

GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II

2 Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra



Resúmenes y Programa

Volumen 20

No. 3

Octubre de 2000

GEOS

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

GEOS es una revista trimestral 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. Fernando García García
Presidente

Dr. Juan García Abdeslem
Vicepresidente

Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi
Secretario General

Dr. Luca Ferrari Pedraglio
Tesorero

Dr. Enrique Gómez Treviño
Secretario de Investigación

M.C. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

Dr. Gustavo Tolson Jones
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

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, Boletín Informativo de la UGM 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 un 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(6)174-5050, Ext. 26060
Fax: 01(6)175-0559
E-mail: ldelgado@cicese.mx

Luis A. Delgado Argote
E-mail: ldelgado@cicese.mx
y
Juan García Abdeslem
E-mail: jgarcia@cicese.mx
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Böhnell, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, Instituto de Ciencias del Mar y
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, UNAM
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 GUADALUPE
Héctor Pérez de Tejada, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Victor Manuel Frías Camacho
María Cristina Álvarez Astorga
APOYO TÉCNICO EDITORIAL

EDITORIAL

Este año, GEOS es la revista anfitriona de la Segunda Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra (SRNCT). En esta reunión se conjugan las experiencias de la primera, donde se congregaron la Sociedad Geológica Mexicana, Sociedad Mexicana de Mineralogía, Sociedad Mexicana de Geomorfología, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros e Instituto Nacional de Geoquímica, con las efectuadas conjuntamente por la Unión Geofísica Mexicana y la Asociación Geotérmica Mexicana. En esta segunda reunión nacional participan la Unión Geofísica Mexicana, Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Unión Mexicana para Estudios del Cuaternario, Sociedad Geológica Mexicana, Sociedad Mexicana de Mineralogía y Asociación Geotérmica Mexicana.

Este año se presentarán 513 trabajos, sin contar el taller sobre Ruptura de la Litósfera Continental en la región del Golfo de California y el Salton Trough, auspiciado por MARGINS-NSF-UGM, lo que posiblemente hace a esta reunión la más grande efectuada sobre Ciencias de la Tierra en el país. A este taller, cuyas actividades se concentrarán en los tres días anteriores a la SRNCT, asistirán cerca de 100 investigadores principalmente de EUA y México, que presentarán más de 60 trabajos. En la SRNCT están representadas 114 dependencias de 43 instituciones mexicanas y 97 instituciones más de otros 20 países (43 europeas, 34 de Estados Unidos y Canadá y 8 de Sudamérica).

Una sesión particularmente importante es la de Educación en las Ciencias de la Tierra. En ella se analizarán los perfiles, tanto de docentes, como de los estudiantes de Ciencias de la Tierra, estrategias educativas y el papel de las geociencias en las políticas locales y nacionales. En la mesa redonda que continuará a esta sesión se tendrá oportunidad de aproximarse a un diagnóstico sobre el estado que guarda esta educación en México, su competitividad en el plano internacional y las estrategias a seguir para fomentar su desarrollo cuantitativo y cualitativo.

Además de conjuntar esfuerzos para efectuar una reunión donde se concentre la mayor parte de la comunidad de Ciencias de la Tierra que trabaja sobre temas de Tierra Sólida, Océanos, Atmósfera y Espacio Exterior, un importante objetivo de la SRNCT es que se fortalezcan todas las sociedades invitando a sus miembros a que se afilien a otras. Cada sociedad efectuará sus asambleas por separado y esperamos que en ellas se discuta el resultado de estas convocatorias para reunir a la sociedad geocientífica en un solo foro.

Las sociedades organizadoras de esta reunión, a través de sus mesas directivas y su personal de apoyo les damos la bienvenida a todos, esperando que el resultado sea una invitación a seguir trabajando en conjunto.

Nota sobre este número: Para la elaboración de este número de GEOS se importaron los resúmenes enviados, modificándose únicamente los formatos y manteniéndose de esa forma la sintaxis y la ortografía originales.

Institut fuer Meereskunde Uni-Hamburg	Alemania
GeoForschungsZentrum, Potsdam	Alemania
Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie, Ludwig-Maximilians-Universität München	Alemania
Technische Universität München, Lehrstuhl für Angewandte Mineralogie und Geochemie	Alemania
Universität Münster	Alemania
Universidad de Buenos Aires	Argentina
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales	Argentina
Prospektion und Angewandte Sedimentologie im Institut fuer Geowissenschaften Montanuniversitaet Leoben	Austria
Centre de Physique du Globe, Institut Royal Météorologique	Belgica
Geological Survey of Canada	Canadá
McMaster, Ontario	Canadá
Universidad de Santiago de Chile	Chile
Universidad del Quindío, Armenia	Colombia
INGEOMINAS, Colombia	Colombia
Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, La Habana	Cuba
Depto. de Física, E.P.S., Universidad de Burgos	España
Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco	España
Universidad de Granada	España
Depto. de Geofísica, Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera», CSIC, Barcelona	España
Depto. de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid	España
Depto. de Geología, Universidad de Alcalá	España
Universidad de Burgos, Depto. de Física, E.P.S.	España
Texas A&M University, Austin	EUA
New Mexico. Museum of Natural History, Albuquerque	EUA
University of Pittsburg, Dept. Geology and Planetary Science	EUA
University of Colorado, Boulder	EUA
College of Oceanic and Atmospheric Sciences, Oregon State University, Corvallis	EUA
Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington	EUA
Depto. de Geología y Geofísica, Universidad de Wyoming	EUA
University of Wisconsin	EUA
COAS, Oregon State University	EUA
Lamont-Doherty Earth Observatory, Palisades, NY.	EUA
San Jose State University, Department of Geology	EUA
University of Miami, RSMAS, Division of Marine Geology and Geophysics	EUA
Department of Geology and Planetary Sciences, University of Pittsburgh	EUA
The Museum of Texas Tech University	EUA
Department of Geological Sciences, University of Michigan	EUA
Department of Geological Sciences, Brown University	EUA
New Mexico Institute of Mining and Technology	EUA
California Institute of Technology	EUA
Department of Geological Sciences, California State University	EUA
Dept. Earth Sciences, USC	EUA
California State University, Department of Geological Sciences	EUA
Los Alamos National Laboratory	EUA
Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, Maryland	EUA
Stanford University, Department of Geophysics	EUA
State University of New York at Albany, Atmospheric Sciences Research Center	EUA
University of California, San Diego, Scripps Institution of Oceanography	EUA
University of California, Berkeley, Architecture Department	EUA
University of California, Berkeley, Department of Anthropology	EUA
University of California, Berkeley, Department of Geography	EUA
University of Texas at Austin, Institute for Geophysics	EUA
University of Utah, Department Geology and Geophysics	EUA
University of Washington	EUA
CESBIO, Toulouse	Francia
Lab. de Geochimie Isotopique, Faculté de Sciences de l'Université de Nice	Francia
Lab. de Geodynamique sous marine	Francia
IUEM, Univ. de Bretagne Occidentale, Brest	Francia
C.N.R.S., L.G.T.E., Université Pierre et Marie Curie, Paris	Francia
Université Joseph Fourier, Grenoble I	Francia
Laboratoire de Géophysique et de Tectonophysique, Université Joseph Fourier	Francia
Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses	Francia
LGTS, CNRS & Univ. Montpellier 2	Francia
Université des Sciences et Technologies de Lille	Francia
WU, Wageningen	Holanda
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze	Italia
Dipartimento di Scienze della Terra Università di Modena	Italia
Università degli Studi di Milano-Bicocca Dipartimento di Scienze Geologiche e Geoteconologie, Milano	Italia
Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata	Italia
Universita della Basilicata, Potenza	Italia

Istituto Nazionale di Geofisica, Roma	Italia
Tokyo University	Japón
Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	México
Centro Nacional de Prevención de Desastres	México
CETIS No. 7	México
CFE, Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil	México
CFE, Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, Depto de Sismotectónica	México
CFE, Residencia de la Red Sismológica Pacífico Sur	México
CFE, Residencia Los Humeros, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos	México
CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas	México
CIBNOR, S.C., Unidad La Paz	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 Oceanología, Depto. de Ecología	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Ecología Marina	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Oceanografía Física	México
CICESE, Estación de Investigación, La Paz, B.C.S.	México
Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Aguas Subterránea	México
Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Geofísica	México
Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Geofísica, Depto. de Edición	México
Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Integración de Información	México
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	México
Consultor Privado, Hidrogeología Regional	México
Escuela Nacional de Antropología e Historia	México
IMADES	México
IMP, Análisis de Cuencas	México
IMP, Exploración y Producción	México
IMP, Gerencia de Geociencias	México
IMP, Gerencia de Tecnología de Producción	México
IMP, Programa Yacimientos Naturales Fracturados	México
IMP, Subdirección de Exploración y Explotación, Gerencia de Prospección Geofísica	México
INAH, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Laboratorio de Paleozoología	México
INEGI, Dirección Regional de Occidente, Subdirección de Geografía	México
INEGI, Subdirección de Oceanografía, DGG	México
Instituto de Investigaciones Eléctricas, Gerencia de Geotermia	México
Instituto Tecnológico de Sonora, IMADES	México
Instituto Tecnológico del Mar 03	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán	México
IPN, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca	México
IPN, CICIMAR, Depto. de Oceanología	México
IPN, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán	México
IPN, UPIICSA, Ciencias Básicas	México
INAOE	México
PEMEX, Activo de Exploración Reynosa	México
PEMEX, Exploración y Producción, Región Sur	México
RENATURA	México
Servicio Meteorológico Nacional	México
UABC, Facultad de Ciencias Marinas	México
UABC, Facultad de Ingeniería	México
UABC, Instituto de Ingeniería	México
UABC, Instituto de Investigaciones Oceanológicas	México
UABC, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, División de Geoquímica Ambiental	México
UABCS, Depto. de Geología Marina	México
UACH, Facultad de Ingeniería, División de Investigación y Posgrado	México
UANL, Facultad de Ciencias de la Tierra	México
UANL, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
UASLP, Instituto de Geología	México
UAZ, Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología	México
UMSNH, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Depto. de Geología y Mineralogía	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Depto. de Meteorología General	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Depto. de Meteorología Tropical	México
UNAM, DEPEFI, Posgrado en Ingeniería Ambiental	México
UNAM, Facultad de Ciencias	México
UNAM, Facultad de Filosofía	México
UNAM, Facultad de Ingeniería, Depto. de Explotación de Minas y Metalurgia	México
UNAM, Facultad de Ingeniería, Depto. de Yacimientos Minerales	México
UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	México
UNAM, FES, Zaragoza	México

UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	México
UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán	México
UNAM, Instituto de Ecología	México
UNAM, Instituto de Geofísica	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Depto. de Estudios Espaciales	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Depto. de Geomagnetismo	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Depto. de Sismología y Vulcanología	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
UNAM, Instituto de Geofísica, UNICIT	México
UNAM, Instituto de Geografía	México
UNAM, Instituto de Geología	México
UNAM, Instituto de Geología, Depto. de Edafología	México
UNAM, Instituto de Geología, Depto. de Geología Regional	México
UNAM, Instituto de Geología, Depto. de Paleontología	México
UNAM, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste	México
UNAM, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste	México
UNAM, Instituto de Geología, Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra	México
UNAM, Instituto de Geología, Servicio Geológico Metropolitano	México
UNAM, Instituto de Geología, UNICIT	México
UNAM, Instituto de Ingeniería	México
UNAM, Instituto de Ingeniería, Coordinación de Ingeniería Sismológica	México
UNAM, Instituto de Ingeniería, Depto. de Ingeniería Sismológica	México
UNAM, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	México
Universidad Autónoma Chapingo, Museo de Agricultura	México
Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Regional de Ciencias de la Tierra	México
Universidad Autónoma de Morelos, CIICAp	México
Universidad Autónoma de Querétaro, Posgrado en Ingeniería	México
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas	México
Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería, Unidad de Posgrado e Investigación	México
Universidad Autónoma de Zacatecas, Escuela de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología	México
Universidad Autónoma Metropolitana, Depto de Hidrobiología, Lab. de Geología y Limnología, Iztapalapa	México
Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. de Biología, Iztapalapa	México
Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. de Física, Iztapalapa	México
Universidad de Colima, CeUnIvO	México
Universidad de Colima, Observatorio Vulcanológico	México
Universidad de Colima, RESCO, CICBAS	México
Universidad de Guadalajara, CUCBA	México
Universidad de Guadalajara, CUCEI	México
Universidad de Guadalajara, Instituto de Astronomía y Meteorología, Depto. de Física	México
Universidad de Guadalajara, SisVoc	México
Universidad de Guanajuato, Instituto de Ciencias Agrícolas, Facultad de Ingeniería Civil	México
Universidad de Sonora, Depto. de Física	México
Universidad Veracruzana, Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas	México
University of Bergen, Institute of Solid Earth Physics	Noruega
IGNS Ltd.	Nueva Zelanda
Department of Geological Sciences, University of Plymouth	Reino Unido
Department of Paleontology, The Natural History Museum, London	Reino Unido
Department of Geology, University of Leicester	Reino Unido
Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I.Vernadsky, Moscú	Rusia
Instituto de Problemas Ecológicos del Agua, Khabarovsk	Rusia
Instituto de Oceanología de P.P. Shirshov, Moscú	Rusia
Department of Geology, Moscow State University	Rusia
Russian Academy of Sciences, Institute for Problems in Mechanics, Moscow	Rusia
Instituto Tecnológico de Zurich, ETH	Suiza
Kiev National University, Kiev	Ucrania
Marine Hydrophysical Institute	Ucrania
Universidad de Los Andes, Centro Regional de Investigación Humanística, Económica y Social, Trujillo	Venezuela
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Geofísica, Mérida	Venezuela

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
EDITORIAL	i
INSTITUCIONES PARTICIPANTES	ii

SESIONES

CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	141
ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA	152
ESTUDIOS DEL CUATERNARIO	163
GEOFÍSICA	177
GEOHIDROLOGÍA	187
GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES	201
GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO	211
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA	216
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL	227
GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA	244
GEOTERMIA	257
LA EDUCACIÓN EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA	262
MICROMETEOROLOGÍA	267
OCEANOGRAFÍA	277
OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA	287
PALEOMAGNETISMO	292
PALEONTOLOGÍA	298
SIMPOSIO REGIONAL SOBRE EL CENTRO DE MÉXICO	304
SIMPOSIO REGIONAL SOBRE EL NOROESTE DE MÉXICO	313
SIMPOSIO REGIONAL SOBRE EL SUR DE MÉXICO	320
SISMOLOGÍA	331
VULCANOLOGÍA	351
ÍNDICE DE AUTORES	358
HORARIO DE SESIONES	368
PROGRAMA GENERAL	398

ATM-01

CALENTAMIENTO GLOBAL Y PRÓXIMA GLACIACIÓN

José Trinidad Rodríguez Cantú
Facultad de Ingeniería, UABC
E-mail: trinidad.rodriguez@sia.mx1.uabc.mx

El desprendimiento de grandes icebergs en la Antártida, la formación de grandes tormentas y sus consecuentes inundaciones, el notable incremento actual en la actividad volcánica, los grandes incendios forestales y las hambrunas provocados por prolongadas sequías, son indicativos de que en los últimos años el clima esta cambiando y seguirá cambiando con gran rapidez como lo demuestran pruebas paleontológicas como la variación en la concentración de bióxido de carbono y del carbono 14, variaciones en la disposición de la radiación solar incidente, en el nivel y la temperatura de los mares y océanos, y la actual teoría del calentamiento térmico global. Pruebas que son presentadas en este trabajo

Además se presenta una hipótesis de como se forma o genera un ciclo glaciación-período interglacial basada en un análisis sobre las variaciones del carbono 14, en las variaciones del nivel del mar, en la concentración el bióxido de carbono y la deriva de la Antártida, y su posible implicación en la génesis de la próxima glaciación que probablemente ya esta en camino.

ATM-02

EL EXPERIMENTO CLIMÁTICO PARA LAS ALBERCAS DE AGUA CALIENTE EN LAS AMÉRICAS TROPICALES

Víctor O. Magaña
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El clima de las Américas tropicales del hemisferio norte está altamente influenciado por la presencia de albercas de agua caliente. La alberca del océano Pacífico del noreste, da origen a la presencia de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), donde se produce gran actividad convectiva que determina las lluvias de la mayor parte de México y Centro América. La alberca de agua caliente del Caribe es sin embargo relativamente inactiva en términos de procesos convectivos, inhibidos por intensa subsidencia. Las albercas agua caliente del Caribe y del Pacífico parecen sin embargo estar conectadas mediante una corriente en chorro de niveles bajos que alcanza máxima intensidad en el Caribe. Esta corriente exhibe variaciones relacionadas con la Sequía del Medio Verano (canícula) e incluso con las variaciones asociadas a El Niño.

Para entender la dinámica de las lluvias de verano y su variabilidad, probando hipótesis construidas a partir de información de reanálisis de datos meteorológicos, se han diseñado campañas de observación que involucran cruceros oceanográficos, observaciones en continente, y recopilación de información de satélite para describir el clima del verano. El trabajo de campo y de investigación involucra a más de 10 instituciones y representa una oportunidad única de disponer de información en regiones donde observaciones operacionales son difíciles. En la presentación se describen los objetivos por alcanzar y las metodologías a seguir en la campaña de mediciones programada para el verano de 2001.

ATM-03

MEDICIONES OBJETIVAS DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA

Pavia E.G., F. Graef y J. Reyes
Depto. de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE

Tradicionalmente se ha definido la climatología como un promedio en espacio y/o tiempo, complementado con alguna medida de la dispersion, por ejemplo la desviacion estandar. La representatividad de estas variables es proporcional al numero de datos (N) con los que se trabaje, por lo que es deseable tener N lo mas grande posible.

En este trabajo se propone un metodo objetivo para determinar, dada una cierta N, cual es la incerteza de la climatología para diferentes niveles de confianza.

Ademas se definen y se presentan promedios y desviaciones estandard acumulativas, variando N, para buscar la tendencia de estos parametros hacia su valor teorico.

Se presentan ejemplos que demuestran la utilidad, y las limitaciones, de estos estimadores estadísticos en el pronostico climatico a largo plazo.

ATM-04

MODELACION DEL CLIMA REGIONAL EN TLAXCALA; VERANOS DE 1997 Y 1998

Jose Luis Perez y Victor O. Magana
Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM

En Mexico por su posicion geografica y extension, se encuentran regiones con con diferentes tipos de climas, donde el relieve es el mas importante factor modificador de la distribucion latitudinal de ellos, es por eso que existen climas de region templada donde corresponderia encontrar climas tropicales. En la region de la meseta central de Mexico hay un complejo relieve que interacciona con el flujo atmosferico y determina la forma como se distribuyen la precipitacion y temperatura en la superficie. Aunque se tiene conocimiento de como es el comportamiento de la atmosfera a gran escala mediante los Modelos de Circulacion General (GCM), se desconocen los detalles dinamicos a mesoescala de la circulacion atmosferica. En regiones donde la baja densidad de estaciones de observaciones climatologicas de superficie y altura, un modelo meteorologico es convertido en un laboratorio donde se hacen pruebas de hipotesis sobre las interacciones dinamicas entre la atmosfera y la superficie. El estudio del clima regional puede realizarse al usar un modelo meteorologico de mesoescala anidado en un GCM. Usando el modelo de mesoescala MM5 (PSU/NCAR), se hacen simulaciones extendidas de cada mes para los veranos (Junio-Septiembre) de 1997 y 1998, sobre la region de Tlaxcala (Mexico). Las simulaciones muestran la capacidad del modelo en resolver la interaccion del flujo atmosferico de mesoescala con el relieve, la variacion de la temperatura con la altura asi como la distribucion de la precipitacion influida por la presencia de montanas. Los mayores cambios en la direccion del flujo atmosferico se presentaron en los meses de Septiembre de 1997 y 1998, lo mismo fue con el patron de precipitacion. Sin embargo, los resultados de las simulaciones sugieren que; a) la precipitacion sobre la region depende fundamentalmente de la humedad y

convergencia de gran escala, mas que de los forzamientos de mesoescala. b) La variación de la dirección del flujo atmosférico produce cambios importantes en la distribución de la precipitación regional, c) podrían instalarse estaciones de observación climatológica en ciertos lugares donde la información mejoraría tanto los diagnósticos como los pronósticos climáticos regionales que se realicen sistemáticamente.

ATM-05

PARTICIPACIÓN DE LA TERMODINÁMICA DE LA REGIÓN SUPERFICIAL DE LOS MARES INTERIORES DE MÉXICO EN LA PREDICTABILIDAD CLIMÁTICA

Alvarez Gasca Oscar y Morales Acoltzi Tomás
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se presenta un análisis de la dinámica del acoplamiento océano-atmósfera como parámetro regulador del nivel de predictabilidad de las condiciones atmosféricas medias sobre la República Mexicana.

Partiendo de la variada morfología de las cuencas oceánicas adyacentes al territorio nacional, se proceden a revisar los flujos de viento, humedad y calor en el Golfo de México, Golfo de Tehuantepec y Golfo de California, como posibles factores que determinan la estabilidad de las soluciones numéricas de modelos de predicción climática.

Finalmente, se ponderan los escenarios sobre los mares con el objeto de aportar mejoras a las metodologías de pronóstico a mediano plazo en ciertas regiones del país.

ATM-06

ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE OAXACA

E.M. Uribe Alcántara, V.O. Magaña Rueda y J.L. Vázquez Aguirre
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Fenómenos recientes han reflejado la gran vulnerabilidad de nuestro país a las condiciones climáticas. Esta vulnerabilidad fue evidente en 1997—1998, cuando el evento El Niño prevaleciente durante este periodo provocó una intensa sequía que afectó entre otras, a las producciones agrícola y pesquera, y generó además condiciones favorables para los incendios forestales en el país. Una de las contribuciones de la ciencia para la disminución de las afectaciones asociadas con este y otros fenómenos climáticos es la realización de diagnósticos y pronósticos de anomalías climáticas que permitan un planteamiento adecuado de las estrategias de desarrollo. La importancia de realizar un estudio de este tipo en el Estado de Oaxaca se debe a su ubicación geográfica pues ésta lo hace susceptible a una rica variedad de fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y lluvia orográfica, que son capaces de afectar la producción agrícola y pesquera.

Los objetivos de este trabajo son documentar las formas de variabilidad climática interanual en verano y diseñar esquemas de diagnóstico y pronóstico climático adaptados para la planeación de

actividades productivas. Esto se logrará mediante la identificación de las formas de variabilidad climática relacionadas con el fenómeno El Niño, la estimación de los impactos que dichas variaciones tienen en diversos sectores económicos del estado, y la estimación de las señales de cambio climático que son capaces de afectar el desarrollo del estado.

Mediante el desarrollo de los aspectos anteriores se pudo concluir que el fenómeno El Niño afecta el clima de Oaxaca, veranos El Niño resultan en lluvias por debajo de lo normal mientras que veranos de La Niña implican un retorno a la normal o incluso, lluvias por encima de lo normal. La señal El Niño es tan importante que se manifiesta en diversos sectores socioeconómicos de Oaxaca (agricultura, pesca, silvicultura, agua, etc.). De esta manera, el pronóstico del clima puede ser utilizado en la planeación de actividades socioeconómicas.

ATM-07

METEOROLOGÍA DE LA CUENCA DE MÉXICO

Víctor O. Magaña, Joel B. Pérez y Juan M. Méndez
Depto. de Meteorología General, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

La vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos en la Cuenca de México ha aumentado de manera alarmante en las últimas décadas. Los organismos encargados de la Protección Civil requieren cada vez más de información de pronósticos de lluvias con gran detalle tanto temporal como espacial. La predicción numérica del tiempo utilizando modelos numéricos de mesoescala se ha convertido en una realidad en muchas partes del mundo. Con el modelo numérico de mesoescala MM5 versión 2, se realizan simulaciones diarias de predicción de lluvias a 12, 24 y 48hr. para la Cuenca de México en los meses de verano (mayo a octubre). Al comparar las simulaciones con las observaciones, interpoladas a una malla de igual resolución espacial que la del modelo, se observa que las simulaciones permiten identificar las zonas de lluvia intensa así como la evolución en el tiempo. Sin embargo, se tiene que el error de la cantidad de lluvia pronosticada aumenta conforme se tratan de simular eventos extremos. Se concluye que el MM5 genera los productos que necesitan los organismos encargados de la Protección Civil, para la toma de decisiones en prevención de desastres naturales ocasionados por lluvias intensas en la Cuenca de México.

ATM-08

EFFECTO DE ENSO SOBRE LA CANÍCULA EN EL FLANCO ESTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

José Antonio Agustín Pérez Sesma, Domitilo Pereyra Díaz, Miguel Ángel Natividad Baizabal y Jorge García Martínez
Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este trabajo se presenta un análisis de los efectos ocasionados por el fenómeno oceanográfico/atmosférico ENSO sobre la sequía intraestival o canícula, para tres localidades del estado de Veracruz que se ubican en el flanco este de la Sierra Madre Oriental a diferentes altitudes sobre el nivel del mar: Puerto de Veracruz (19°12N, 96°08W, 16msnm), Xalapa (19°32N, 95°55W, 1427msnm) y Las Vigas de Ramírez (19°39N, 97°06W, 2400msnm). Para realizar lo anterior se hizo un análisis del comportamiento de las series de precipitación promedio decenal periodo 1966-1999, de

los años de El Niño (fase caliente de ENSO), La Niña (fase fría de ENSO) y Sin evento. Los resultados muestran que en el Puerto de Veracruz, durante los eventos de La Niña la canícula se incrementa en un 7.5% con respecto al valor normal (11.2%), mientras que durante los eventos de El Niño la canícula disminuye en un 109.9%. Esto nos muestra que en esta región en años de El Niño la canícula tiende a desaparecer, lo cual se puede deber a la presencia de aire caliente en las proximidades de la superficie terrestre después de varios días de asoleamiento. Este calentamiento en la superficie genera una corriente ascendente hasta que la masa de aire adquiere la temperatura de los alrededores, proceso en el cual ésta se expande y enfría, originando fuerte precipitación. Estos efectos se presentan en tardes calurosas de verano, periodo en la cual la radiación es más intensa y origina que se formen nubes cumulonimbus generadas por corrientes convectivas ascendentes que dan lugar a copiosas precipitaciones que suelen ser de corta duración. Para la región de Xalapa, los resultados muestran que durante El Niño y La Niña la canícula se incrementa en un 30.3% y 74.6% respectivamente, en relación al valor normal (27%), siendo más intensa tanto en magnitud como en tiempo durante La Niña. Por último para la región de Las Vigas de Ramírez, durante el evento de La Niña la canícula se incrementa en un 29.8% por arriba del valor normal (30.2%), mientras que durante El Niño ésta disminuye 53.7%. El análisis analítico y gráfico nos muestra que durante los eventos de El Niño y La Niña la canícula se incrementa con la altitud hasta elevaciones medias, a través del flanco este de la Sierra Madre Oriental, mientras que a partir de altitudes medias en adelante la canícula tiende a disminuir con respecto a su valor máximo, pero sin llegar a desaparecer.

ATM-09

VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIA ESTACIONAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ CON EL EVENTO ENSO

Jorge García Martínez, Domitilo Pereyra Díaz, José A.
Agustín Pérez Sesma y Leonorilda Gómez Romero
Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias
Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este estudio se seleccionaron 49 estaciones pluviométricas ubicadas en el estado de Veracruz con periodos de 31 años (1966-1996), además de la clasificación del ENSO proporcionada por el National Centers for Environmental Prediction/Climate Prediction Center and at the United Kingdom Meteorological Office. El estudio tuvo como objetivo identificar las zonas en donde se presenta la variabilidad de la precipitación pluvial media estacional en el estado de Veracruz en periodo de ENSO, en la cual se aplicó el estadístico de Fishers a cada una de las estaciones para determinar si la variabilidad pluviométrica era significativa estadísticamente; esta prueba se aplicó al 5 y 1%. Para la estación de primavera y evento El Niño, fueron significativas 12 estaciones pluviométricas; de las cuales 6 mostraron un incremento en la precipitación pluvial, y las 6 restantes un decremento en dicho parámetro respecto al periodo normal. Las zonas donde se incrementa la precipitación se localizan al Oeste, Noroeste y Sureste de la costa de la parte media del estado; estas estaciones están situadas a barlovento de la cordillera del estado de Veracruz, las zonas en las cuales la precipitación disminuye, se localizan al Suroeste, Noroeste y Sureste, de la costa de la parte media del estado. Para la estación de verano y evento El Niño, el número de estaciones pluviométricas que resultaron significativas disminuye a 11, de las cuales solo en 3 de ellas se incrementa la precipitación,

estas están ubicadas en la parte media del estado. Las zonas en las cuales disminuye la precipitación están situadas al Oeste y Noroeste de la parte media del estado de Veracruz. En la estación de Otoño y evento El Niño, 14 estaciones resultaron significativas, en 12 de ellas se incrementa la precipitación, encontrándose distribuidas en la parte Sur, media y Noroeste, es decir, se observa un incremento de la precipitación en la mayor parte del estado en esta temporada. En la temporada de la estación de invierno y evento El Niño, se observa que la variabilidad de la precipitación es más significativa hacia el Noroeste y centro del estado, pero disminuyendo al Sureste. Para primavera y evento La Niña, las estaciones significativas son 15, de las cuales solo en 4 de ellas la variabilidad aumenta, 2 de éstas se localizan en la parte media, una al Noroeste y las restantes al Sureste del centro medio del estado. De las 11 estaciones en las cuales la variación es negativa, 8 de ellas se encuentran distribuidas en la parte media del estado, 2 al Sureste y una al Noroeste. De acuerdo con lo observado se puede concluir que la variabilidad de la precipitación pluvial disminuye en la mayor parte del estado de Veracruz, durante el evento La Niña. En la estación de verano y evento La Niña, las estaciones que resultaron significativas solo son 5, en las cuales la variabilidad de la precipitación disminuye. Estas están distribuidas al Noroeste, Sureste y parte media del estado. De acuerdo con este análisis, el efecto de La Niña en el estado de Veracruz refleja una disminución en la precipitación pluvial, significativamente para algunas zonas del estado, comparado con el año normal. Para el periodo de otoño y evento La Niña, se obtuvieron 8 estaciones significativas, de las cuales en 7 de ellas se incrementa la precipitación. 4 de estas se localizan en la parte media del estado, 2 al Noroeste y una al Sureste. Se puede decir entonces que en estación de otoño se incrementa la precipitación pluvial, sólo que con mayor significancia en algunas zonas del estado. Para la estación de invierno y evento La Niña, resultaron 17 estaciones significativas, en 5 de ellas la variabilidad de la precipitación aumenta; estas están ubicadas en su mayor parte en la parte media del estado. Las 12 estaciones en las cuales la variabilidad de la precipitación disminuye están distribuidas al Noroeste, Suroeste, Sureste y centro del estado, por lo cual se dice que la precipitación pluvial se incrementa en invierno significativamente, en algunas zonas de la parte media del estado durante el evento La Niña.

ATM-10

ESTUDIO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO

Juan Matías Méndez Pérez, J.B. Pérez y M.A. Villanueva
Depto. de Meteorología General, Centro de Ciencias de la
Atmósfera, UNAM

Los fenómenos hidrometeorológicos extremos acontecidos recientes en nuestro país, han puesto en evidencia la vulnerabilidad de México ante inundaciones, en regiones montañosas cercanas a cuencas de ríos. Las pérdidas humanas y materiales nos lleva a sugerir estrategias de adaptación ante eventos de precipitación intensa. Los efectos negativos de las lluvias intensas se presentan principalmente en las zonas de asentamientos irregulares de la población. Para hablar de los eventos extremos es necesario analizar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación. En el Valle de México la precipitación observada puede alcanzar en el año poco más de 1000 mm. Sin embargo, la gran variabilidad espacial de la lluvia produce que se tenga que realizar un estudio por regiones. Utilizando datos de precipitación diaria de un sistema de medición pluviométrica en tiempo real de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) se determina el

significado de un evento extremo. Las condiciones del Valle de México, en materia de precipitación intensa se comparan con las regiones con gran actividad convectiva y de poca actividad del país. Los resultados se analizan en el contexto de sistemas de alerta en Protección Civil.

ATM-11

COMPORTAMIENTO DEL NIVEL DEL RÍO LA ANTIGUA DURANTE EL VERANO DE LOS AÑOS DE ENSO

Domitilo Pereyra Díaz, Leonorilda Gómez Romero y
Betzabeth Argüelles Flores

Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este trabajo se presenta un análisis gráfico y estadístico que permite ver los efectos de la fase caliente de ENSO, durante el verano, sobre el nivel del río La Antigua, a la altura del poblado Jalcomulco, Ver. La cuenca del río La Antigua se encuentra ubicada entre los paralelos 19°17' y 19°35' latitud Norte y entre los meridianos 96°17' y 97°15' longitud Oeste, se considera dentro de la región hidrológica 28 (Golfo Sur) y tiene una superficie aproximada de 2 685 km² hasta su desembocadura al Golfo de México. Esta cuenca se encuentra distribuida entre los estados de Puebla y Veracruz, siendo éste último donde se encuentra casi su superficie total. El cauce principal nace al norte del Pico de Orizaba, en el cerro de la Cumbre, a una elevación de 3 750 m. Para realizar este estudio se utilizó la información hidrométrica proporcionada por la División Hidrométrica Golfo de C.F.E., así como los registros de los episodios calientes y fríos del Pacífico Tropical, por estaciones del año, proporcionados por el Centro de Predicción Climática de la NOAA. El análisis gráfico para el período 1979-1999, mostró que durante el verano de los años de ENSO el nivel máximo que alcanzaron las escalas disminuyó fuertemente, al igual que los gastos máximos, con respecto a los años normales (años sin evento). La escala promedio durante el verano en años normales fue de 304.6 cm, para años de El Niño (fase caliente) fue de 260.8 cm (una disminución de 14.4%) y para La Niña (fase fría) fue de 266.3 cm (una disminución de 12.6%). En cuanto a los gastos máximos registrados se obtuvo lo siguiente: para los años normales el gasto máximo promedio fue de 431.7 m³/s, para los años de El Niño fue de 247.8 m³/s (una disminución de 42.6%) y para La Niña de 329.0 m³/s (una disminución de 23.8%). Para conocer si esta variación, de las escalas y gastos máximos, durante el verano era aleatoria o se debía al efecto de El Niño se aplicó la prueba de comparación de varianza de Fisher. El análisis estadístico mostró que la variación tanto en el nivel del agua como en el gasto máximo fue significativo al 5%, al considerar como dato atípico a 1992 que fue un evento de El Niño que pasó drásticamente de fuerte a débil. En el análisis gráfico se observa que durante la fase caliente (El Niño) la escala crítica sólo fue rebasada 1 de 9 veces, durante La Niña fue rebasada ligeramente 2 de 3 veces, en cambio durante los años normales fue rebasada ampliamente 7 de 9 veces, esto nos permite inferir en forma preliminar que las inundaciones aguas abajo de la estación hidrométrica Jalcomulco, Ver., se presentan con mayor frecuencia durante los años normales, ocurriendo lo contrario para los años de El Niño, donde las escalas máximas disminuyen fuertemente. Este descenso en las escalas máximas durante El Niño debe ser considerado por el personal que controla el suministro de agua en el Distrito de Riego 035 La Antigua, que se encuentra ubicado aguas abajo.

ATM-12

EL NIÑO/LA NIÑA Y SU RELACIÓN CON LAS HELADAS EN LA REGIÓN NORTE DE VERACRUZ

Contreras Hernández Ana Delia y Morales Acoltzi Tomás
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se presenta un análisis de las condiciones de variabilidad climática interanual como factor de impacto en el fenómeno de las heladas en la región norte del Estado de Veracruz, así como las posibles interacciones de las anomalías térmicas del Golfo de México sobre el clima de la vertiente oriental de México.

Partiendo de las características específicas del daño total o parcial al cultivo del maíz por bajas temperaturas, así como de las climatologías globales de frecuencia de heladas, son seleccionadas las variables temperatura mínima y precipitación de un conjunto de estaciones y observatorios meteorológicos durante un periodo de treinta y ocho años.

Con base en el conocimiento de la serie histórica de índices del ENOS se construyeron compuestos que muestran bajo que escenarios específicos el impacto de El Niño/La Niña implica pérdidas en la producción agrícola con respecto al cultivo más importante de la citada región veracruzana, comparándose con los principales resultados ya publicados del impacto en el Estado de Tlaxcala.

Finalmente, se evalúa de manera específica la participación de las anomalías termodinámicas de la frontera marítima oriental en la eficiencia neta de los cultivos, tanto en función de las heladas como en términos de las anomalías de la precipitación.

ATM-13

LAS SEQUÍAS DEL BAJÍO GUANAJUATENSE: EL CASO DE 1999

Genaro Montesinos Silva
Cuerpo Académico de Producción y Desarrollo Agropecuario,
Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato

Los eventos de sequía que forman parte de la variabilidad climática, constituyen uno de los principales factores negativos que afectan el ambiente y las actividades de los territorios donde se presentan, como en el caso del Bajío guanajuatense, una de las principales regiones agrícolas del país. En esta comarca, los registros pluviométricos como el del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, se caracterizan por una notoria variabilidad interanual en la cantidad de precipitación, y recurrencia de años secos expresada por desviaciones negativas de la media y/o presencia de «canícula» o «sequía intraestival». El estudio de las sequías de esta zona en el período de 1950 a la fecha, enfocado en la posibilidad de su conexión con fenómenos climáticos globales como «El Niño-Oscilación Suriana» (ENOS), ha encontrado que los años secos poseen una relación estadísticamente significativa: con la fase fría del fenómeno, en el caso de los eventos expresados por las mayores desviaciones negativas del promedio; y con la fase caliente, en el caso de los eventos con un alto índice de sequía relativa.

En 1999 se presentó en «El Bajío» una fuerte sequía, habiéndose registrado 393.0 mm en Guanajuato, Gto., una desviación de la precipitación media de -1.64, y ausencia de

«canícula» de acuerdo a la distribución de la precipitación durante la estación lluviosa. En esta localidad, otros años con precipitación menor a 400 mm han sido 1909, 1918, 1957 y 1961. Este tipo de eventos poseen una probabilidad de ocurrencia de 5.4%, ajustando los datos del registro de 1865-1999 a la distribución normal, con un nivel de significancia del 10% para las pruebas de bondad de ajuste de chi-cuadrada y Kolmogorov-Smirnoff. De los cinco eventos, los de 1918 y 1957 coincidieron con la presencia de un ENOS moderado y fuerte respectivamente, mientras que de los otros tres, el de 1909, 1961 (280.3 mm, el valor más bajo), así como el caso que nos ocupa, se presentaron en ausencia del fenómeno ENOS.

La explicación a dichos sucesos podría encontrarse al estudiar detalladamente las influencias que modulan la serie, el ciclo de las manchas del sol y el ENOS, encontradas previamente por medio del análisis espectral de registro. De los acontecimientos citados, en el del año 1957 que se registraron 285.0 mm (el segundo más bajo) concurren además del evento ENOS de fuerte intensidad, un máximo de actividad solar expresado por la mayor cantidad de manchas solares de los últimos 300 años.

ATM-14

SEQUIÁS EN EL ESTADO DE JALISCO

Sandra L. Alvarez Pozos¹, Carlos A. Ortiz Solorio² e Irina E. Tereshchenko¹

¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara

² Colegio de Postgraduados, Texcoco, México

El año de 1999 se declaró zona de desastre por sequía parte de la región norte y centro del país. El Estado de Jalisco no se encontró dentro de las entidades declaradas, pero los efectos de la sequía se sintieron en 22 municipios de la región los Altos y el norte del Estado.

En la región los Altos ya han ocurrido dos periodos de sequía, durante 1960-1964 y 1993-1996. (García, J.F. 1999). Con base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia y comportamiento de la sequía en el Estado de Jalisco, utilizando el índice de sequía de precipitación estandarizado (SPI), (McKee *et al.* 1993), en donde valores negativos clasifican la sequía y positivos la humedad. El índice se aplica a 31 series de precipitación durante el periodo comprendido de 1961-1998, durante el temporal de lluvias (Junio-Septiembre). El comportamiento del índice se comparó con la variable rendimiento/tonelada de Maíz para el estado en el periodo de 1982-1999.

Los resultados indican que los años más severos con sequía son 1969 y 1982, siendo este año en donde la sequía se extiende la mayor parte del Estado, coincidiendo con la reducción de la producción de Maíz de 1'470,508 toneladas con respecto al promedio anual de 2'119,090. Los municipios más afectados cuando se presenta el fenómeno son: Ojuelos, Encarnación de Díaz, Cuquío, Teocaltiche, (región los Altos). Bolaños, Colotlan, Totatiche (región Norte). Pihuamo, la Huerta, Tamazula, Manuel M. Dieguez y Tapalpa (región Sur-Oeste).

Bibliografía

McKee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1933. The relation ship of drought frequency and duration to time scale. preprints, 8th conference on applied climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, 179-184.

García, F.J. *et al* (1999). Sequías en México, Prevención, organo informativo del sistema nacional de protección civil, Febrero-Mayo (1999), publicado por: Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

ATM-15

LA SEQUIA DE LOS 90S EN LAS CUENCAS FLUVIALES DE LA VERTIENTE CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Brito Castillo L.¹ y A. Leyva-Contreras²

¹ CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas

E-mail: lbrito@cibnor.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: aleyva@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

En este trabajo, se analiza la sequía de los 90s y su impacto en las cuencas fluviales de la vertiente continental del Golfo de California. El impacto se estudia a partir de la situación de llenado de las presas. Se muestra la variabilidad interanual (1922-1999) de las lluvias y de los escurrimientos por regiones, para verano e invierno, y se compara con la variabilidad interanual de los volúmenes de entrada a las presas. Se muestran los patrones de circulación promedio de anomalías de alturas geopotenciales a 700mb (AG700), de los 10 años más húmedos y de los 10 años más secos de invierno y verano en el periodo 1948-1999. Estos patrones de circulación se comparan con los patrones de flujo atmosférico AG700 de los 90s y se llega a la conclusión de que el transporte de humedad hacia las cuencas tiene su origen en una escala mayor a la regional. Este resultado es congruente con las lluvias regionales ocurridas de 1989 a 1999. Se hace un análisis comparativo de lluvias, gastos de entrada y gastos de salida de las presas con datos diarios de 1996 a 1999. La necesidad de abastecer las demandas de agua (para riego, ganadería industria y consumo doméstico) combinado con las pocas lluvias de este periodo han dado como resultado una situación de llenado que se puede caracterizar como crítico para las presas localizadas en las corrientes de la zona de estudio. Hasta 1999 la mayoría de las presas estuvieron por debajo del 30% de su capacidad; las presas Molinito y Abelardo L. Rodríguez, sobre el río Sonora, se secaron por completo.

Nota: Se agradece al CIBNOR, S.C., dirección de posgrado, UNAM, Departamento de Intercambio Nacional del Instituto de Geofísica, CONACyT (por el apoyo al proyecto de estancia doctoral «Los escurrimientos fluviales en el Noroeste de México. Un análisis de su variabilidad interanual) y Comisión Nacional del Agua por todo el apoyo recibido para la realización de este estudio.

ATM-16

CARACTERIZACION DE LA SEQUIA EN MEXICO (1921-1987): BASES PARA SU PRONOSTICO A PARTIR DEL INDICE DE PALMER

Gloria Herrera Vázquez y Víctor L. Barradas

Servicio Meteorológico Nacional

E-mail: gherrera@gsmn.cna.gob.mx

Instituto de Ecología, UNAM

E-mail: vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx

En años recientes, la sequía frecuentemente severa se ha convertido en un desastre climático importante en todo el mundo,

afectando adversamente tanto regiones de países desarrollados como en desarrollo. Las sequías recientes han atraído la atención para su estudio, que incluye su monitoreo, ocurrencia, frecuencia, duración y predicción, así como su regulación y manejo para mitigar sus efectos adversos.

Entre los índices para determinar la sequía, el de Palmer ha ganado mayor aceptación por ser un índice de sequía meteorológica, ya que está dado en términos de elementos meteorológicos, como la precipitación pluvial y la evaporación potencial, y clasificando épocas del estado del tiempo. Esto significa, que una vez que el estado del tiempo retorna a un nuevo régimen, no importan las condiciones de humedad del suelo, escurrimientos, y niveles de ríos, presas o vertederos, el índice responde sensiblemente y alcanza valores claramente definidos a la situación existente. El objetivo de la presente investigación es el de realizar un análisis estadístico de las sequías en México, desde 1921 a 1987 a través del índice de Palmer y considerando la regionalización del país realizada por Douglas que comprende 18 zonas climáticamente homogéneas.

Considerando los resultados generados por el índice estudiado, las sequías se presentan en todo el territorio nacional en todos los intervalos que señala Palmer, así mismo son bien localizadas las regiones donde este fenómeno se presenta en grado extremo, severo, moderado y ligero. La zona 12 (zona centro oriental) presentó el más alto porcentaje (10.1%) de sequía extrema, mientras que la zona 6 (centro noroccidental) presentó el 11.1% de presencia de sequía severa (mayor porcentaje). La península de Yucatán (zona 18) presentó un alto porcentaje (10%) de sequía severa. En general las zonas que presentaron el mayor porcentaje de sequía en todas sus modalidades fueron la 2 y la 1 (península de Baja California) con el 54.83 y 54.25% del periodo analizado. A pesar de que la zona 17 comprende estados lluviosos como son Tabasco, Chiapas y sur de Veracruz, presentó un 33.3% de sequía en todas sus modalidades (ligera=14%, moderada=10.3%, severa=3.8%, extrema=5.0%). La frecuencia de las sequías está en el mismo caso que su duración, se puede establecer estadísticamente, pero es difícil usar dicha información para inferir el futuro con un alto grado de acierto, ya que el comportamiento de las sequías no mostró un patrón o ciclo regular.

ATM-17

INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNOS DE TEMPORAL ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA/CAMBIO CLIMÁTICO: ESTADO DE TLAXCALA

Saturnino Orozco F., Tomás Morales A., Carlos Gay G., Justino Lezama G. y Leonel Pérez R.
Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala

El clima del Estado de Tlaxcala tiene una gran variabilidad espacial, debido a lo complicado de su orografía y a los cambios en el uso de suelo de una región a otra, la producción agrícola generalmente es sinistrada por factores asociados al agua: ausencia de ella (sequías), exceso (inundaciones), mala distribución en el ciclo agrícola, combinación de agua con temperaturas bajas (granizo), combinación de agua y temperaturas altas (plagas).

Por otro lado, la variabilidad climática junto con el cambio climático a escala regional, se presentarán tal y como lo han hecho en la última década, por lo que es necesario inducir una toma de

decisiones, por parte de los agricultores, que incluya un pronóstico climático de la precipitación, que a su vez considere una climatología modificada de acuerdo a los eventos extremos en el clima, es decir, considerar una climatología diferenciada, de tal forma, que el resultado del análisis detallado de todas las condiciones sea, el incorporar el cultivo idóneo para ese ciclo agrícola, que se adapte a la climatología del lugar.

El objetivo de este trabajo, es lograr participar en la toma de decisiones con los productores, para introducir nuevos cultivos de alternativa e inducir una cultura de adaptación, para aprovechar el verdadero potencial climático que prevalece en los diferentes microclimas del Estado.

En esta primera fase, se está experimentando en 5 localidades del Estado, Nexnopala/Altzayanca, al Noreste del Estado, Colonia Miguel Aldama/Españita, Oeste Colonia de San Manuel Talpan/Hueyotlipan, Oeste, El Rosario/Tlaxco, Norte y Atotonilco/Tlaxco Noreste con tres cultivos alternos, con productores que nos brindan la facilidad de realizar estos experimentos en las parcelas que utilizan para sus cultivos tradicionales de temporal, bajo el acuerdo de "un riesgo compartido", nosotros les proporcionamos las semillas y ellos aportaran los insumos y mano de obra, y al término del ciclo vegetativo, en caso de tener éxito con los cultivos, se seleccionarán los mejores ejemplares que se adapten a las condiciones, para obtener una semilla para el próximo ciclo de cultivo, esperando repetir este proceso para obtener un cultivo criollo adaptado a cada región y, el resto de la producción se le quedará al productor.

Los cultivos que se están empleando, para este ciclo agrícola primavera verano 2000, son Amaranto de la variedad Azteca (criollos de Tlaxcala y Distrito Federal) y Mexicano (criollos de Morelos y Puebla) que son más precoces, Girasol variedad Récord y Frijol Bayomex.

Se eligieron estos cultivos por su fenología, en particular, por su resistencia a algunos factores climatológicos adversos que se presentan en el Estado, por requerir períodos más cortos que el del maíz para su maduración y, además, por su amplia apertura en el mercado estatal y nacional.

ATM-18

CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LAS PREDICCIONES DE LOS IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS CAUSADOS POR LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Carlos Gay y Víctor Magaña
Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM

Nuestra capacidad para pronosticar fenómenos como El Niño, La Niña y aun para construir escenarios de Cambio climático ha crecido enormemente en los últimos años. Así mismo somos capaces de estudiar como estos fenómenos afectarían a diferentes actividades como la agricultura, la administración del agua, la administración de riesgo contra eventos extremos. También somos capaces de pronosticar lluvias hasta con 48 horas de anticipación con razonables probabilidades de éxito.

Ahora bien ¿qué se puede hacer con los pronósticos?, ¿Quién los puede utilizar? Y ¿en qué términos?. Los investigadores están produciendo estos. Supongamos que producimos un pronóstico que

nos indica que se va a dar una sequía intensa en cierto lugar del país. O que va a llover intensamente en la parte sur del país. A quien se le presenta el pronóstico que mecanismo existe para la utilización de este. Que es un pronóstico oficial. ¿Existe este? ¿Cómo transmitir la información a los potenciales usuarios?

Nuestra intención es describir algunas experiencias con relación a la transmisión de estos pronósticos a ciertos usuarios: Campesinos de Tlaxcala, SEMARNAP, agencias de protección civil. Los problemas encontrados son entre otros: la inexistencia de los mecanismos adecuados para la transmisión y el aprovechamiento de la información, no se produce aparentemente información útil porque se desconocen los potenciales usuarios y sus necesidades específicas y la falta de instituciones que pudieran realizar los pronósticos y las aplicaciones de éstos de manera rutinaria.

Finalmente poner a consideración un esquema que permitiera el aprovechamiento de los pronósticos en la disminución de la vulnerabilidad de sectores y actividades productivas; así como de vidas Humanas.

ATM-19

BASES DE DATOS HISTORICOS (1973-1999) DE LAS ESTACIONES SINOPTICAS DE SUPERFICIE DE LA RED DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Abel Quevedo Nolasco y Ricardo Valencia Michimani
Servicio Meteorologico Nacional

La Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, (GSMN), es la responsable de la medición y distribución de los servicios de información meteorológica y climatológica del País, tanto a instituciones Nacionales Gubernamentales y Privadas, como a Organismos Internacionales como es la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Para ello la GSMN cuenta con una red de observatorios meteorológicos en el territorio Nacional que se encargan de realizar mediciones meteorológicas, que son transmitidas por diferentes medios de comunicación al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (CNTM) conocido como Radio -XBA, la cual se encarga de la recolección de la información meteorológica para su distribución al Centro Meteorológico Mundial de Washington (CMMW) y a los usuarios nacionales e internacionales para su análisis y elaboración de pronósticos del tiempo, estudios hidrológicos, climatológicos, agrometeorológicos, etc. Actualmente se requiere hacer una difusión de la información sinóptica, acorde a las tecnologías disponibles que permitan su operación, manejo adecuado y sencillo por los usuarios de la misma.

Las observaciones sinópticas se realizan cada 3 horas las 24 horas del día los 365 días del año a los siguientes horas de meridiano de Greenwich: 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 y 21:00. Las mencionadas observaciones sinópticas comprenden los siguientes elementos: precipitación, evaporación, dirección y velocidad del viento, temperatura máxima y mínima del día, temperatura ambiente, temperatura del punto de rocío, presión al nivel de la estación y reducida al nivel del mar, visibilidad horizontal, cantidad de cielo cubierto, altura aproximada de la nube más baja, horas de insolación durante el día, radiación global y la temperatura mínima a 10 cm sobre el suelo. En CNTM se realizó la integración, organización validación, control y respaldo de la información meteorológica enviada de las 83 estaciones sinópticas

de superficie, que conforman esta red nacional de la GSMN.

Las ventajas que se tienen de contar con Disco Compacto con la información sinóptica son las siguientes:

- Dar la difusión necesaria al acervo histórico de información meteorológica con la cuenta el Servicio Meteorológico Nacional y ponerlo a disposición de los diversos usuarios, en medios ópticos.
- Ofrecer a los usuarios diversidad en el manejo y consulta de la información sinóptica con la ayuda de un programa denominado SINOP.DB.
- Contar con un acervo histórico de mensajes sinópticos, que permite cubrir diferentes necesidades de información sinóptica del mismo Servicio Meteorológico Nacional y de otras dependencias nacionales e internacionales.
- Tener una estadística más detallada del comportamiento atmosférico, para fines de investigación y planeación urbana, agrícola, turística, económica, etcétera.
- Contar con información meteorológica decodificada, organizada y de fácil consulta para usuarios que no sean expertos en meteorología. Así también, atender con prontitud las demandas de datos que llegan al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (Radio-XBA).

ATM-20

DISPONIBILIDAD DE LAS GUIAS DE EMPLEO DE CLAVES METEOROLOGICAS VIGENTES EN FORMATO ELECTRONICO

Abel Quevedo Nolasco y Adolfo Portocarrero Resendiz
Servicio Meteorologico Nacional

Los mensajes cifrados se emplean para el intercambio internacional de información meteorológica proporcionada por el Sistema Mundial de Observación de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) y la información meteorológica proporcionada por el Sistema Mundial de Observación de la VMM. Los mensajes cifrados se emplean en el intercambio nacional y mundial de información observada y elaborada requeridas por las aplicaciones específicas de la meteorología a diversas actividades humanas.

Las claves meteorológicas (incluidas las claves binarias) son claves alfanuméricas y están constituidas por LETRAS SIMBOLICAS, que representan elementos meteorológicos o otros elementos geofísicos. En los mensajes, dichas letras simbólicas (o grupo de letras) se transcriben en cifras que indican el valor o el estado de los elementos descritos. Se han redactado especificaciones para las diversas letras simbólicas, con el propósito de poder transcribirías en cifras. En ciertos casos, la especificación de las letras simbólicas es suficiente para poder efectuar su transcripción directa en cifras. En otros casos es necesario recurrir a Cifras DE CLAVE cuyas especificaciones figuran en las TABLAS DE CIFRADO. Además se ha establecido un cierto número de PALABRAS SIMBOLICAS y GRUPOS DE CIFRAS SIMBOLICAS que se emplean como nombres de clave, palabras de clave, prefijos simbólicos o grupos indicadores.

Las reglas concernientes a la selección de las claves que se deben emplear para el intercambio internacional y la selección de

las palabras simbólicas, de los grupos de las cifras y letras simbólicas, figuran en el capítulo A.2.3 del Volumen 1 del Reglamento Técnico de la OMM (edición de 1988). Esas claves se especifican en la publicación OMM No. 306 (edición 1998), volumen 1 del Manual de claves.

El objetivo de la presente ponencia es dar a conocer los manuales vigentes de Códigos Meteorológicos por medios electrónicos, elaborados en el Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (Radio-XBA), como son los siguientes:

El Manual FM 12-XI SYNOP, describe la codificación de un reporte sinóptico de superficie, es un manual de consulta obligatoria por parte del personal que labora en los observatorios meteorológicos de superficie y en las estaciones climatológicas principales de la Red Sinóptica de Superficie de la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional.

El Manual FM 35-X TEMP, describe la codificación de un reporte de observaciones sinópticas de altitud, para informar la presión, temperatura, humedad y viento, provenientes de una estación terrestre fija de radiosondeo, dotada de personal o automática.

El Manual FM 71-X CLIMAT, describe la codificación de un reporte, para intercambiar promedios y totales de parámetros climatológicos, entre los Servicios Meteorológicos de las Naciones.

El Manual FM 75-X CLIMAT-TEMP, describe la codificación de un reporte mensual a partir de los datos diarios de los mensajes clave FM 35-X TEM, en sus Partes A, Sección 1(Niveles obligatorios, identificados como TTAA). El mensaje sirve para reportar los valores promedio mensuales en altura desde una estación de radiosondeo.

El Manual CLIMEX-DECENAL, describe la codificación de un reporte resumen, durante un período de 10 días a partir de los datos diarios, este reporte se transmitirá al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas antes de los tres días siguientes, de haber concluido la decena. Es un reporte de carácter Nacional.

El Manual de CONTINGENCIAS VOLCÁNICAS, describe la codificación de un reporte de contingencia volcánica, que contiene información meteorológica (temperatura, humedad, presión atmosférica, visibilidad, precipitación, cobertura y tipo de nubes), e información del volcán (la presencia de emanación (fumarola o erupción, su color, longitud y orientación, la presencia de cenizas, su cantidad y color, si existen en la zona).Reporte de carácter Nacional.

ATM-21

UNA BASE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PARA LAS AMÉRICAS TROPICALES DEL HEMISFERIO NORTE

Jorge Luis Vázquez Aguirre y Víctor O. Magaña Rueda
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

La variable meteorológica más importante es sin duda la precipitación, pues la disponibilidad de agua está determinada básicamente por las lluvias que se registren. La dinámica de los

fenómenos tropicales, extratropicales, y los de interacción entre trópicos y extratropicales exhiben patrones de actividad convectiva que son claramente identificables en las imágenes de satélite. Sin embargo, tales patrones no siempre permiten determinar la cantidad de lluvias, pues la identificación de las nubes y los efectos de mesoescala, como la componente orográfica de la lluvia deben ser considerados para ese fin.

Utilizando información disponible de estaciones de superficie, estimaciones por satélite y estimaciones de modelos, se elaboró una base de datos preliminar para la región de las Américas tropicales del Hemisferio Norte (sur de Estados Unidos, México, el Caribe, Centroamérica y norte de Sudamérica). Esta base de datos se encuentra en mallas regulares diarias con una resolución espacial de 50 km. El esquema de asimilación es el de interpolación con el método Krigging, el cual mostró mejores resultados que otros de interpolación bilineal o por pesos.

La calidad de los análisis de lluvias se establece primeramente de la comparación del valor en puntos de malla con las estaciones más cercanas. El siguiente paso consiste en analizar si los patrones de lluvia muestran continuidad en el tiempo, como bajo la presencia de un frente, o de una depresión tropical entrando a tierra. La presente base de datos permitirá realizar estudios detallados de la precipitación y los factores dinámicos que la generan, así como evaluar la calidad de las simulaciones numéricas de tiempo y clima.

ATM-22

IMPACTO EN EL PRONOSTICO DE LA PRECIPITACION EN MEXICO POR LA ASIMILACION DE DATOS METEOROLOGICOS CON EL MM5

R.V. Hernández y E.S. Caetano
Depto. de Meteorología Tropical, Centro Ciencias de la Atmósfera, UNAM

En nuestros días, la prevención de accidentes debido a sistemas hidrometeorológicos, que dan origen a intensas lluvias es de gran importancia, ya que han llegado a generar grandes inundaciones con daños materiales y principalmente pérdidas de vidas humanas. Debido a éstas consecuencias, una de las herramientas más útiles para contingencias sobre estos fenómenos es el utilizar modelos numéricos de la atmósfera de alta resolución para obtener pronóstico del tiempo. Estos modelos, son denominados modelos de mesoescala y requieren usualmente como condiciones de frontera e iniciales, salidas de modelos globales.

En numerosos estudios han demostrado que la combinación de las salidas de modelos globales de baja resolución y datos registrados por estaciones en superficie y sondeos atmosféricos, para alimentar un modelo de mesoescala (denominado asimilación de datos), puede mejorar significativamente el análisis meteorológico y generar por consecuencia un mejor pronóstico de las variables meteorológicas en el área de interés. El proceso, por el cual, la decodificación de información desde las observaciones distribuidas irregularmente dentro de una forma el cual es conveniente para el uso de la información dentro de estos modelos de pronóstico numérico es llamado análisis objetivo.

El objetivo principal en este estudio, es analizar el impacto de la asimilación de datos de superficie y principalmente datos de sondeos, en el pronóstico de la variable precipitación. Ya que

podríamos obtener una mayor integración en la vertical en el campo de humedad y esto reflejarse en los campos de lluvia. El modelo utilizado en este estudio será el modelo de mesoescala MM5 (PSU/UCAR Meso-scale Modeling System), para algunos eventos extremos en la precipitación ocurridos en la República Mexicana.

ATM-23

EXPERIMENTOS DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL CON REDES NEURONALES

Tomás A. Casillas-Lavín¹, Ramón López-Peña², Tomás Morales-Acoltzi¹ y Javier Vitela-Escamilla²

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

² Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

La motivación principal para la elaboración de este trabajo, consiste en aplicar métodos que se derivan de la Teoría de Sistemas Dinámicos, que nos permita extraer información cualitativa de la física del Tiempo/Clima, a partir de la serie de tiempo de precipitación.

Primero aplicamos un análisis espectral con wavelets, caracterizando la serie de tiempo de precipitación: a escala diaria, pentadal y mensual de Apizaco, Tlaxcala, con una longitud desde Septiembre de 1942 al 15 de Agosto del 2000.

Aplicamos un análisis de información mutua, a la serie de tiempo, para la reconstrucción del espacio de fase del sistema en estudio.

Determinamos los grados de libertad activos, asociados a la dimensión del atractor, así como el límite de predictibilidad inherente a la serie de tiempo.

Se procedió a la construcción de una red neuronal, cuya arquitectura, nos permitió reproducir la dinámica del atractor asociado a la serie de tiempo.

Realizamos experimentos de pronóstico de precipitación diaria(Tiempo) y a escala pentadal y mensual(Clima).

Presentaremos resultados de pronóstico con la red neuronal, comparando con datos observados y con resultados generados con un método empírico, desarrollado aplicando conceptos de “ensamble de análogos”.

ATM-24

ANALYSIS OF METEOROLOGICAL FIELDS ERRORS GENERATED BY THE USE OF MAP PROJECTIONS IN MESOSCALE MODELS

Marco A. Nunez¹ and Ernesto S. Caetano²

¹ Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

² Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM

Standard meteorological models such as MM5, ARPS, HOTMAC and RAMS use map projections to define the topography in a cartesian computational domain (1). This generates an error in the terrain elevation data that increases significantly with the magnitude of the horizontal model domain. For instance, a current operational application of MM5 in Mexico uses a Lambert projection to define a model domain of approximately 3330 X 3330

Km2 which generates a terrain elevation error reaching up to 200 km at the domain boundaries (1), (2).

In this work MM5 is used to compute meteorological fields with (i) the correct description of the Earth curvature and (ii) the incorrect one produced by the use of map projections. We analyse the error of meteorological fields as the horizontal domain increases when a mercator projection is employed to define the terrain elevation data.

(1) M.A. Nunez, Map projections and topography in atmospheric mesoscale modeling, submitted to Nuovo Cimento (May 2000).

(2) Pronostico Numerico Regional (MM5), Servicio Meteorologico Nacional and Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua. <http://galileo.imta.mx/mm5/>

ATM-25

INESTABILIDAD LINEAL DE FLUJOS SIMPLES SOBRE LA ESFERA

Ismael Pérez G. y Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se desarrolla un algoritmo numerico para estudiar la inestabilidad lineal de flujos básicos que son soluciones exactas de la ecuación de vorticidad sobre la esfera. Se prueba el algoritmo con flujos zonales (especificados por polinomios de Legendre), las ondas Rossby-Haurwitz y modones. Los resultados se checan con varios criterios de estabilidad clásicos y los establecidos recientemente. Se realizan algunos experimentos preliminares con flujos mas complicados (datos reales).

ATM-26

INVERSE METHODS APPLIED TO MASS-CONSISTENT MODELS FOR THE WIND FIELDS

Marco A. Nunez¹, Ernesto S. Caetano² and David Castaneda V.¹

¹ Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

² Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM

A basic problem in meteorology is the estimation of meteorological fields on a limited region by using observed data. Among the fields of major interest one have the wind field by its application on wind energy converter systems, dispersion of pollutants and development of forest fires. One of the simplest methods to obtain a three dimensional wind fields are the Mass-Consistent Models which are based on the mass conservation as physical constraint.

However, this constraint involve the use of undetermined parameters associated to the deviations between the observed data and the final adjusted wind field. The numerical experience has shown that the final wind field depends critically on such parameters. Up to date there is no concensus about the way to obtain them. The aim of the present work is to discuss the application of inverse methods to compute these parameters by using additional boundary data as well as criteria to compute the first guess field.

ATM-27

ASYMPTOTIC ANALYSIS OF MASS-CONSISTENT MODELS

Marco A. Nunez

Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

Mass-Consistent represents a simple approach to generate three dimensional wind fields from observed data. The method consists in adjusting a first guess field with the dynamical constraint of nondivergence for the final wind field. The aim of the present work is to apply an asymptotic analysis to the primitive equations in order to determine the spatial region where the flow can be considered nondivergent. The asymptotic analysis based on the limit when both the Mach number and the Boussinesq number tend to zero, shows that the flow can be considered nondivergent only on a layer of at most 800 m height, whereas the usual application of Mass-Consistent considers computational domains with height up to 3 Km.

It is discussed the possibility of applying Mass-Consistent models in computational domains with a height up to 10 km when the flow is considered isochoric. The asymptotic analysis of the primitive equations when the Boussinesq approximation is used or the flow is isochoric allows us to determine additional dynamic constraints that are consistent with the approximations used.

ATM-28

PECULIARITIES OF THE NORMAL MODE INSTABILITY FOR DIFFERENT TYPES OF THE MODONS ON A SPHERE

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

E-mail: skiba@servidor.unam.mx

A conservation law for infinitesimal perturbations to a steady modon by Verkley (1984, 1987, 1990) or Neven (1992) is derived and used to obtain a necessary condition for its normal mode instability: the spectral number $\chi_\psi = \eta_\psi / K_\psi$ of the amplitude ψ of each unstable normal mode $\psi(t, \lambda, \mu) = \psi(\lambda, \mu) \exp\{vt\}$ must satisfy the condition

$$\chi_\psi^{-1} = \delta \chi_\sigma^{-1} + (1 - \delta) \chi_\alpha^{-1} \quad (1)$$

where $\delta = \eta_\psi^{(o)} / \eta_\psi$ is the fraction of the perturbation enstrophy concentrated in the outer modon region S_{out} ($0 \leq \delta \leq 1$),

$$\eta_\psi = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \chi_n^2 \sum_{m=-n}^n |\Psi_n^m|^2, \quad \eta^{(o)}(t) = \frac{1}{2} \int_{S_{out}} |\Delta \psi|^2 dS,$$

$\chi_\alpha = \alpha(\alpha + 1)$, $\chi_\sigma = \sigma(\sigma + 1)$, and α and σ are the degrees of the spherical harmonics representing the modon in its inner region S_{in} and outer region S_{out} . In particular, for each growing mode of a non-local modon by Verkley (1987) or Neven (1992), the number χ_ψ of a is always between χ_σ and χ_α . Besides, $\chi_\psi = \chi_\alpha$ (or $\chi_\psi = \chi_\sigma$) means that the mode enstrophy η_ψ is concentrated only in S_{in} (or S_{out}). For Verkley's (1990) modon with uniform absolute vorticity in S_{in} ,

instability condition is $\chi_\psi = \chi_\sigma$ (the enstrophy of each unstable mode is concentrated only in S_{out}). Each unstable mode of a localized Verkley's (1984) modon satisfies (1) and the conditions

$$\delta < \delta_{cr} = |\chi_\sigma| (\chi_\alpha + |\chi_\sigma|)^{-1} < 1, \quad \chi_\psi = \chi_\alpha (1 - \delta / \delta_{cr})^{-1} \geq \chi_\alpha$$

Thus δ_{cr} decreases as the modon degree α grows. In particular, if amplitude vorticity $\Delta \Psi$ of a mode equals to zero in S_{in} ($\delta = 1$) then the mode is neutral. In contrast, for a modon with uniform absolute vorticity, the same situation means that its mode satisfies the instability condition.

It is also shown that the rate of the unstable modes is bounded and depends on the maximal velocity $C = \max_s |\vec{U}|$ and degrees α and σ of the modon, as well as on δ . In particular,

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, |\chi_\sigma|\} \{\delta \chi_\sigma^{-1} + (1 - \delta) \chi_\alpha^{-1}\}^{1/2}$$

for the non-local modon by Verkley (1987) or Neven (1992),

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, \chi_\sigma\} \chi_\sigma^{-1/2}$$

for the modon with uniform absolute vorticity, and

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, |\chi_\sigma|\} \chi_\alpha^{-1/2} (1 - \delta / \delta_{cr})^{1/2}$$

for the isolated modon.

ATM-29

MAP PROJECTIONS AND TOPOGRAPHY IN ATMOSPHERIC MESOSCALE MODELING

Marco A. Nunez

Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

Digital Elevation Models (DEM) of the Earth surface are given with respect to an ellipsoidal Earth model. Most present day models which reflect the state of the art of mesoscale modeling such as RAMS (1), MM5 (2), ARPS (3) and HOTMAC (4), use conformal map projections to represent the Earth surface on a plane surface and to generate a DEM on a cartesian regularly-spaced computational grid. The procedure consists in applying a map projection to each point on a spherical Earth model to get a point (X,Y) on the cartesian model domain, then it is assumed that the correct terrain height Z on (X,Y) is the corresponding data H on the spherical Earth model. In this work we propose a method to get a DEM on the cartesian model domain whose accuracy is similar to that of the original DEM on a spherical or ellipsoidal Earth model (5). This method is used to carry out an error analysis of the digital elevation models obtained via map projections in mesoscale modeling. It is shown, for instance, that a current operational application of MM5 to the Mexico area (6) has a terrain elevation with an error which reaches up to 200 km at the boundary model domain.

- (1) Pielke R.A. *et al.* A comprehensive Meteorological Modeling System: RAMS; Meteorol. Atmos. Phys. 49, pp. 69/91 (1992).

- (2) Grell G.A., Duhia J. and Stauffer D.R., A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), NCAR Technical Note, NCAR/ TN-398 STR.
- (3) M. Xue, K.K. Droegemeler, V. Wong, K. Brewster, Advanced Regional Prediction System (ARPS) Version 4.0 User's Guide, 1995.
- (4) Brown J.M. and Williams M, HOTMAC Input Guide. Internal Report, LA-UR-98-1365, Los Alamos National Laboratory, 1998.
- (5) M.A. Nunez, Map Projections and Topography in Atmospheric Meso-scale Modeling, submitted to Nuovo Cimento (May 2000).
- (6) Pronóstico Numérico regional (Modelo MM5), Servicio Meteorológico Nacional and Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, <http://galileo.imta.mx/mm5/>

Como un ejemplo de la importancia de cada región, representada por las estaciones, por ejemplo, Tlaxco al terminar el período húmedo terminan las condiciones adecuadas desde el punto de vista térmico, a pesar de marcar aún un período vigente de crecimiento, por lo que debe de considerarse cada región en forma integral en cada una de sus variables.

Con el análisis realizado en esta investigación se ha logrado caracterizar al territorio del estado de Tlaxcala con regiones con diferente potencial agrícola.

Como todo el análisis anterior está en función de la precipitación, se desarrolló y aplicó un método empírico de pronóstico de precipitación pluvial quincenal, combinando las series de tiempo disponibles de temperaturas de superficie del mar, con conceptos modernos como ensamble de soluciones de sistemas climáticos.

ATM-30 CARTEL

EFFECTO DEL RIESGO CLIMÁTICO Y SU PREDICCIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE TLAXCALA

Leonel Pérez R., Tomás Morales A., José Jiménez L.,
Maricela Hernández V., Justino Lezama G. y Saturnino
Orozco F.

Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad
Autónoma de Tlaxcala

Se realizó una prueba de bondad de ajuste a las series de tiempo de precipitación, a escala pentadal, logrando caracterizar el grado de complejidad registrado en cada una de las estaciones, por ejemplo, Atlangatepec y Tlaxcala Capital, que corresponden a un sistema semi-aislado, la distribución normal resultó ser la mejor ajustada, y en las seis estaciones restantes, se ajustó la distribución de Galton, que como es sabido corresponde a datos no simétricos.

Al aplicar la prueba de bondad de ajuste a las series de tiempo de probabilidad de ocurrencia de heladas, Tardías y Tempranas, también, se logró caracterizar el grado de complejidad registrado en cada una de las estaciones, por ejemplo, Tlaxcala Capital, que corresponden a un sistema semi-aislado, la distribución Normal-Normal resultó ser la mejor ajustada, y Galton-Normal para Apizaco, Atlangatepec, Españita, Ixtacuixtla y Huamantla, y Galton-Galton para Tlaxco y Tepetitla. Solo la estación de Tlaxcala Capital muestra el carácter de sistema semi-aislado, así como el carácter más complejo para Tlaxco y Tepetitla.

De los resultados obtenidos, se puede observar que hay una variación en cuanto al número de días disponibles de período de crecimiento de cada estación lo que hace importante este estudio, por su potencial de aplicación.

Para recomendar cajones libres de heladas, con agua disponible y condiciones de temperatura apropiada para los cultivos, que sean realmente indicativo de condiciones favorables debe analizarse en forma integral: período libre de heladas, período de crecimiento, húmedo y de temperatura adecuada al cultivo.

ES-01

COMPARACION DE LA ESTRATIGRAFIA PARA CUENCAS DEL PROTO-GOLFO DE CALIFORNIA, B.C.S.

Jorge Ledesma Vázquez
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
E-mail: ledesma@faro.ens.uabc.mx

La Cuenca San Nicolás se formó dentro de la provincia extensional del Proto-golfo durante el Mioceno, entre 12 y 14 Ma. Como resultado directo del episodio extensional principal, se formó como una cuenca asociada a una zona de transferencia de tipo sintética múltiple, relacionada con la zona de acomodamiento de Bahía Concepción. El proceso extensional exhuma al basamento regional granitoide cretácico [99 ± 2 Ma], haciéndolo aflorar en Punta San Antonio y se propone la presencia de una estructura de tipo roll-over, en un estadio postrero del proceso extensional. Las unidades sedimentarias reflejan en general un episodio post-extensional y de gran subsidencia inicial con baja sedimentación, además de un origen somero y asociado con eventos de tormenta para la mayoría de las unidades marinas. Y hacia la cima depositos por marea de hasta 18 m de espesor. La máxima edad determinada dentro de las unidades depositadas al interior de la cuenca es de 3.3 ± 0.5 Ma.

Al norte de Bahía Concepción y hasta Santa Rosalía, las unidades estratigráficas asignadas a la Formación Infierno, reflejan condiciones de sedimentación continua, en condiciones de calma y con una subsidencia moderada. Para ambas regiones la posición relativa del nivel del mar fue la misma.

De lo anterior se propone que conexión entre las aguas del Proto-golfo y el actual Golfo de California no se había alcanzado hasta finales del Plioceno y la cabeza del actual Golfo de California se presentaba muy cercana al área de Cuenca San Nicolás, durante el Plioceno tardío. El límite oriental de la provincia extensional del Proto-golfo para esta región, lo constituye el Escarpe Concepción, actualmente bajo las aguas del Golfo de California y asociado a este estadio tectónico.

ES-02

FORMACIÓN POZO NUEVO, UNA SECUENCIA BIOESTRATIGRÁFICA DE PLATAFORMA DEL ORDOVÍCICO TEMPRANO EN LA REGIÓN CENTRAL DE SONORA

Oscar Franco Vega, Alba Cynthia Mendoza Madera, Rosario Aguilar A. y Emilio Almazán Vázquez
Depto. de Geología, Universidad de Sonora

En la porción central del Estado de Sonora afloran rocas carbonatadas y detríticas de edad Ordovícico Temprano y las que han sido designadas con el nombre de Formación Pozo Nuevo.

Específicamente en los Ranchos Pozo Nuevo y Las Norias, ubicados el primero a 72 Km al noroeste y el segundo a 33 Km al sureste de la Ciudad de Hermosillo, las secuencias se caracterizan por una litología similar y constituyen columnas bioestratigráficas de un espesor de 1 600 m, en el rancho Pozo Nuevo y de 2 000 m en el área del rancho Las Norias.

La base es concordante y transicional con rocas carbonatadas del Cámbrico Tardío en el rancho Pozo Nuevo; mientras que su límite superior ha sido erosionado y no se observa en ninguna de las dos zonas.

En consideración a las características bioestratigráficas de la columna en el rancho Pozo Nuevo, se han establecido doce facies; las cuales se han denominado de la A a la L.

Los estratos presentan un rumbo promedio Noroeste 43° Sureste y un echado de 60° al Noreste, sin embargo se presentan invertidos debido a que constituyen el flanco occidental de una estructura anticlinal, cuya longitud es de unos 5 Km en total; mientras que en el área del rancho Las Norias, los estratos constituyen un homoclinal y tienen un rumbo Noroeste 20° Sureste, con un echado promedio de 40° hacia el Suroeste.

Las rocas encierran en su composición diversos grupos de organismos fósiles, bien preservados debido a un proceso de silicificación, de gasterópodos, braquiópodos, trilobitas, nautiloideos, crinoideos, briozoarios, icnofósiles y poríferos.

Los géneros identificados de trilobitas son Ectenonotus, Trigonoceras, Kainella y Perissopliomera; entre los braquiópodos están los géneros Orthidiella, Esperonomia, Aporthophyla y Anomalorthis; mientras que de los gasterópodos se cuentan a Lecanospira y Maclurites y finalmente de los nautiloideos se han identificado los géneros Coreanoceras, Phragmosiphon y Protocycloceras.

Dados los rasgos litológicos y el contenido de fauna fósil de las secuencias bioestratigráficas expuestas en las áreas de los ranchos Pozo Nuevo y Las Norias, es posible establecer que las rocas fueron sedimentadas durante el Ordovícico Temprano en un ambiente de plataforma en la margen suroccidental del Cratón Norteamericano.

ES-03

RECENT DISCOVERY OF A LIASSIC AMMONITE IN CERRO CHINO FOOTHILLS, SONORA: TECTONIC IMPLICATIONS

Roberto S. Molina Garza¹ and Spencer G. Lucas²

¹ UNICIT, Instituto de Geofísica, UNAM

² New Mexico Museum of Natural History, Albuquerque, NM, USA

A single ammonite discovered in the western foothills of Cerro Chino ($30^\circ 27'N$ $111^\circ 59'W$) can be identified as *Pseudoskirroceras* cf. *P. imlayi* Smith & Tipper, 1998. This discovery confirms previous reports of Liassic strata in the area by Longoria and Pérez (1978). The specimen shows characteristic features of this taxon, including relatively large size, evolute, nearly flat flanks ornamented with regular, prosiradiate primary ribs that bear rounded tubercles just above the mid-flank and weaker secondary ribs. *P. imlayi* is an early Pliensbachian index taxon known from Oregon, Washington and British Columbia, and *Pseudoskirroceras* also is known from Chile where its oldest records are late Sinemurian. This specimen is the first record of *Pseudoskirroceras* from Sonora, and given its similarity to *P. imlayi*, it almost certainly indicates an early Pliensbachian (*imlayi* zone) age. The ammonite was found in a volcanosedimentary sequence that includes siliciclastic rocks, andesitic flows, pyroclastic rocks, and carbonate rocks. It is intruded by Mesozoic (?) granodiorite and exhibits low-grade

metamorphism. The sequence rests disconformably on Cambrian (?) miogeoclinal strata. Ammonite-bearing strata of essentially the same age are also found in Sonora in the Sierra de Santa Rosa Formation in the Sierra de Santa Rosa, the Cerro Pozos de Serna, and the upper Antimonio Formation in Sierra del Alamo. It is thus evident that a Liassic marine basin was widespread in the Caborca region south of the Jurassic Cordilleran arc. Evidence discussed elsewhere suggests that this basin has the characteristics of a forearc basin. The most parsimonious interpretation of the origin of this Liassic basin is that of an essentially autochthonous forearc basin associated to the Jurassic arc of northern Sonora.

ES-04

CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE FLUJOS DE DETRITOS EN UN AMBIENTE DE INTRA-ARCO DURANTE EL CRETÁCICO EN EL NORTE-CENTRO DE SONORA, MÉXICO

Juan Carlos García y Barragán¹, José Luis Rodríguez Castañeda¹ y Thomas H. Anderson²

¹ Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

² Dept. of Geology and Planetary Science, University of Pittsburgh

Alrededor de una centena de olistolitos calcáreos de muy diversas dimensiones incluidos en la Form. El Tuli del Cretácico Tardío, se encuentran bien expuestos en el norte-centro de Sonora. Los olistolitos dieron los primeros indicios de una serie de grandes flujos de detritos con un espesor mínimo de 2 km y que originalmente pudieron extenderse por más de 900 kilómetros cuadrados en un ambiente de intra-arco.

La sección estratigráfica de esta formación está caracterizada por gruesas unidades alternadas de brechas y conglomerados polimícticos, arenitas volcánicas, y en menor proporción limolita, caliza fosilífera, toba riolítica y pórfido andesítico. La edad de El Tuli está definida por un fechamiento U-Pb en zircón de una toba riolítica, de 76 Ma, esto es Campaniano (Cretácico Tardío), y por la presencia de palmas fósiles recién descubiertas del Cretácico Tardío.

Sedimentológicamente las brechas y conglomerados presentan las siguientes características: bases planas y abruptas con evidencia de baja erosión, trama pobremente desarrollada sin arreglo geométrico definido de los clastos, cantos y bloques que flotan dentro de una matriz volcánicoclástica, o bien que se proyectan por arriba de la superficie superior del flujo correspondiente, cimas irregulares del flujo que indican relieve primario por encima del nivel del mar o de algún cuerpo de agua, y márgenes de flujo acuñados. Otras rasgos importantes son conglomerados soportados por clastos con estratificación graduada inversa y que transicionalmente cambian a conglomerados soportados por matriz arenosa o grava fina, y de forma espectacular, numerosos megaclastos u olistolitos aislados con pseudolaminación en su base en zona de cizallamiento.

Todo el conjunto de rasgos sugiere que el mecanismo de transporte fue una serie de flujos de detritos subaéreos con características reológicas similares al modelo «Cohesivo» de Coulomb. Los sedimentos tuvieron su origen en las partes altas y medias de abanicos aluviales pertenecientes a un paleosistema montañoso lineal importante, tal como lo sugiere la distribución geográfica de los olistolitos. En el marco geográfico de la Hoja Santa Teresa, de aproximadamente 950 kilómetros cuadrados, los

olistolitos se han encontrado distribuidos en una sección este-oeste que abarca aproximadamente 30 km, por lo que esta disposición sugiere una fuente lineal más que puntual.

Los probables detonantes de los flujos de detritos son múltiples, como pudieron ser: coluvión volcánicoclástico depositado en una pendiente en equilibrio inestable bajo un régimen de lluvias abundantes y probable actividad sísmica moderada a intensa, concomitante o anterior a un marco de actividad volcánica importante manifestada en el carácter de las arenitas líticas volcánicas, así como la abundancia de andesita porfídica y de toba riolítica. El análisis petrográfico de las areniscas y de la matriz de los conglomerados y brechas, así como el carácter parcialmente subaéreo de los sedimentos, sugieren un ambiente de transarco disectado. Las implicaciones tectónicas de este estudio sugieren que la segmentación del Mar de Bisbee durante el Cretácico Tardío se debió a una prominencia topográfica importante, como el Alto de Cananea, anteriormente propuesto por otros autores.

ES-05

COMPLEJO OFIOLÍTICO: UN TÉRMINO LITODÉMICO POCO COMPRENDIDO

Rafael Rodríguez Torres y Emilio Almazán Vázquez
Universidad de Sonora

El uso correcto de la terminología estratigráfica ha adolecido del conocimiento y adecuada comprensión, lo que ha redundado en una aplicación incorrecta en forma endémica y crónica.

Este hecho en realidad no nos causa preocupación alguna y de facto se acepta como un mal necesario.

Lo realmente preocupante es que organismos de vanguardia en el conocimiento científico de México, como lo es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, no tengan el debido cuidado al integrar sus cuadros de árbitros suponiendo, sin constatar, que los mismos cuentan, primero con el conocimiento y después con el criterio, para evaluar los proyectos que les son sometidos.

Este es el caso de árbitros que evaluando un proyecto cuyo tema central fue las secuencias correspondientes a Complejos Ofiolíticos, perfectamente contempladas y definidas en el Código Estratigráfico de Norteamérica, lo hayan confundido simplemente con estudios de geoquímica y petrografía.

Secuencias estratigráficas definidas por Hardy (1973, 1981) expuestas en la Sierra Santa Rosa y caracterizadas por rocas intrusivas/volcánicas/sedimentarias no fueron correctamente identificadas como Complejos Ofiolíticos.

A fin de dar claridad y sustentación a los comentarios anteriores, nos permitimos esgrimir que los artículos del 31 al 42 del North American Stratigraphic Code, publicado en 1982 por la North American Commission on Stratigraphic Nomenclature y de la cual el Instituto de Geología, de la UNAM, es la contraparte en México.

Finalmente haremos particular énfasis en el artículo 37 que hace referencia al término Complejo Ofiolítico, aplicado a secuencias intrusivo/volcánico/sedimentarias y el que posteriormente ha sido respaldado por Ortega y col. (1979).

Nuestro deseo tiene la intención de que éste tipo de casos sean menos frecuentes en el futuro y con ello la superación del conocimiento científico adquiera la velocidad y el respaldo que el país necesita.

ES-06

UNIDADES ALOESTRATIGRAFICAS DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA (MIOCENO-HOLOCENO)

Rodríguez-Torres R., Montijo-González A., Grijalva-Noriega F.J. y Minjarez-Sosa I.
 Depto. de Geología, Universidad de Sonora

El alogrupo Costa de Hermosillo se define preliminarmente con ayuda de la información generada por PEMEX, IMP y CNA (SARH), a partir de las características litológicas obtenidas de varios de pozos y por cartografía superficial en la porción costera de Hermosillo, en el centro de Sonora.

La base de esta unidad se encuentra definida por la aloformación «Miguel Alemán», representada por una secuencia sedimentaria y volcanosedimentaria, de composición principalmente ácida. La porción media esta definida por la aloformación «El Triunfo», la cual se caracteriza en su porción basal por una alternancia de conglomerados arenosos con clastos ígneos y areniscas conglomeráticas que contienen fauna marina; mientras que la porción superior la representa una unidad de evaporitas (yeso-anhidrita) y lutitas silicificadas con microfauna marina del Mioceno Temprano-Medio. Lateralmente esta unidad presenta una variación litológica muy marcada, perdiendo su carácter fosilífero y acunándose las unidades más finas. La aloformación «Kino» es la unidad superior de este alogrupo y está constituida por una secuencia de conglomerados polimícticos y areniscas mal cementadas, los que varían lateralmente hacia la costa a sedimentos más finos fosilíferos. Las discontinuidades que limitan a estas unidades están definidas a partir de una discordancia erosional basal con el basamento ígneo-sedimentario que aflora en las inmediaciones de la ciudad de Hermosillo, y las discordancias erosionales marcadas por la presencia de los conglomerados basales de las aloformaciones El Triunfo y Kino.

La aloformación El Triunfo representa la sedimentación producida por una invasión marina a finales del Mioceno temprano; mientras que la aloformación Kino, se interpreta como el desarrollo de la sedimentación dentro de un complejo deltaico progradante que inicia probablemente durante el Mioceno tardío y se extiende hasta el Holoceno.

A partir de información generada en otras porciones costeras de Sonora y utilizando la presencia de la unidad arcillosa marina como un horizonte de correlación, se sugiere que este tratamiento aloestratigráfico también puede ser aplicado en los deltas del Río Matape en Guaymas y del Río Asunción en Caborca.

ES-07

CAMBIOS DE FACIES Y VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EN SECUENCIAS ESTRATIGRÁFICAS DEL BARREMIANO/APTIANO DEL NORESTE DE MÉXICO

Ricardo Barragán Manzo
 Instituto de Geología, UNAM

Excelentes secciones estratigráficas Barremiano-Aptianas afloran en los Estados de Durango y Nuevo León, Noreste de México. Dos secuencias estratigráficas estudiadas en el área se han dividido en tres unidades litológicas, las cuales han sido descritas como la Formación Cupido, su equivalente lateral, la Formación Tamaulipas Inferior y la Formación La Peña. Análisis de las microfacies de las secciones muestran que la parte superior de la Formación Cupido está caracterizada por biocalcirruditas con rudistas, biocalcarenitas con oolitas y algas, y facies ricas en asociaciones de foraminíferos bentónicos y ostrácodos. Estas facies están relacionadas paleogeográficamente con condiciones sedimentarias dentro de una plataforma carbonatada somera. La Plataforma Cupido fue el elemento paleogeográfico predominante en el Noreste de México del Barremiano al Aptiano temprano. La facies pelágica equivalente en tiempo a la Formación Cupido se extendía hacia el sureste, y está representada por la Formación Tamaulipas Inferior. Los bioclastos más comunes de esta formación son restos de foraminíferos planctónicos, ostrácodos, moluscos y equinodermos. El inicio de la deposición de la Formación La Peña al término del Aptiano temprano se caracteriza por un aumento en los componentes terrígenos y una disminución significativa en la abundancia de la fauna bentónica. Esta formación está caracterizada por una alternancia de margas, lutitas y calizas margosas, que contienen amonitas, foraminíferos planctónicos, ostrácodos y radiolarios hacia la parte superior. La acumulación de la Formación La Peña fue continua durante el resto del Aptiano, registrando los cambios en las condiciones sedimentarias y en la productividad en la columna de agua, lo cual interrumpió de manera abrupta los depósitos carbonatados de la Plataforma Cupido en el Noreste de México. Amonitas índice de la Formación La Peña permiten una correlación de estos cambios sedimentarios en base a la biocronología de estos macrofósiles.

Resultados de los análisis del contenido en carbono/carbonatos sugieren que el cambio de asociaciones ricas en foraminíferos bentónicos de la Formación Cupido a asociaciones pobres en organismos bentónicos de la Formación La Peña, es coincidente con un incremento del carbono orgánico desde menos de 0.5 a más de 18%, respectivamente. Caracterizaciones de los procesos sedimentológicos en el área de estudio permiten posibles correlaciones de los niveles ricos en contenido del carbono orgánico, con eventos disóxicos/anóxicos aptianos reconocidos en otras partes del mundo.

ES-08

CICLICIDAD ESTRATIGRÁFICA DE LA PARTE INFERIOR DE LA FORMACIÓN CUPIDO (NORESTE DE MÉXICO): UN ANÁLOGO PARA YACIMIENTOS PETROLEROS DE PLATAFORMAS CARBONATADAS DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO

Gustavo Murillo-Muñetón¹ y Steven L. Dorobek²¹ Instituto Mexicano del Petróleo² Universidad Texas A&M

La Formación Cupido del Cretácico Inferior forma parte de un amplio sistema de plataforma carbonatada que se extendía desde el noreste de México y subsuelo de la región costera del Golfo (formaciones Sligo y Pettet) hasta la península de la Florida (Formación Pumpkin Bay). Se analizó la arquitectura estratigráfica de la parte inferior de la Formación Cupido en los cañones y/o potreros Huasteca, Potrero García, Potrero Chico, Minas Viejas, El Potrero y Bustamante en el Estado de Nuevo León. En estas localidades la transición margen de plataforma-cuenca está bien expuesta y en el caso del Cañón de Bustamante esta transición se observa a lo largo de afloramientos continuos de varios kilómetros de longitud. El análisis detallado de la distribución vertical y lateral de facies y geometrías de estratos indican que el sistema calcáreo Cupido tenía un perfil depositacional tipo rampa durante el depósito de su porción inferior.

Los principales atributos empleados para identificar ciclicidad estratigráfica en la parte inferior de la Formación Cupido incluyeron: tendencias verticales en la batimetría, tendencias verticales en el tamaño de grano de los componentes carbonatados, cambios en el espesor de los estratos, evidencias de exposición subaérea y diagénesis meteórica, y contenido fósil. Dentro de un contexto de estratigrafía de secuencias, la parte inferior de la Formación Cupido puede dividirse en tres paquetes estratigráficos correlacionables regionalmente, cuyos espesores varían de 25 a 170 m y cada uno caracterizado por una tendencia de grano creciente y facies de aguas más someras hacia su parte superior. Estos paquetes estratigráficos se interpretan como secuencias depositacionales de tercer orden (~1-3 millones de años de duración) o “secuencias de alta frecuencia”. Cada secuencia, consiste en su base de una sucesión dominada por facies de mudstone de aguas relativamente profundas que gradúan verticalmente a facies de packstone y grainstone de bioclastos y peloides de aguas someras. Las facies basales de ambientes profundo representan el tracto transgresivo de la secuencia (transgressive systems tract) y las facies superiores más gruesas y de aguas someras representan el tracto regresivo de la secuencia (highstand systems tract). Estas “secuencias de alta frecuencia” tienen un patrón de apilamiento a mayor escala de tipo progradacional lo que refleja el comportamiento progradacional general de la plataforma carbonatada Cupido. Los principales factores que controlaron la evolución de la plataforma carbonatada Cupido incluyen: el perfil depositacional tipo rampa que heredó la Formación Cupido de la unidad sedimentaria subyacente (Formación Taraisas), la tasa de subsidencia lenta y relativamente uniforme asociada a la etapa temprana de post-rift del Golfo de México, la tendencia mayor de acomodamiento, las condiciones de invernadero del Período Cretácico y el régimen oceanográfico.

La ciclicidad de la parte inferior de la Formación Cupido representa un análogo de yacimientos petroleros

compartamentalizados en una zona de transición de margen de plataforma-cuenca, en los que las facies del tracto regresivo de cada secuencia funcionan como roca almacenadora, mientras que las facies del tracto transgresivo funcionan como roca sello. Un evento de dolomitización masiva asociado a diagénesis de sepultamiento afectó localmente la Formación Cupido y resultó en una distribución más compleja y más amplia de las rocas almacenadoras.

ES-09

NUEVOS DATOS SOBRE LA GEOLOGIA DE LA MARGEN OCCIDENTAL DE LA PLATAFORMA VALLES-SAN LUIS POTOSI

Ruben Lopez-Doncel

Instituto de Geología, Universidad Autonoma de San Luis Potosi

La porción central de México durante principios y mediados del Cretácico se caracterizó como una zona donde ocurrieron grandes transgresiones e inundaciones, las cuales cubrieron parcial hasta totalmente las estructuras positivas aún expuestas. De ese modo se desarrollaron importantes plataformas de aguas someras donde una intensa producción de carbonatos así como el constante desarrollo de cuerpos arrecifales en los bordes de estos las caracterizaron.

Por otra parte alrededor de estas plataformas se encontraron comúnmente zonas con dominio de aguas profundas donde sedimentos de cuenca fueron depositados. Importantes acumulaciones de material proveniente de las zonas de plataforma fueron removilizados a lo largo de una pendiente de talud hacia las zonas de cuenca.

Uno de los mejores ejemplos de estas estructuras paleogeográficas lo constituye la Plataforma Valles-San Luis Potosí (PVSLP), la cual ha representado una de los modelos para el desarrollo de una plataforma aislada mejor documentados.

Los bordes oriental y suroccidental de esta Plataforma así como sus transiciones hacia zonas de cuenca han sido ampliamente descritos por WILSON, CARRILLO-BRAVO, AGUAYO y ENOS entre otros. El borde occidental por el contrario ha sido muy poco estudiado y se conoce así mismo, muy poco de su relación Plataforma -Talud - Cuenca y su transición hacia la llamada Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM).

Estudios sedimentológicos, estratigráficos, paleontológicos y faciales realizados a lo largo de la parte Occidental-Noroccidental del borde de la PVSLP y su transición hacia la CMCM en un área que abarca de las ciudades de San Luis Potosí a Matehuala, S.L.P. nos han permitido distinguir los siguientes detalles:

- Entre la PVSLP y la CMCM corre una franja con un rumbo NNW-SSE de 5 a 10 Km. de espesor en la que se identificaron depósitos de prácticamente todos los niveles del talud y los cuales en litología y génesis pueden ser comparados con los depósitos de la Formación Tamabra del borde oriental de la plataforma Valles-San Luis Potosí.

- Rudstones, Floatstones, Packstones y Grainstones que contienen clastos y componentes de zonas de aguas someras de la plataforma, del arrecife y de la zona de pos-arrecife se intercalan con Wackestones y Mudstones autóctonos, típicos de zonas de cuenca.

- Estos sedimentos fueron depositados en forma de Debris-Flows, Slumps, Turbiditas calcáreas, Grain Flows y en menor grado depositos tipo Talus.

- La asociación Debris Flows-Slumps-Turbiditas y Slumps-Turbiditas son las que ocurren con mas frecuencia. Por el contrario depositos del tipo Talus y Grainstones ocurren solo ocasionalmente.

La litología así como el tipo de deposito de los sedimentos de esta zona de transición son característicos para márgenes abruptos entre plataforma y cuenca.

ES-10

FACIES TURBIDITICAS RELACIONADAS A MOVIMIENTOS OROGENICOS EN EL CENTRO ORIENTE DEL ESTADO DE QUERÉTARO, MEXICO.

R. Hernández Jáuregui¹, J. J. Valencia Islas¹ y V. González Casildo²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional

Se hizo un estudio tectónico sedimentario en la porción centro oriental del estado de Querétaro (Cuenca de flexura de Maconí), con la finalidad de establecer una relación entre la generación de las grandes estructuras geológicas del área de carácter laramídico y el depósito de la Formación Soyatal y obtener un modelo geológico que explicara su depósito.

Los estudios de campo realizados en afloramientos del área de estudio de la Formación Soyatal, permitieron establecer que esta formación además de presentar características de sedimentación sinorogénica, también tiene implícita varias facies típicas de depósitos turbidíticos que indican la intensidad de la actividad tectónica que afectó a las formaciones pre-orogénicas.

Los estudios petrográficos y el análisis sedimentológico hechos en los sedimentos que componen a la Formación Soyatal, indican que efectivamente, se trata de una secuencia que alterna lutitas calcáreas, calizas arcillosas, calizas hemipelágicas y margas, apiladas en típicos lóbulos de turbiditas con facies que en su mayoría son características de corrientes de turbidez de baja intensidad.

Algunos horizontes estratigráficos denotan estructuras sedimentarias relacionadas con la inestabilidad tectónica del margen de la cuenca durante la etapa compresiva laramídica, mientras que otros tienen una disposición prácticamente indescifrable, lo cual es una constante en ambientes tectónicos de cinturones de pliegues y cabalgaduras como es el caso de la zona de estudio.

El sistema turbidítico de la zona de estudio esta compuesto por dos componentes básicos: (1) El componente erosional, ubicado pendiente arriba y tipificado por el alto estructural del banco El Doctor que significaba la fuente principal de sedimentos; y (2) el componente depositacional (cuenca de Maconí) donde se alojan los sedimentos erosionados de la parte alta.

El estudio bioestratigráfico fue de gran importancia por el hecho de que dató no sólo el inicio del depósito de la Formación Soyatal, (Turóniano Medio) sino también el de la Orogenia Laramide en la zona de estudio, considerando para ello la naturaleza sinorogénica de esta formación.

ES-11

DINOFLAGELADOS Y SECUENCIAS DEL NEÓGENO EN EL POZO CHAC MOOL 1, SONDA DE CAMPECHE

Aarón Del Valle Reyes

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

La Sonda de Campeche ha recibido sedimentos desde el Triásico y en el Terciario la cuenca se caracterizó por un gran aporte de sedimentos siliciclásticos. El intervalo Mioceno - Pleistoceno en el pozo Chac Mool 1 está caracterizado por una secuencia de lutitas, lutitas arenosas y areniscas arcillosas, cuya cronoestratigrafía está basada en datos de nanofósiles.

Los dinoflagelados y otros palinomorfos observados permiten distinguir intervalos con carácter marino o continental. Entre las formas observadas, los siguientes taxa marinos, ayudan a identificar ciertos ambientes sedimentarios: *Tuberculodinium vancampoe* (estuario), *Lingulodinium machaerophorum* *Polysphaeridium zohary* y *Selenopemphix* (ambientes costeros) y por último *Impagidinium* (oceánico). En combinación con estos, la abundancia y riqueza de los palinomorfos continentales indican mayor o menor aporte de terrígenos y por lo tanto cercanía a la costa.

En el Pozo Chac Mool 1, se puede observar dos ciclos, donde se observan dos eventos transgresivos y uno regresivo. El primer evento transgresivo se observa desde los 1200 metros y presenta una superficie de máxima inundación a la profundidad de 1020 metros. El evento regresivo se observa en los 980 a 840 metros, en donde disminuyen las abundancias de palinomorfos marinos y continentales. El otro evento transgresivo se observa a partir de los 700 y tiene su superficie de máxima inundación a los 660 metros.

ES-12

PLATAFORMAS CARBONATADAS EN AMBIENTES DE ARCOS VOLCÁNICOS DEL CRETÁCICO INFERIOR EN EL TERRENO GUERRERO, SUR DE MÉXICO

Martin Guerrero Suastegui y Joel Ramírez Espinosa
Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

Durante el Cretácico Temprano calizas de plataforma se presentan alternando con rocas volcánicas y volcanoclásticas del Terreno Guerrero en las áreas de Teloloapan y Zihuatanejo, Guerrero, así como, en la región de Huetamo, Michoacán. Estos depositos de plataforma fueron originados durante el último estadio de evolución o bien en periodos de relativa quietud de arcos magmáticos en los altos topográficos de los mismos edificios volcánicos. Los desarrollos calcáreos exhiben características litológicas y paleontológicas propias en cada área, lo cual permite interpretar una historia contemporánea con los arcos magmáticos, que difiere de la sedimentación calcárea de margen pasivo hacia la parte oriental de estos desarrollos, denominados Plataforma Morelos-Guerrero.

El análisis sedimentológico y estratigráfico de cada una de estas áreas sugiere que el ambiente de depósito de las calizas asociadas a sedimentación volcanosedimentaria exhiben litofacies y características paleontológicas que cambian rápidamente, típico de

ambientes de margen activo. El análisis de litofacies permite inferir de manera general una evolución sedimentaria en tres estadios: 1) depósitos representados inicialmente por el desarrollo de biostromas de rudistas y/o nerineas con matriz volcanoclástica, caracterizando áreas de alta energía en zonas relativamente someras; 2) las calizas continúan con una sedimentación de tipo híbrido, donde es común la alternancia de calizas y sedimentación piroclástica y/o epiclástica fina; y 3) finalmente, se desarrolla un depósito donde predominan calizas formadas en ambientes de intermarea y el desarrollo de parches o montículos arrecifales de rudistas. En la región de Teloloapan las facies arrecifales son cubiertas por depósitos de tormenta, utilizado aquí como un litomarcador de correlación.

A pesar de que la fauna en cada área presenta características propias y algunos de los fósiles (principalmente nerineas y rudistas) han sido también reportados en la Plataforma Morelos-Guerrero, es posible plantear dudas respecto a su contemporaneidad con éstas. El desarrollo de las plataformas calcáreas asociadas a los arcos volcánicos (i.e. Huetamo y Teloloapan) son generalmente de edad más antigua (Aptiano) que el desarrollo de la Plataforma Morelos-Guerrero (Albiano). La correlación litológica utilizando como base una edad aptiana permite inferir que posiblemente la sedimentación en estas áreas asociadas a arcos volcánicos se llevó a cabo del margen Pacífico hacia el Oriente, contrario a la concepción clásica, que postula una migración de las plataformas del Golfo al Occidente. Para corroborar lo anterior, es necesario realizar un estudio bioestratigráfico comparativo más detallado usando especies, géneros o familias específicas en todo el Terreno Guerrero y el bloque conformado por los terrenos Mixteco y Oaxaca.

ES-13

FACIES, PALEOAMBIENTES Y PALEOCLIMAS DEL PALEOCENO - EOCENO DE LA ZONA NORTE DE TIERRA CALIENTE, ESTADOS DE MICHOACÁN Y GUERRERO

Armando Altamira Areyán, Enrique Martínez Hernández y
Elena Centeno García
Instituto de Geología, UNAM

En el área comprendida entre El Limón de Papatzingán (Michoacán) y Cutzamala (Guerrero), se estudiaron las características texturales y composicionales de las rocas sedimentarias más recientes, así como la arquitectura que guardan entre sí los diferentes paquetes litológicos, con lo que se hicieron agrupaciones por litofacies. En esta zona Norte de Tierra Caliente los lechos rojos están constituidos en su parte más antigua expuesta, por secuencias de areniscas masivas (parte media de abanicos aluviales), que gradúan estratigráficamente a paquetes conglomeráticos (rellenos de canal), los cuales están cubiertos de manera transicional por alternancias rítmica de limolitas a areniscas muy finas (planicies de inundación con desarrollo de miles de horizontes de paleosuelos). Sobre yaciendo a estas capas, se manifiestan horizontes de areniscas gravillentas (lóbulo de abanicos aluviales) que transicionalmente aumentan hacia arriba en su granulometría hasta conglomerados cuyos clastos son predominantemente calcáreos (rellenos de canal y partes distales de los abanicos aluviales). A partir de este conglomerado se inicia el vulcanismo que se encuentra interestratificado con la secuencia sedimentaria, la actividad ígnea está representada por coladas ácidas a intermedias, depósitos piroclásticos y epiclásticos que se depositaron mientras se llevaba a cabo la sedimentación fluvial.

Esta última representada por areniscas muy finas a limolitas (planicies de inundación y paleosuelos), conglomerados (lóbulo gravillento) y calizas lacustres.

La mayoría de los palinomorfos contenidos dentro de los paleosuelos están representados por el Grupo Normapollis con *Pseudoplicapollis*, *Myrtaceipollenites*, *Nudopollis* y *Trudopollis pertrudens*. Otros palinomorfos de importancia bioestratigráfica son el Grupo Momipites *microcoriphaeus* (sensu Nichols, 1973), *Caryapollenites* y *Momipites aff. tenuipolus*. De acuerdo con los rangos de ciertas taxas, tales como *T. pertrudens*, la edad máxima asignada para las rocas muestreadas es de Paleoceno Tardío. Estas rocas fueron descritas hacia el sur del área como la Formación Cutzamala y se pensaba que eran de edad Cretácica. En el área han sido descritas como parte de la Formación Balsas, y/o Formación Tzitzio y Serie Tafetán. Sin embargo en este estudio se concluye que las capas rojas podrían subdividirse al menos en tres sistemas de cuencas sucesivas. El tipo de palinoflora recuperada de los paleosuelos, indica asociaciones autóctonas con poco o nulo transporte, sugiriendo una temperatura calurosa de clima paratropical, donde prevaleció el bosque deciduo a elevaciones aproximadas de mil metros sobre el nivel del mar. Los datos paleoambientales a partir de los paleosuelos están en concordancia con los palinomorfos y sugieren depósitos de planicies de inundación, asociados con zonas de anegamientos temporales donde se depositaron las calizas.

ES-14

CONGLOMERADOS ROJOS DEL CENTRO DE MÉXICO Y VULCANISMO ASOCIADO: INDICADORES DE EXTENSIÓN EPISÓDICA DURANTE EL TERCIARIO TEMPRANO Y MEDIO

Torres-Hernández J.R.¹, Tristán-González M.¹, Labarthe-Hernández G.¹, López-Doncel R.¹, Aranda-Gómez J.J.², McDowell F.³, Ortega A.², Vasallo L.² y Solorio J.G.²

¹ Instituto de Geología, UASLP

E-mail: jrortorres@uaslp.mx

² Instituto de Geología, UNAM

³ University of Texas, Austin

En trabajos recientes de cartografía en el límite San Luis Potosí y Zacatecas hemos identificado afloramientos de conglomerados rojos distintos de los reportados por Edwards (1956) y una secuencia conglomerática "no roja" entre la que se intercalan rocas piroclásticas. Ambas secuencias continentales parecen haberse depositado en semifosas tectónicas e indican que fallamiento, vulcanismo y sedimentación fueron sincrónicos.

Ponce (1986) asignó a los conglomerados rojos de Zacatecas una edad Paleoceno-Eoceno medio. Este rango de edad es dado porque las rocas volcánicas interestratificadas con los conglomerados dan una edad radiométrica de ~47 Ma, y por la identificación de polen del género *Bernapollenites sp.* (Nájera-Garza, 1997), cuyo alcance de edad es Paleoceno-Eoceno temprano. A los conglomerados rojos de Guanajuato, por estudios paleontológicos de vertebrados (Ferrusquía, 1987) y por el fechamiento de una lava andesítica intercalada entre estos (~49 Ma), se les asigna una edad Eoceno medio a tardío. Además, están cubiertos por rocas volcánicas del Eoceno tardío (37.0±3.0 Ma). Otra lava andesítica intercalada con conglomerados rojos continentales al SE de Ahualulco, S. L. P. fue fechada en 44.1±2.2

Ma por Labarthe *et al.* (1982). Las capas rojas de Pinos, Zac. incluyen una ignimbrita con una edad K-Ar de 29.9 ± 2.5 Ma.

La secuencia de “conglomerados no rojos” intercalada con rocas piroclásticas incluye conglomerados cribados (sin matriz). La unidad piroclástica más extensa contenida en éstos, es la Ignimbrita Guanamá (32.7 ± 1.6 Ma: Labarthe y Jiménez, 1997), indicando una edad Oligoceno medio para la secuencia conglomerática. La ignimbrita antes citada y otros cuerpos volcánicos han sido cortados a distintas profundidades por pozos perforados en fosas tectónicas de orientación N-S y N-NE entre Chupaderos, Zac. y La Herradura, S.L.P., indicando fallas normales escalonadas. Al norte de Pinos, Zac. también existe una ignimbrita de 27.1 ± 0.6 Ma, intercalada con conglomerados continentales no rojos. Otro manto delgado de conglomerados “no rojos” (Conglomerado Halcones) se depositó en semifosas tectónicas de orientación NW-SE en las inmediaciones de la ciudad de San Luis Potosí, sobre depósitos piroclásticos de 25.3 ± 0.5 Ma. Estos datos confirman edades Eoceno medio a Oligoceno medio para los conglomerados rojos y rocas volcánicas asociadas, y edades Oligoceno medio a tardío para los conglomerados no rojos del centro de México.

Los conglomerados rojos presentan basculamiento hasta de 50° al N. Las fallas normales principales tienen orientaciones N45-85°W y buzan al SW y presentan un arreglo tipo dominó. Sobrepuerto a este sistema existen fallas más jóvenes. Los conglomerados no rojos se inclinan 10° a 20° al NE y se acumularon en depresiones tectónicas con orientación NW-SE. Estos depósitos están ahora expuestos en pilares tectónicos limitados por fallas normales N-S y N-NE, que constituyen algunas de las estructuras más notables de la región. En la región de Pinos se ha observado el contacto entre ambos conglomerados existiendo entre ellos una discordancia angular. Lo anterior indica que en el Centro de México la sedimentación, vulcanismo y fallamiento, sucedieron durante al menos dos periodos de extensión durante el Terciario temprano y medio.

ES-15

NUEVOS CONCEPTOS SOBRE LA RELACIÓN DE SUELOS ROJO Y LA TECTÓNICA DE CENTRO Y OESTE DE MÉXICO

John A. Randall Roberts
Universidad de Guanajuato

Los afloramientos de suelos rojos en el centro al oeste de la República han sido estudiados en los Estados de Jalisco, Michoacán, Zacatecas, Durango y Guanajuato en donde hay parches de suelo residual que ha sobre vivido a la rápida erosión característica de la Sierra Madre Occidental y la Mesa Central.. En este trabajo se refiere a suelos ya maduros con una predominancia de minerales secundarios, mayormente hematita, arcillas y esencialmente nada de mineralogía primaria ; solamente se nota cuarzo en escasos granos restantes. En esto se distinguen los mencionados suelos rojos maduros de los andosoles rojos en el eje neovolcánico Mexicano que son rojos en color pero contiene muchos restos de minerales primarios muy susceptibles al intemperismo como piroxenos y hasta fragmentos de roca. Otro suelo rojo que se puede confundir con los del tema de este trabajo son los desarrollados como regosoles inmaduros sobre el Terciario rojo en los cuales también abundan minerales primarios. Los suelos rojos de mineralogía secundaria y textura madura alcanzan tres metros de grosor en los Altos de Jalisco en donde cubren un ancho

semi continuo de 60 kms. En sentido este-oeste. Su mineralogía es semejante en los afloramientos mencionados y se caracteriza por una abundancia de plaquitas de hemática que muestran una alta resistividad en sondeos eléctricos verticales que se han realizado para caracterizar la transición desde la superficie y el material parental; este puede ser casi cualquier tipo de roca o sedimento. En la parte sur-central de Durango, se observaron suelos alóctonos de este tipo que se habían sido erosionados de las colinas hacia los valles ; aún así el material rojo hematítico estaba intacto. Al contrario de otros compuestos de hierro férrico sobre todos los hidratados, la hemática es bastante estable en un ambiente semiárido , dándose de entender que el mineral mas común en estos suelos es simplemente hemática. La tesis de este trabajo consiste en hacer hincapié en que un suelo rojo de este tipo no debe de formarse en un ambiente seco, semiárido tendiendo a templado. Este tipo de suelo tiene su formación en climas cálidos e húmedos de la costa. De hecho, en varios afloramientos de sitios de 1800 mts. sobre el nivel mar o más se encuentran suelos grises o cafés formados actualmente arriba de los suelos rojos. Muchos autores han propuesto levantamientos en bloques de Sierras entre la costa y la Mesa Central, se propone aquí que estos suelos rojos son testigos de una formación mas cerca al nivel del mar y que han sido levantados muy rápidamente a su cota actual. Por ejemplo en la Sierra de Guanajuato, los derrames basálticos pleistocénicos han sido cortados por fallas longitudinales así mostrando levantamientos de un kilometro en un máximo de 1-2 m.a.

ES-16

DEPÓSITOS MASIVOS DEL PLEISTOCENO TARDÍO ASOCIADOS AL COLAPSO DEL FLANCO SUR DEL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA (COLOMBIA)

Bernardo Pulgarín¹, José Luis Macías² y Héctor Cepeda²

¹ INGEOMINAS, Colombia

E-mail: uop@emtel.net.co

² Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: macias@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

E-mail: hcepeda@ingegomin.gov.co

El Complejo Volcánico Nevado del Huila (CVNH), con 5,364 msnm, está situado en el SW colombiano y consta de 4 centros eruptivos principales, llamados picos Norte, La Cresta, Central y Sur. Hace aproximadamente 46,000 años A.P., colapsó el flanco S, originando una gran avalancha de escombros que viajó 14 km hacia el S hasta el río Páez bloqueando el cauce del mismo. El flujo alcanzó velocidades hasta de 130 m/s a 7.5 km del origen y de 50 m/s, al llegar río Páez, antes de detenerse contra la pared granítica W del valle del río Páez, con un tiempo total de recorrido de 3.0 minutos. El depósito tiene un espesor mínimo de 150 m, cubrió una superficie de 36 km² con un volumen aproximado de 5.4 km³ y un H/L de 0.17. Por sus características morfológicas la avalancha de escombros se divide en tres zonas, que desde el inicio hasta la parte distal comprende: zona de montículos, zona de lóbulos y zona de terraza, las cuales por su continuidad, reflejan la transformación de la avalancha de escombros hasta un flujo de escombros.

La ausencia de material juvenil y de depósitos de oleadas piroclásticas asociados al depósito, así como la presencia de minerales de arcilla en el depósito y la ocurrencia del Sismo de Páez, el 06-06-94, con epicentro a 10 km al SW del volcán, sugiere que la causa del colapso volcánico fue la debilidad del edificio volcánico (por alteración y fracturamiento), probablemente asociado a actividad sísmica.

La acumulación de estos escombros sobre el valle del río Páez ocasionó su represamiento y originó un lago con un volumen $< 0.5 \text{ km}^3$, el cual tardó aproximadamente 3 días en rellenarse. El rompimiento de la represa dio origen a un flujo de escombros que avanzó por lo menos 67 km a lo largo del valle del río Páez. El flujo de escombros alcanzó una velocidad mínima de 26 m/s en los primeros 32 km, disminuyéndola gradualmente, en las curvas del valle. El flujo de escombros formó una terraza a lo largo del valle del río Páez, cubriendo un área cercana a los 82 km², con espesor promedio de 100 m y un volumen aproximado de 4 km³; morfológicamente se divide en una zona inicial de canal estrecho y otra final, de canal amplio. Los componentes de este depósito complejo de avalancha de escombros/flujo de escombros, son principalmente de lavas andesíticas con diferentes texturas y estados de alteración y un contenido $< 3\%$ de fragmentos del basamento.

El estudio sedimentológico de los depósitos muestra el predominio de fracciones de grava, para ambos, con valores cercanos o mayores a 50% y modas dominantes localizadas entre las fracciones -6ϕ y -4ϕ . Los parámetros estadísticos de las distribuciones granulométricas, en general muestran valores del tamaño promedio de fragmentos entre -2ϕ y -3ϕ , para el depósito de avalancha y entre 0.1ϕ y -2.5ϕ , para el de flujo de escombros del Páez y en ambos depósitos muy mala clasificación de las partículas y asimetría hacia las fracciones más finas. El contenido de arcilla varía con la distancia recorrida, pero en general, aumenta en ambos depósitos. Los minerales de arcilla y las estructuras en rompecabezas encontradas en ambos depósitos tanto a escala macroscópica como microscópica, indican que están genéticamente relacionados y podrían considerarse como un mismo evento que sufrió varias transformaciones a lo largo de su recorrido. El depósito de avalancha se emplazó de manera masiva al inicio pero luego sufrió transformaciones hacia porciones más diluidas y el depósito de flujo de escombros del río Páez, se emplazó mediante un mecanismo de acreción normal controlado por la gravedad en los primeros 32 km (con gradación normal) y luego fue dominado por una depositación selectiva (gradación inversa), en la cual la fuerza boyante de la matriz cohesiva en la parte inferior, mantuvo los clastos mayormente en la porción superior.

Si un evento de esta magnitud ocurriera en el futuro pondría en peligro a más de 400,000 habitantes a lo largo del valle del Páez y parte del valle del río Magdalena, con daños incalculables.

ES-17

NUEVA LOCALIDAD DEL PALEOZOICO SUPERIOR AL NOROESTE DE ACATLÁN, PUEBLA

Joel Ramírez¹, Antonio Flores¹, Blanca Buitrón², Alicia Silva² y Daniel Vachard³

¹ Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

² Instituto de Geología, UNAM

³ Université de Lille. France

La localidad se sitúa en el primer arroyo al norte de la comunidad de Los Hornos de Zaragoza, en el camino que comunica los poblados de Tehuiztzingo y San Pedro Cuayuca en el estado de Puebla. En línea recta, el afloramiento se encuentra a 15 km al sureste de Patlanoaya y a 25 km al noroeste de Acatlán.

La secuencia, de un espesor aproximado de 60 m, consiste de tres horizontes litológicos en una sedimentación continua con

cambios transicionales tanto vertical como lateralmente. De la base a la cima presenta: a) un conglomerado de aproximadamente 25 m de espesor constituido principalmente de fragmentos pequeños de feldespato y cuarzo (de 1 a 2 cm de diámetro), y en menor proporción de fragmentos volcánicos de composición básica, la matriz es areno-limosa con los mismos componentes, la cima del conglomerado se caracteriza por una gradación a areniscas de grano grueso a medio con variaciones a areniscas calcáreas de grano fino; b) unidad de caliza fosilífera de 8 m de espesor formada por horizontes y lentes irregulares de estratificación delgada a mediana, se observan laminaciones y delgados horizontes de pedernal, texturalmente está constituida de un packstone-grainstone de bioclásticos de gasterópodos, equinodermos y bivalvos, algunos horizontes presentan abundantes fusulínidos y crinoides; c) en un cambio transicional las calizas gradúan a una secuencia de areniscas de grano medio a fino y lutitas de color negro, se observan estructuras de gradación, laminación y huellas de icnofósiles. La asociación faunística determina una edad Leonardiana del Pérmico Temprano.

La secuencia descrita sobreyace, en un contacto discordante y tectonizado, al granito de La Noria-Hornos de Zaragoza del Devónico Tardío (371 Ma), y a la secuencia volcánica-sedimentaria de la Formación Tecamate ambos del Complejo Acatlán. A diferencia con la región de Patlanoaya y Olinalá, la secuencia está intensamente deformada en pliegues cerrados y recumbentes con una vergencia al WNW, a su vez, la cima es cabalgada por la Formación Tecamate siguiendo un plano NS, lo que explica y hace más evidente su deformación. La edad de deformación se considera post-Permiana, posiblemente Jurásica o bien Laramídica por las estructuras regionales del Terreno Mixteco.

ES-18

PALINOESTRATIGRAFÍA Y AMBIENTES DE LA FM. COAYUCA, IZUCAR DE MATAMOROS

Martínez-Hernández Enrique y E. Ramírez-Arriaga
Instituto de Geología, UNAM

Esta investigación es parte del proyecto «Palinoestratigrafía de la Fm. Balsas. Implicaciones cronoestratigráficas y ambientales», cuyo objetivo es el fechamiento de las facies lacustres y continentales que caracterizan a parte de dicha formación en el sur de México. Las inferencias estratigráficas sobre la Fm. Balsas, dan una edad que comprende desde Cretácico Tardío al Oligoceno (Fries, 1960, C'erna *et al.* 1980, C'erna, 1983), lo que indica un diacronismo en la deposición de dicha unidad.

Por primera vez en base a polen fósil, se obtiene datos cronoestratigráficos en la extensión más oriental de dicha Fm. en Tepexi de Rodríguez Puebla, donde los datos arrojan una edad de Eoceno Tardío a Oligoceno Temprano (Martínez y Ramírez, 1996 y Martínez y Ramírez, en prensa).

A fin de continuar con la prospección palinoestratigráfica en el sur de México, se decidió muestrear la Fm. Coayuca para determinar los cambios florísticos que se daban después del Eoceno, ya que dicha formación fué establecida por Fries (1966), en la parte suroriental de la Hoja Cuernavaca como perteneciente al Mioceno.

Las secciones estudiadas, pertenecientes a la Fm. Coayuca en el Cerro del Calvario, al poniente de Izucar de Matamoros, Coayuca, arrojaron resultados palinológicos que indican una edad

eocénica a oligocénica para dicha formación. Posteriormente se muestrearon los estratotipos de la Fm. Coayuca, en las cercanías del pueblo de San Antonio, Coayuca, corroborándose la edad Paleógena para dicha formación.

La florula recuperada es en parte similar a los conjuntos palinológicos en la región de Tepexi de Rodríguez, con presencia del complejo Momipites, Picea, Pinus, Corsinopollenites, Eucommiadites, Caryapollenites, Armeria, Platycaria, Pandanus, escasas gramíneas y compositas. La diferencia principal de la florula de la Fm. Coayuca es la presencia de facies de pantano con abundancia del Stereosporites spp. y Cicatricosisporites paradorogensis. El ambiente lacustre se confirma por la abundancia de algas dulceacuicolas como Spirogira, Tetraporina, y ficomas de agua dulce.

En conclusión, los palinomorfos recuperados de la Fm. Coayuca, parecen indicar que ésta pertenece al Paleógeno y en consecuencia se podría considerar como parte del Grupo Balsas sensu Fries (1960).

ES-19

DATACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS POR EL MÉTODO K/AR MEDIANTE GLAUCONITAS

Solé Jesús
Instituto de Geología, UNAM

La datación absoluta de rocas sedimentarias siempre ha sido problemática cuando éstas no contienen fósiles. En el caso de rocas carbonatadas los métodos más usados son el paleomagnetismo y la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Para las rocas detríticas las dificultades son mayores. El objetivo del presente resumen es exponer una breve revisión de uno de los principales métodos de datación de niveles estratigráficos. Se presentará la metodología que debe usarse para seleccionar y procesar las muestras que contienen glauconita con fines geocronológicos, mostrándose varios ejemplos de datación por los métodos K/Ar y Ar/Ar de material glauconítico del NE de la Península Ibérica.

La glauconita es un mineral del grupo de las micas dioctaédricas de composición general $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}) (\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg})_2 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2$. Es similar a la illita, pero parte de su aluminio octaédrico está substituido por Fe y Mg. Su principal catión interfoliar es el K, de ahí su interés como geocronómetro K-Ar. Tiene estructura monoclinica y se presenta como granos o pátinas de color verde claro a verde oscuro, a veces negro. La glauconita se forma únicamente en medio marino por sustitución del sustrato, especialmente pellets fecales, bioclastos y filosilicatos. Puede remplazar a casi cualquier material, pero su crecimiento requiere de la presencia del agua marina, que le aporta los cationes indispensables. Es necesario que la interfase agua/sedimento esté próxima (de unos centímetros a un máximo de un metro).

Esta substitución catiónica es lenta y requiere de decenas a centenares de miles de años para completarse. El elemento K sirve como control del grado de substitución, puesto que se añade a la estructura del mineral progresivamente, desde niveles muy bajos (entre 0 y 1% de K en peso) en los primeros estadios de formación, hasta la glauconita bien cristalizada con aproximadamente 8% de K. Por medio de este elemento se caracteriza a la glauconita como naciente (<2% K₂O), ligeramente evolucionada (4-6% K₂O), evolucionada (6-8% K₂O) y muy evolucionada (>8% K₂O).

Durante décadas se pensó que su presencia en los niveles sedimentarios marinos era indicativa de baja profundidad. Los estudios realizados en los años setenta y ochenta muestran que la glauconita se forma actualmente en el fondo marino sin que la profundidad sea un factor decisivo. Por lo tanto, la presencia de glauconita no es indicativa de aguas someras, aunque en muchas ocasiones se forma a unos 100-200 m de profundidad. El factor más importante para su formación es en realidad una tasa de sedimentación muy baja o nula durante largos períodos de tiempo. Si la tasa de sedimentación es rápida, la glauconita incipiente no puede desarrollarse, pues el sedimento acumulado encima del posible nivel glauconítico impedirá el intercambio catiónico con el agua marina. En este caso o no se forma glauconita o esta es poco evolucionada (bajo contenido en potasio). Esto explica su presencia abundante en muchos niveles de suelos marinos endurecidos (hard grounds), que tienen a menudo otras características como la presencia de fosfatos o acumulaciones de restos fósiles, depositados durante largo tiempo en épocas de sedimentación casi nula.

En México se ha citado la presencia de glauconita en varios afloramientos, pero casi nunca ha sido usada con fines de datación o correlación. Creemos que sería interesante una revisión sistemática de los estudios estratigráficos o sedimentológicos publicados para detectar la presencia de glauconita y su posible utilidad geocronológica.

ES-20 CARTEL

APLICACIÓN DE LA CORRELACIÓN GRÁFICA EN UNA SUCESIÓN DEL CENOMANIANO-TURONIANO EN LA CUENCA DE GUERRERO-MORELOS

Noem Aguilera Franco¹ y Norman Macleod²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo, Geociencias

² Department of Palaeontology, The Natural History Museum, London, UK

Diversas secciones estratigráficas de la Cuenca Guerrero-Morelos que incluyen el límite Cenomaniano-Turoniano, fueron correlacionadas mediante el método de correlación gráfica. Esta técnica fue basada en las primeras y últimas apariciones de fósiles (bioeventos) así como eventos de extinción del conjunto fósil. La aplicación de esta metodología, permitió comprobar la sincronidad de los eventos y establecer su potencial de correlación, sobre todo en donde el conjunto fósil es escaso y/o mal preservado o en cambios laterales de facies, como es el caso de este trabajo. Así mismo, la consideración de tasas relativas de espesor de roca, permitió inferir intervalos con tasas de sedimentación constante, niveles condensados o no depositados (hiatus), haciendo posible el establecimiento de una correlación más confiable.

Varios bioeventos, fueron identificados y parecen ser intervalos sincrónicos con gran potencial de correlación cronoestratigráfica regional y global. Dichos bioeventos son: a) La última aparición de Pseudorhapydionina dubia en el Cenomaniano superior; b) La última aparición de la mayoría de los grandes foraminíferos bentónicos en la parte superior del Cenomaniano superior. La mayoría de hiatus o intervalos condensados caen dentro de la parte superior de la Zona de Pseudorhapydionina dubia y la parte inferior de la Zona de Whiteinella archaeocretacea.

La sección de referencia del estándar compuesto y el establecimiento de las unidades de tiempo permitió la subdivisión de la sucesión del Cenomaniano-Turoniano en intervalos

equivalentes de tiempo. La distribución de los hiatus entre las secciones, muestra diferencias sistemáticas entre ambientes marinos someros y ambientes pelágicos. Las secciones depositadas en ambientes de rampa media-externa parecen estar más completas hacia el límite Cenomaniano-Turoniano. En contraste, en las secciones en donde se registró sedimentación pelágica, la parte inferior de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea* esta ausente. La discrepancia en los ambientes parece estar relacionada con el ahogamiento de la Plataforma que comenzó del noroeste de la cuenca, con la continuación de condiciones marinas abiertas someras (rampa media-externa) hacia la parte centro-oriental de la cuenca.

ES-21 CARTEL

INTEGRACION BIOCRONOESTRATIGRAFICA Y BIOSECUENCIAS DEL MESOZOICO EN EL POZO AZTLAN (SURESTE DE MEXICO)

María Ornelas Sánchez, Sonia Franco Navarrete, Mónica Granados Martínez y Victoria González Casildo
Gerencia de Geociencias, Instituto Mexicano del Petróleo

El pozo Aztlan, se localiza en la porción central del Estado de Tabasco, Sureste de México, su columna estratigráfica comprende del Oxfordiano al Maastrichtiano y es una secuencia marina carbonatada en la que se observa una sucesión de facies de plataforma somera semi-restringida (intermarea-submarea y lagunar) a facies de talud y cuenca.

Durante el Oxfordiano se depositaron calizas marinas someras con algas codiáceas (*Cayeuxia kurdistanensis*), solenoporáceas (*Solenopora* sp.) y udoteáceas (*Arabicodium* sp. A. cf. *aegraphyloides* y *Bouenia* sp.), así como foraminíferos bentónicos y ostréidos en ambiente de plataforma somera en facies de submarea.

Para el Kimmeridgiano temprano, un aumento relativo del nivel del mar es interpretado por el depósito de facies de plataforma abierta y caracterizado por la presencia de estomiosféricos tales como *Stomiosphaera moluccana* y *Hemistomiosphaera parvula*.

En el Kimmeridgiano inferior-superior, la plataforma tuvo una variación de facies de intermarea, banco oolítico y laguna. Los bancos oolíticos están representados por calizas oolíticas y pelespatitas con una microfauna representada por algas calcáreas (*Acicularia elongata elongata*, *Cayeuxia kurdistanensis* y *Lithophyllum*) y foraminíferos bentónicos (*Pseudocyclammina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Mesoendothyra* cf. *croatica*, *Everticyclammina virguliana* y *Glomospira* sp.) En las facies lagunares se desarrollaron las dasicladáceas *Acicularia elongata elongata*, *A. jurassica*, *Salpingoporella grudii*, *Acroporella* sp., *A. podolica*, las codiáceas *Cayeuxia kurdistanensis* y otras algas verdes *Thaumatoporella* sp. Mientras que en las facies de intermarea, el conjunto biótico es escaso y mal conservado.

Para el Titoniano, un aumento del tirante de agua en la plataforma provocó la desaparición de faunas y floras bentónicas de condiciones someras restringidas y la primera aparición de los calpionélidos *Crassicollaria parvula*, *C. massitiniana*, y *Calpionella alpina* característicos de condiciones de mar abierto y cuenca.

Durante el Berriasiano-Valangianiano Medio persistieron las mismas condiciones pero con los calpionélidos *Calpionellopsis simplex*, *C. oblonga*, *Lorenziella hungarica*, *Tintinnopsella*

carpathica y *T. longa*, además de *Calpionella alpina* en el Berriasiano y *Calpionellites darderi*, *Tintinnopsella carpathica*, *Lorenziella hungarica*, *Tintinnopsella longa* y los nanocónidos *Nannoconus colomi* y *N. steinmanni* minor en el Valanginiano.

Del Hauteriviano al Aptiano persistieron las condiciones de cuenca pero con otros conjuntos faunísticos. Un aumento en la profundidad del agua así como condiciones de alta productividad orgánica, causó la desaparición de la mayoría de los calpionélidos del Valanginiano, y la aparición de nanocónidos (*Nannoconus boneti*, *N. bermudezi*, *N. colomi* y *N. boneti*) y foraminíferos planctónicos (*Globigerinelloides ferreolensis*, *G. maridalensis*, *Hedbergella excelsa* y *H. trocoidea*) que continúan hasta el Aptiano.

Durante el Albiano-Cenomaniano el predominio fue de los calciferúlidos *Pithonella ovalis*, *Calcisphaerula innominata*, *Bishopella ornelasae* y *B. diazi*. característicos de facies de plataforma externa, coexistiendo con *Favusella washitensis*.

Del Cenomaniano al Maestrichtiano las facies variaron de plataforma externa a talud y cuenca con predominio de foraminíferos planctónicos representados por *Pessagnella coarctata*, *Dicarinella hagni*, *Marginotruncana sheegansi*, *Dicarinella canaliculata*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana calcarata* y *Globotruncana havanensis*.

ES-22 CARTEL

VARIACIÓN SEDIMENTOLOGICA DE LAS BAHÍAS DE AKUMAL Y MEDIA LUNA, QUINTANA ROO

Marquez-García, Antonio Zoilo, Pérez- Aguilar, Virginia y Salas-Colunga, Ricardo
Lab. de Geología y Limnología, Depto de Hidrobiología.
Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

Durante los meses de marzo y julio del año 2000, se muestreo la Bahía de Akumal y de la Media Luna en 11 estaciones de monitoreo, 6 en playa y 5 en la zona prearrecifal a profundidades menores de 10 metros.

El análisis sedimentológico de las muestras se llevo a cabo por el método de tamizado de acuerdo a Folk y Ward (1957) y el análisis de la composición mineralógica se realizo por microscopio estereoscópico en muestra de grano.

La Bahía de la Media Luna presenta en el mes de marzo un predominio de arenas medias, bien clasificadas, simétricas, mesocurticas, mientras que para el mes de julio prevalecen arenas gruesas de moderada a muy bien clasificadas, simétricas y muy leptocúrticas, es notorio que en las dos épocas se ve reflejado en los sedimentos las condiciones de secas y lluvias.

Para la Bahía de Ahumal, en marzo esta presente la arena muy fina, de moderadamente bien clasificado a mal clasificado, teniendo una asimetría hacia arenas muy finas, muy leptocúrticas, mientras en el mes de julio predomina arena media de moderadamente clasificada a mal clasificada, simétricas muy platocúrticas al igual que la bahía anterior se nota claramente las condiciones de secas y lluvias, sin embargo la Bahía de Akumal, presenta una textura de sedimentos más fina que la Bahía de la Media Luna, a pesar de que la Bahía de Akumal es una Bahía abierta, donde la zona arrecifal esta protegiendo y disminuyendo la energía del oleaje de manera más efectiva en comparación con la Bahía de la Media Luna que es una bahía cerrada.

En cuanto a composición mineralógica la Bahía de Akumal para el mes de marzo predomina Biocalcarenita micritica y para el mes de julio Biocalcarenita, en el caso de la Bahía de la Media Luna para las dos épocas de muestreo son Biocalcarenitas, es importante recalcar que gran parte de estos sedimentos presentan algunos materiales antropogénicos como son vidrios, hidrocarburos y plásticos.

ES-23 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LA CUENCA DE BEAZLEY, SAN LUIS, ARGENTINA

Giaccardi A., H. Ulacco y D. Aguilera

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad

Nacional de San Luis, Argentina

E-mail: ulacco@unsl.edu.ar

La Cuenca de Beazley ocupa una importante porción de territorio en la provincia de San Luis, extendiéndose entre la zona Sur de la Sierra de San Luis y el Río Desaguadero en sentido Este-Oeste, y desde el Norte de la Sierra de El Gigante hasta el Sur de la Sierra de Varela en sentido meridiano, cubriendo una superficie aproximada de 5000 km².

El relleno de la Cuenca se compone de sedimentos de origen continental y en menor medida vulcanitas acumulados durante el Mesozoico y Cenozoico. La columna estratigráfica se inicia con rocas del basamento cristalino del Precámbrico-Paleozoico inferior (esquistos-gneises-migmatitas) y se continúa con la Formación Permo-Triásica Cerro Varela (riolitas-ignimbritas-tobas), cubierta por las sedimentitas del Mesozoico y Cenozoico correspondientes al Grupo del Gigante, Formación San Roque y Las Mulitas.

La disposición estratigráfica y estructural, el condicionamiento geomorfológico evolutivo sobre el paisaje, el sistema de drenaje actual y las características provenientes de cada una de las etapas de su desarrollo, componen una interesante fuente de información que ha sido analizada desde las siguientes líneas internas de investigación: Estratigrafía y Estructura Geológica, Geofísica, Geomorfología, Hidrogeología y Geoquímica.

La integración de diversos datos (perforaciones, líneas sísmicas y análisis químicos), ha permitido obtener un modelo preliminar de la evolución tectosedimentaria de la Cuenca. El mismo, en este sentido, tuvo su periodo máximo de colmatación y subsidencia entre el Triásico inferior y el Cretácico superior (rift y sinrift), disminuyendo la tasa de sedimentación en el Terciario inferior a medio, correspondiente a las Formaciones San Roque y Las Mulitas. Dicha secuencia sedimentaria tiene un espesor máximo total de 4000 m.

Desde la fase inicial del Ciclo Andico, el sistema distensivo imperante sufre una inversión tectónica generándose una etapa compresiva desde el Mioceno-Plioceno hasta el presente. La primera fase de la etapa compresiva ha estado representada por un ascenso y basculamiento de bloques de basamento. Las estructuras, presumiblemente generadas en el Terciario superior, están representadas por plegamientos asociados a fallas lítricas con planos buzantes al Este. Estas últimas se encuentran en el límite occidental de la cuenca, en el sector Sur de la Sierra de El Gigante.

La morfología del sustrato rocoso de la cuenca, basada en la interpretación sísmica, presenta un perfil transversal asimétrico en sentido Este-Oeste. El límite más abrupto se ubica hacia el Este, con el depocentro muy próximo continuándose hacia el Oeste con pendiente más suave. El límite oriental descripto podría corresponder a un borde de cuenca, representado por el basamento cristalino aflorante de la Sierra de San Luis y Varela, el cual la separaría de la Cuenca de Mercedes.

Desde el punto de vista geomorfológico e hidrogeológico la configuración superficial de la cuenca no es totalmente coincidente con su expresión en el subsuelo.

EC-01

IS THE COAST RISING? EVIDENCE OF HOLOCENE RELATIVE SEA LEVEL CHANGES FROM TIDAL NOTCHES AND MARINE TERRACES IN SOUTHWEST MEXICO

Maria Teresa Ramirez Herrera¹, Jose Juan Zamorano², Raul Gutierrez Calderon² and Jaime Urrutia Fucugauchi³

¹ Department of Geological Sciences, California State University

² Instituto de Geografia, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Tidal notches and marine terraces are landforms formed in coastal areas in relation to past sea levels, and are widely used as indicators of rates and patterns of tectonic activity. Examination of uplifted notches and terraces in the complex plate boundary setting of southwestern Mexico reveals the need for considerable care in their interpretation. The Pacific margin of Mexico, Jalisco, is an active tectonic coastline. It parallels the Middle American Trench where the Rivera plate subducts northeastward at approximately 2.0-2.3 cm/yr beneath the North American plate. This coast has experienced two of the largest earthquakes to occur in Mexico this century: the 1932 (Mw 8.2) and the more recent 1995 (Mw 8.0) earthquakes. Field observations reveal that the coast of Jalisco exhibits tidal notches on coastal outcrops at elevations ranging from 1.0 to 4.5 m above m.s.l. at Barra de Navidad to Cuitzmala. Marine terraces at Punta Mita range in elevation from 5.7 to 9.8 m above m.s.l. Preliminary C14 ages of marine shells collected from beach deposits at the platforms of marine terraces and algae collected inside notches provided dates of progressive emergence of these Holocene features. We propose that these landforms (dating from 1 to 3 ka BP) formed when the sea level, in the northern neighbor coast, Nayarit, has reached present sea level (Curry, et al., 1969). Subsequent tectonic uplift raised the notches and terraces above sea level. More dated features of past sea levels are needed to interpret absolute changes of sea level and rates of tectonic uplift during the Quaternary on the Pacific coast of southern Mexico.

EC-02

TERRAZAS MARINAS DEL PLEISTOCENO TARDIO DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA BAHIA DE LA PAZ , B.C.S., MEXICO

Enrique H. Nava-Sánchez¹, Robert Douglas², Donn Gorsline², Jorge Méndez-Sánchez¹, Raúl Miranda-Avilés¹ y Elizabeth Perez Bravo¹

¹ Depto. de Oceanología, CICIMAR, IPN

² Dept. Earth Sciences, USC

E-mail: enava@redipn.ipn.mx

Los sedimentos de las terrazas de la cuenca La Animas, localizada en la porción noroeste de la Bahía de La Paz, fueron depositados en un ambiente similar al de una bahía somera formada posiblemente durante el estadio alto del nivel del mar del Pleistoceno tardío (120 Ka). En aquel tiempo el mar inundó un relieve fluvial, de colinas bajas, en donde las porciones altas formaron islas. Las depresiones (paleocauces de arroyos) formaron cuerpos de agua de poca energía, por lo que fueron inicialmente rellenadas con sedimentos lodosos, los cuales se observan con poca cantidad de fósiles. La abundancia de fósiles se incrementa hacia capas superiores, en donde se observan horizontes con abundantes

rodolitos, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos. La parte superior de la mayoría de las terrazas esta coronada por arrecifes de coral, bien desarrollados y sobre estos, en algunas partes, se observan depósitos de playa, lo que indica una regresión. La mayoría de los depósitos de terrazas localizados a lo largo de la línea de costa actual están cubiertos por dunas litorales estabilizadas por vegetación. La línea de costa en la parte interna de la paleobahía de Las Ánimas esta a 25 m sobre el nivel del mar actual, o sea 17 m por encima del máximo nivel del mar durante el Pleistoceno tardío, registrado por diversos autores en diferentes partes del mundo. Se asume que esta diferencia corresponde al levantamiento de la península en esta porción.

La porción interna de la paleobahía de Las Ánimas fue de menor energía que la actual, observada en esta parte de la Bahía de La Paz, y presentaba colinas de relieve bajo al pie del escarpe principal de falla. En estas porciones los depósitos de terrazas están compuestos de sedimentos pardos que varían ampliamente en tamaño, desde arcillas y limos, hasta boleas y bloques. En algunos puntos se observan depósitos antiguos de abanico-deltas, asociados a depósitos recientes de la misma naturaleza.

EC-03

GEOMORFOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE UNA PORCIÓN DE LA COSTA SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Janette M. Murillo de Nava, Enrique H. Nava Sánchez, Alberto León Manilla, Lucio Godínez Orta y Vera Camacho Valdéz

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

El área de estudio se localiza en la porción más al sur de la península de Baja California, entre los 110°00' y 109°30' longitud Oeste y entre los 23°05' y 23° 52' latitud Norte. El área de estudio comprende la zona costera entre los depósitos eólicos al Oeste de Cabo Falso y la porción más al norte de la Bahía de San José del Cabo. A esta porción costera se le ha denominado localmente como el corredor turístico de los Cabos.

Con el objeto de identificar los principales rasgos geomorfológicos del área de estudio, se analizaron fotografías aéreas escala 1:70,000 (INEGI, 1993), mapas topográficos escala 1:50,000 (INEGI, 1982) y se hicieron caminamientos y recorridos en lancha a lo largo de la costa.

Los rasgos más sobresalientes en esta zona son: depósitos de playa, depósitos eólicos activos e inactivos, zonas de acantilados en proceso de erosión, y un estuario. Otro rasgo sobresaliente es el ancho de las playas el cual es una banda muy estrecha intercalada por zonas rocosas de material granítico. El ancho de la banda de depósitos de playa parece estar principalmente relacionada al grado de inclinación de la plataforma e intensidad del oleaje, así como a la cantidad de material aportado por las principales cuencas de drenaje y plataforma continental interna.

Los sedimentos a lo largo de la playa de las bahías muestran tamaños de grano de arena fina a media, simétrica a sesgada hacia los gruesos, y las playas expuestas o no protegidas muestran arena media sesgada a los gruesos, esto indica que los arroyos que están siendo alimentados por las dos principales cuencas de drenaje están aportando sedimento fino a las playas de las bahías en donde el sedimento es retenido en estos ambientes por ser zonas de menor

energía, a diferencia de las zonas expuestas en donde probablemente el material fino es lavado y depositado en la plataforma continental externa. En la plataforma continental interna los sedimentos son principalmente arenas medias sesgadas a los gruesos. Los datos texturales y geomorfológicos de los sedimentos de los diferentes ambientes sedimentarios como son eólico, playa y plataforma muestran principalmente dos factores físicos dominantes en el área, vientos dominantes provenientes del noroeste, y una fuerte energía de oleaje con dirección predominante Noreste dentro de la bahía (Febrero), y Noroeste y Sur fuera de la bahía (Noviembre).

EC-04

ANÁLISIS FAUNÍSTICO Y DISTRIBUCIÓN DE FORAMINÍFEROS BÉNTICOS EN AMBIENTES EXTREMOS PERTENECIENTES A DOS PROVINCIAS OCEANOGRÁFICAS: CORRIENTE DE CALIFORNIA Y GOLFO DE CALIFORNIA

Ana Bertaud de León y Juan Carlos Herguera García
Depto. de Ecología Marina, División de Oceanología, CICESE

Dentro de los ecosistemas marinos existen una gran cantidad de habitats, o ambientes locales a los que se han adaptado los foraminíferos bénticos. Las poblaciones están controladas por factores bióticos, tales como: mortalidad, reproducción, predación y por factores abióticos que influyen sobre su actividad y condicionan su distribución, diversidad y abundancia. Algunos de estos factores abióticos son: concentración de nutrientes, materia orgánica y oxígeno disuelto, entre otros. El contenido de oxígeno y la cantidad de materia orgánica tienen un efecto muy notable sobre la distribución de los foraminíferos. El aporte de materia orgánica a la interfase agua sedimento consume oxígeno al degradarse por consumo biótico lo que condiciona que estas aguas tengan un contenido en O₂ menor que el que tendrían en superficie. En las aguas intermedias del Pacífico Norte este consumo por oxidación de la materia orgánica unido a la pobre ventilación de estas masas de agua llegan a forzar una zona con concentraciones muy bajas de oxígeno. En estas condiciones las asociaciones de foraminíferos muestran una baja diversidad y alta dominancia de algunos taxones. Favoreciendo el desarrollo de organismos oportunistas con capacidad de adaptarse a estas condiciones ambientales extremas. En el presente trabajo se determinó la composición de especies de cada uno de los ambientes extremos, en un gradiente de concentración de oxígeno, así como el cambio de las asociaciones faunísticas con la profundidad, realizando además una comparación entre ambas zonas oceanográficas. Los núcleos utilizados fueron colectados en Cuenca la Paz y Cuenca Pescadero para el Golfo de California y la Cuenca San Lázaro y margen meridional de la Península de Baja California en la Corriente de California.

EC-05

ESTUDIO PALEOCEANOGRÁFICO Y GEOQUÍMICO EN LOS SEDIMENTOS LAMINADOS DEL HOLOCENO DE LA BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA

Ligia Pérez-Cruz¹, Adolfo Molina-Cruz¹ y Angel Callejón-Giménez²

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² University of Houston

Se utilizaron *proxies* paleoceanográficos y geoquímicos con el propósito de entender los mecanismos que han controlado la formación de sedimentos laminados en la Bahía de la Paz durante los últimos 8,000 años cal BP, aproximadamente. Se propone que la formación de las láminas oscuras son el resultado de una depositación proporcionalmente mayor de terrígenos (silicoaluminatos) que biogénicos, y que están asociadas a condiciones climáticas cálidas-templadas, en donde concurre principalmente el Agua Superficial Ecuatorial. Bajo este escenario, la termoclina es muy marcada y se encuentra por debajo de la zona eufótica inhibiendo la mezcla vertical y la renovación de nutrientes. Debido a estas condiciones hay muy poca productividad y por lo tanto una baja tasa de acumulación de plancton síliceo y cálcareo en el fondo.

Las láminas claras son el resultado de condiciones climáticas cálidas y áridas que inducen el ascenso de la termoclina hasta la zona eufótica. Esto propicia la renovación de nutrientes y mejora la productividad, que a su vez favorece el desarrollo de las comunidades planctónicas. Estas láminas se caracterizan por una mayor abundancia y diversidad de radiolarios, específicamente de especies indicadoras de alta productividad, así como de una mayor abundancia de plancton calcáreo. Las proporciones de Ca, provenientes del CaCO₃ de las testas de microfósiles tienen mayor significado en estas láminas.

Los sedimentos laminados de la Bahía de la Paz, a diferencia de otras regiones del Golfo de California, son un ejemplo de un sistema depositacional en donde el flujo de sedimentos es fundamentalmente de origen terrígeno con un aporte biogénico menos evidente ("blooms" episódicos) y no reflejan una variabilidad anual o interanual, ya que cada lámina representa alrededor de 5 a 7 años.

EC-06

HISTORIA DE LA DEPOSITACION DE SEDIMENTOS BIOGENICOS EN LA CUENCA DE LA PAZ A PARTIR DE LOS CONTENIDOS DE CARBONO Y OPALO EN DOS NUCLEOS DE CAJA

Gladys Bernal y Juan Carlos Herguera
Depto. de Ecología, División de Oceanología, CICESE

La Cuenca de La Paz, en la margen occidental del Bajo Golfo de California, presenta condiciones óptimas para la preservación de sedimentos laminados y las partículas biogénicas provenientes desde el océano superficial. Los principales sedimentos biogénicos acumulados en esta cuenca son Carbono orgánico, Carbono inorgánico y Opalo, que junto con los sedimentos terrígenos constituyen prácticamente el 100% de la depositación en la localidad. Estos tres componentes fueron medidos en dos núcleos de

sedimentos y se encontró que la historia de acumulación en ambos es muy similar, indicando variaciones que afectan a los dos sitios de muestreo, posiblemente superficiales. El porcentaje relativo de ópalo biogénico tiene una alta correlación positiva con el índice de Carbono orgánico sobre Carbono inorgánico (Co/Ci), y negativa con el Carbono inorgánico. Esta característica puede explicarse por variaciones en la productividad, que cuando es mayor favorece la acumulación de ópalo en el sedimento. A su vez, la razón Co/Ci aumenta, ya que se favorece la preservación del Carbono orgánico transferido desde la columna de agua al sedimento. En cambio, el Carbono inorgánico aumenta cuando disminuye el ópalo, como ocurriría bajo condiciones superficiales más oligotróficas.

EC-07

APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR, EN REGISTROS DE ALTA RESOLUCIÓN DE LA CUENCA DE SAN LÁZARO

Beatriz Contreras Ruíz Esparza y Juan Carlos Herguera García
Depto. de Ecología Marina, División de Oceanología, CICESE

Con la finalidad de probar la eficacia del método revisado de análogos (RAM) en la reconstrucción de la temperatura superficial del mar (TSM) en registros de alta resolución, se aplicó este método a datos de foraminíferos plácticos provenientes de 4 núcleos de la cuenca de San Lázaro.

El método desarrollado por Waelbroeck *et al.*, (1998), está basado en la técnica moderna de análogos (MAT) y en el método de aproximación indirecta. Comparado con otras metodologías, el RAM mejora notablemente la reconstrucción de TSMs en el océano presente y reduce el error de estimación de las TSMs del pasado.

Modificamos el programa original, al que cambiamos el índice de disimilitud por la distancia de cuerda real. Las reconstrucciones de la TSM obtenidas reducen el error que obteníamos antes de la modificación, y la serie de tiempo es más parecida a las temperaturas instrumentales (COADS).

Para evaluar las fuentes de error en la reconstrucción se hicieron diferentes pruebas: se generaron series de tiempo utilizando 13 y 9 especies solamente; de la base de datos de referencia se eliminaron los núcleos ubicados en latitudes mayores de 30 y 40 grados; se aplicó el método a datos publicados de otras localidades para explorar si hay una desviación en la reconstrucción consistente con la situación geográfica y se utilizaron los primeros 50 años de dos de los núcleos para la calibración sobre la que basamos la reconstrucción del resto de la serie.

EC-08

EVOLUCIÓN DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA EN LOS ÚLTIMOS DOS SIGLOS CON BASE EN EL REGISTRO MICROPALÉONTOLOGICO

Machain-Castillo Ma. Luisa, Molina-Cruz Adolfo, Bernal
Rocío Guadalupe y Herguera Juan Carlos
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Las microfaunas de radiolarios y foraminíferos bentónicos recuperadas de sedimentos laminados en la Cuenca de San Lázaro

(Baja California), registran los cambios ocurridos en la Corriente de California durante los últimos dos siglos.

Los datos micropaleontológicos obtenidos en este estudio, sugieren que tanto la intensidad como la temperatura de esta corriente han variado a través del tiempo. Durante la mayor parte del siglo XIX, las asociaciones de radiolarios y foraminíferos bentónicos reflejan que las condiciones dominantes tanto en la superficie, como en el fondo, eran similares a las presentes en ambientes típicamente influenciados por la Corriente de California-aguas frías y altamente productivas en la superficie y con bajo contenido de oxígeno en el fondo. Las incursiones de agua subtropical son frecuentes, y eventos tipo «El Niño» son poco evidentes.

Datos preliminares de Pb-210 indican que a partir de los 1880's hay una mayor inestabilidad en el sistema y se presenta una mayor influencia de las aguas subtropicales, reflejada en el fondo por variaciones en la concentración de oxígeno disuelto.

EC-09

CAMBIOS EN LA CIRCULACION OCEÁNICA DE LAS AGUAS INTERMEDIAS A ESCALA GLACIAL INTERGLACIAL: REGISTROS DEL PACÍFICO NORTE

Juan Carlos Herguera, Adolfo Molina-Cruz y Maria Luisa
Machain del Castillo
Division de Oceanología, CICESE
E-mail: herguera@cicese.mx
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Recientemente se han publicado resultados de sedimentos continentales y marinos que muestran la existencia de cambios climáticos rápidos, con períodos milenarios, en el Pacífico Norte. (Thunell and Mortyn, 1995; Kotilainen and Shackleton, 1995; Kennett and Ingram, 1995, Lowell *et al.*, 1995, van Geen *et al.*, 1997, Lund and Mix, 1998; Mix *et al.*, 1999; Stott *et al.*, 2000). Estos cambios y su velocidad relativa nos plantea varias cuestiones críticas sobre la naturaleza del forzamiento de la variabilidad observada. Su naturaleza externa al sistema climático o como respuesta interna a eventos desencadenados en el Atlántico Norte y propagados al Pacífico Norte o generados en otro lugar geográfico dentro del sistema climático pero independientes del Atlántico Norte es una pregunta que aun permanece abierta. La cronología, tempo y magnitud de estos cambios son críticos para establecer las conexiones entre procesos climáticos de importancia regional y global con la variabilidad oceánica. Nuestra estrategia consiste en caracterizar la cronología y profundidad o magnitud de estos cambios en la circulación de las aguas intermedias del Pacífico Norte que nos arroje una luz sobre la dinámica del cambio climático durante períodos cálidos, como el presente Interglacial u Holoceno, y durante períodos fríos como el último Máximo Glacial (15 a 20 Ka) y durante la transición entre ambos.

En este trabajo vamos a presentar resultados de distintos trazadores de la estructura térmica y contenido en nutrientes de la termoclina principal del Pacífico Norte que nos permitan evaluar la magnitud y variabilidad temporal a escala Glacial Interglacial de los cambios que se han producido a estas profundidades y a su vez constreñir cuando y como se produjeron éstos en las aguas superficiales. Los tiempos y las magnitudes relativas conllevan importantes implicaciones sobre los cambios climáticos que los

forzaron y sus consecuencias para el ciclo biogeoquímico del Carbono en el océano.

EC-10

LATE HOLOCENE CLIMATE CHANGE AND MESOAMERICAN PREHISTORY

Roger Byrne

Geography Department, University of California, Berkeley

Several investigators have claimed that late Holocene climate change was an important factor in Mesoamerican prehistory. However, these claims have been difficult to substantiate because in key areas such as the Central Highlands of Mexico and the Mayan lowlands, the paleoecological record is often heavily impacted by human disturbance. In the pollen record, for example, it is not always easy to distinguish between human-induced change and climatically induced change.

In this paper I review paleoclimatic evidence from highland and lowland Mesoamerica which indicates that there were important teleconnections between the two areas. I will also propose that these teleconnections involved long term shifts in the longitudinal position of the sub tropical high pressure cells. Supporting evidence for this interpretation will also be presented in the form of 750mb height anomalies and precipitation trends during the second half of the twentieth century.

Finally, a few selected archaeological case studies will be considered in the light of the paleoclimatic evidence presented earlier; for example, the late Classic retreat of the agricultural frontier in northern Mesoamerica and the Maya decline in the northern Peten.

EC-11

SHORT TERM CLIMATIC CHANGE IN LAKE SEDIMENTS FROM LAKE ALCHICHICA, CUENCA DE ORIENTAL, MÉXICO

Margarita Caballero¹, Francisco Valadez², Beatriz Ortega¹, Jose Luis Macias¹ and Yoko Sugiura³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Facultad de Ciencias, UNAM

³ Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

A 10 m core was extracted near the town of Almoloya, from the eastern part of lake Chignahuapan, Upper Lerma Basin, for palaeolimnological and paleoclimatic studies. Diatom, chemistry, loss on ignition and magnetic susceptibility data together with 14-C dates indicate the following sequence:

- Late Pleistocene (22,000 to 10,000 yr BP) lacustrine environment in Chignahuapan was relatively stable, diatom assemblages suggest that the maximum glacial and particularly the late glacial (15,000-10,000 yr BP) were colder than today, with limited weathering and soil forming processes.

- Holocene conditions were unstable, with shifts between diatom floras dominated by several taxa such as *Fragilaria* spp., *Cocconeis placentula* and *Nitzschia amphibia*. Diatoms indicate a general increase in alkalinity and nutrient levels, which can be related with warmer conditions.

Early Holocene (10,000-8,000 yr BO) shows shallow water by the time when the TCT was deposited.

Mid-Holocene conditions show the recovery of the lake levels and the establishment of a shallow freshwater to slightly alkaline shallow lake or swamp.

Late-Holocene (4,000- present) shows a dry period by ca. 4,000 – 3,500 yr BP that is interrupted by a warm, moist interval with high weathering and soil formation. Another dry episode peaks between ca. 1,500 and 1,200 yr BP. Correlation with the archaeological record is difficult, but it seems that the Classic period started during the previous warm-wet phase but mostly developed during this last dry interval. An Epi-Classic horizon in the sequence exactly correlates with the end of this dry period showing that the occupation of this artificial island was possible due to low lake levels. Sediment above the archaeological horizon shows an increase in *Fragilaria* spp. that can be taken as a sudden increase in lake levels marking the end of the human occupation of this artificial island.

EC-12

FLUCTUACIONES AMBIENTALES EN EL PALEOLAGO DE ZACAPU A PARTIR DEL REGISTRO DE DIATOMEAS EN EL CUATERNARIO. RESULTADOS PRELIMINARES

María Jannet Arias Juárez y Isabel Israde Alcántara

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Este trabajo forma parte de un proyecto de grupo que tiene como objetivo conocer los paleoclimas del centro de México en el Cuaternario en varias regiones. Se presentan la zona del paleolago de Zacapu en el que se pretende correlacionar los cambios ambientales registrados en dos sitios, el primero corresponde a 10 metros de un pozo artesiano en el límite occidental de la actual cuenca y el segundo a un núcleo extraído en el centro de la actual cuenca. Se cuenta hasta ahora con un fechamiento.

Las asociaciones de diatomeas en la zona oeste (Sitio 1), indican la existencia de un lago profundo con *Stephanodiscus* spp. dominante, que se fue convirtiendo paulatinamente en la zona litoral del antiguo lago de Zacapu, con macrofitas en el que se desarrollaba flora de ambientes alcalinos (*Epithemia adnata* y *Cocconeis placentula*).

Este periodo viene interrumpido por una constante actividad volcánica en la que se depositan 4 metros de ceniza volcánica y epiclastos.

La secuencia culmina con *Staurosira* spp. que indica un lago somero con tendencia a ser alcalino para el Holoceno.

El núcleo extraído del centro de la actual cuenca (Sitio 2), en su base dominan las formas epifíticas, entre ellas *Cymbella*, *Navicula* y *Cocconeis* indicando un ciénega alcalina con abundante vegetación acuática entre los 40 y 50k. y a.P.

Para periodos mas recientes se observan condiciones circumneutrales a ligeramente ácidas que se manifiestan con *Eunothia*, sin embargo *Staurosira construens* y *Cocconeis placentula* son las formas dominantes indicando un lago de aguas bajas y alcalinidad media.

Evidencias de fluctuaciones de profundidad, turbidez y alcalinidad en el paleolago son muy constantes en ambos sondeos, estos están influenciados por abundante actividad volcánica.

EC-13

PALEOCLIMATIC AND PALEOENVIRONMENTAL STUDY OF PLEISTOCENE-HOLOCENE SEDIMENTS FROM CUITZEO LAKE

Isabel Israde Alcantara¹, J. Urrutia Fucugauchi² and V.H. Garduño Monroy¹

¹ Depto. de Geología, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo

² Instituto de Geofísica, UNAM

Initial results of a paleoclimatic and paleoenvironmental study of the Pleistocene-Holocene sedimentary sequence of Cuitzeo Lake are reported. The lake, located in the northern Michoacan volcanic uplands, has a tectonic origin related to transtensive and distensive processes. At present, it is a hypertrophic, shallow lake with mean depth of 0.76 m and maximum depths of 1.85 m in its eastern sector. Towards the west, water level is only a few cm. This study is based on a 27 m long core, drilled in its central zone. Here, we concentrate on the magnetic properties and sediment chemistry. Chronological control is provided by nine AMS radiocarbon dates for the shallow section down to 9.10 m (42,000 yr B.P.). Results document that Cuitzeo Lake experienced several climatic and environmental changes, with more humid phases in the late Pleistocene. Sediment chemistry and diatoms suggest that before about 50,000 yr the lake was a fresh water eutrophic system. There are records for two fairly humid periods around 50,000 and 100,000? yr. From 42,400 yr to present, there were episodes of aridity and erosion, with the lake becoming a shallow alkaline and saline water body. There is a hiatus between 8,830 and 17,605 yr B.P. The diatom record suggests that drainage from the lake was substantially reduced. This interval correlates also with major volcanic activity. The observed hiatus correlates with regional observations in central Mexico (e.g., Chalco basin). Evidence of low lake levels are also observed at other basins in central Mexico, e.g., Zacapu, Texcoco and Patzcuaro. From 2,000 yr B.P. to present, there is a clear tendency to arid conditions, with Lake Cuitzeo becoming shallow, with saline and turbid waters. Magnetic susceptibility shows an apparent cyclicity, with maxima every 3 m for the complete core. This may represent an increase in detrital input (erosion), which occur within the two humid periods, at samples 108-112 (50,000 yr) and 205-208 (100,000 yr).

EC-14

DINÁMICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES HOLOCÉNICAS EN UN SITIO DE ALTA MONTAÑA DEL CENTRO DE MÉXICO

Socorro Lozano-García¹ y Lorenzo Vázquez Selem²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geografía, UNAM

Se presentan los resultados iniciales del análisis polínico de un núcleo de 450 cm de profundidad perforado en el valle Agua el Marrano en la ladera NW del volcán Iztaccíhuatl a una altitud de 3860 m. El sitio corresponde a una depresión sin drenaje superficial cerrada por una morrena terminal, y aislada del drenaje principal del valle. Los sedimentos represados por la morrena comenzaron a

acumularse al retirarse el frente del glaciar aproximadamente a los 10,000 años AP. La falta de drenaje superficial favoreció la acumulación de materia orgánica y probablemente produjo condiciones pantanosas.

El núcleo tiene una profundidad de ca. 450 cm y topa con grava gruesa o bloques en la base. Se estima que la secuencia abarca la totalidad del Holoceno. La cronología se estableció con base en fechas de ¹⁴C y tefracronología. A 314 cm aparece una ceniza gris clara fechada en 8,770±80 ¹⁴C años AP mediante fragmentos de carbón inmediatamente subyacentes. Fragmentos similares de carbón a 358 cm arrojan una edad de 9,290±150 años AP. A 150 cm de profundidad se reconoce una pómez pliniana del Popocatepetl fechada por diversos autores en 5,000 ¹⁴C años AP en las cercanías de ese volcán.

Un bloque de la cresta de la morrena terminal a 15 m del sitio del núcleo fue fechado mediante el método del isótopo cosmogénico ³⁶Cl en 10,000±400 años AP (equivalentes a años ¹⁴C calibrados). Los fechamientos por ¹⁴C y ³⁶Cl sugieren que el glaciar formador de la morrena se retiró poco antes de 10,000 años calendáricos AP.

El registro palinológico obtenido, muestra la aparición de elementos pioneros como son los pastos al inicio de la secuencia, y posteriormente el establecimiento de un conjunto de plantas pertenecientes al pastizal alpino (*Arenaria*, *Draba*, *Plantago*). El conjunto de polen del Holoceno temprano y medio es predominantemente local, destacando la ausencia y/o la reducida presencia de elementos pertenecientes a los bosques de coníferas y mixtos, a pesar de la amplia capacidad de dispersión que presenta el polen de estas comunidades. Hacia el Holoceno tardío, se documenta la incorporación de otros elementos principalmente *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Abies* y *Arcethobium* dentro de los conjuntos polínicos, estos taxa forman parte de las comunidades boscosas. Los resultados obtenidos muestran la sucesión de las comunidades vegetales, iniciando la colonización del sitio por parte de pastos, para posteriormente dar lugar al establecimiento del pastizal alpino. Finalmente se registra la elevación de la línea arbolada con el desarrollo del bosque de coníferas hasta alcanzar las condiciones actuales.

EC-15

REGISTRO PALINOLÓGICO EN EL LAGO DE CUITZEO. IMPLICACIONES AMBIENTALES EN LOS ÚLTIMOS 35 KA. A.P.

Velázquez Durán Rodrigo¹, Israde Alcantara Isabel¹ y Lozano García Ma. Socorro²

¹ Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

² Instituto de Geofísica, UNAM

Este trabajo forma parte de una investigación multidisciplinaria, con el fin de caracterizar los cambios ambientales del Cuaternario Tardío en distintas cuencas del centro de México.

El lago de Cuitzeo se localiza en el Cinturón Volcánico Transmexicano, en la Subprovincia de Mil Cumbres. Actualmente se tiene la presencia de un clima templado subhúmedo para las partes altas y un clima templado seco para las zonas bajas de la cuenca.

El análisis del registro palinológico, en los primeros 6 m de un núcleo de 27 m de longitud, permite observar cambios en la

composición florística y altitudinal de los bosques de la región e interpretar las variaciones en las condiciones de humedad para los últimos 35 ka A.P.

Se registran 7 zonas ambientales en el espectro polínico. La primera durante parte del Pleistoceno Tardío (35 ka A.P.) en la que dominan los bosques abiertos de pino, mientras en el lago se tiene ausencia de registro palinológico.

Sucesivo entre 26-22 ka A.P. se establece vegetación no arbórea y en el lago la profundidad disminuye. Para el máximo glacial (21-17 ka A.P.) se tiene la reducción de los bosques por la presencia de condiciones secas, mientras en el lago las temperaturas oscilan alrededor de los 25°C. Durante el postglacial (17-12 ka A.P.) las condiciones ambientales mejoran paulatinamente, alcanzando el óptimo durante la primera parte del Holoceno (10-5 ka A.P.) En los últimos 5,000 años A.P. se tiene el registro de la influencia humana en la región.

Los resultados demuestran, que en los últimos 35 ka A.P. el lago ha registrado fluctuaciones climáticas y fisiográficas variadas en la cuenca del lago de Cuitzeo.

EC-16

SALTON SINK (CUENCA SALTÓN), HUNDIÉNDOSE AÚN? OBSERVACIONES DE NIVELACIÓN DE PRIMER ORDEN, GPS Y MÁS

J. Javier González-García y J. Alejandro González-Ortega
CICESE

La Cuenca Saltón (Salton Sink) es una provincia fisiográfica en el contacto entre las placas Pacífico y Norteamérica en el borde fronterizo entre Estados Unidos y México. Es la continuación de la depresión donde se aloja el Golfo de California hacia la parte continental y de hecho alberga (al menos?) dos pequeños segmentos de extensión cortical (Brawley y Cerro Prieto). Si esta es una cuenca en activo, el hecho de que desde 1934 el aporte sedimentario se haya interrumpido por la construcción del sistema hidráulico de la presa Hoover, ello debe permitir observar la necesaria deformación vertical asociada a una cuenca extensional.

Aquí presentamos una revisión de los datos de nivelación de primer orden obtenidos por DETENAL/CFE para el período de 1977-79 en el Valle de Mexicali (parte centro-sur de la Cuenca Saltón) y los comparamos con observaciones recientes de GPS para el período 1993-97 realizadas en una gran parte de la cuenca y sobre todo para el área cercana al Campo Geotérmico de Cerro Prieto (CGCP). Además, utilizamos información recabada por el USGS para el Valle Imperial.

Los resultados reportados (USGS) son 3.5 cm/año de hundimiento, obtenidos con nivelación de primer orden (3 sondeos de 1972 a 1977), para la zona SE del actual Salton Sea, es decir, el extremo SE de la Falla San Andrés. Aquí mismo los resultados de observación GPS (tipo campaña) indican una deformación horizontal con deslizamiento a rumbo NW que cubre el 70-80% de la deformación que predice el modelo Nuvel-1A para el contacto entre las placas Pacífico y NA de ~5.0 cm/año.

La interpretación de los datos de nivelación revisados para el Valle de Mexicali (tres observaciones en 2 años) es alentador; ya que además de detectar el hundimiento del terreno en la cercanía del CGCP, logra registrar el movimiento vertical cosísmico causado por

el temblor Imperial del 15 de octubre de 1979. Cuatro son los resultados a destacar:

1. Hundimiento de 2.0 cm para el CGCP de 1977 a 78 y un incremento a 3.5 cm/año para 1977-79.
2. Movimiento vertical diferencial máximo de 11.5 cm asociado a la parte central de la Falla Imperial, en la frontera México/EUA. Desplazamiento cosísmico.
3. La evidencia de un levantamiento del orden de 1 cm de la masa rocosa que une al volcán Cerro Prieto con el extremo SE de la Sierra Cucapá; previamente se ha inferido aquí la existencia de una falla lateral izquierda que hemos denominado Puente Cruz. En el cruce de esta falla con la Falla Cucapá ocurrió el hipocentro del temblor M ~5.4 del 7 de febrero de 1987. Bautizaremos este evidente rasgo topográfico como levantamiento San Alejandro (San Alejandro uplift).
4. Los movimientos diferenciales causados por el temblor Imperial permiten especular sobre la existencia de un ramal de la Falla Cerro Prieto la cual tiende a unirse con la Falla Imperial. Aquí denominamos a este probable rasgo Falla Yarzalonso con rumbo N ~28°E y una longitud de ~16 km. Esta falla sería la contraparte de la denominada San Adrián (González-García, 1998) la cual liga a la Falla Imperial con la Falla Cerro Prieto en un rumbo S 27°W.

Los resultados de GPS para 1993-1997 (@ 20 años después) indican una clara zona de subsidencia entre las Fallas Imperial y Cerro Prieto. Además, se obtienen valores diferenciales en la componente vertical de hasta 11 cm/año para un sitio cercano a la Falla Imperial y 5 cm/año para un sitio cercano a la Falla Cerro Prieto. Que tanto de esta deformación es tectónica y que tanta es inducida por la actividad industrial. Al momento creemos que ~60% es inducida y 40% es tectónica.

Si esta deformación está ocurriendo significativamente en el extremo SE de la Falla Imperial (Ejido Saltillo) es muy probable que también esté ocurriendo en el extremo SE de la Falla San Andrés (Mar Saltón) en un ambiente tectónico similar. Comparativamente el movimiento tectónico horizontal (GPS) y el vertical (nivelación) son del mismo orden de magnitud en estas zonas de deformación crítica dentro de la Cuenca Saltón. Estamos investigando los valores de componente vertical para 3 estaciones permanentes GPS que tienen ya 18 meses operando en la región en la región del Saltón Sea.

González-García, J. J., 1998. Mapa Sismo y Neo-Tectónico del Valle de Mexicali. Resumen en la 1a. Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Fac. de Ciencias, UNAM, México, D.F.

EC-17

MAGNETISMO AMBIENTAL EN UN PALEOSUELO HOLOCENO DESARROLLADO EN SEDIMENTOS FLUVIALES CENOZOICOS TARDÍOS DE BUENOS AIRES (ARGENTINA)

Walther A.M.¹, Orgeira M.J.^{1,2}, Favier Dubois², Vásquez C.^{1,2}, Bohnel H.³ y Molina R.³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

² Universidad de Buenos Aires, Argentina

³ Unidad en Ciencias de la Tierra, UNAM

Se realizó un estudio de magnetismo ambiental en una secuencia de sedimentos fluviales pleistoceno tardío-holocenos asignados a la Formación Luján (Buenos Aires, Argentina) en un sitio cercano a la Ciudad de Luján. Los resultados obtenidos sugieren que durante la pedogenésis, que afectó el material en estudio se produjo una disolución parcial de la magnetita y/o titanomagnetita constituyente original del sedimento. La datación OCR (oxidizable carbon ratio) de este proceso edáfico lo ubican en el Holoceno tardío.

En la llanura Chacopampeana afloran depósitos cuaternarios en gran parte de origen fluvial. Estos han sido asignados sensu lato al ciclo sedimentario "Postpampeano". El perfil estudiado, de 3m de potencia, está integrado por sedimentos areno-limosos hacia la base (correspondientes al Miembro Guerrero, Formación Luján; Fidalgo y otros, 1973) con restos de fauna extinguida. A éstos le suprayacen depósitos finos limo-arcillosos con abundantes moluscos fluviales (*Litoridina sp.* y *Planorbis sp.*) y frústulas de diatomeas (correspondiente al Miembro Río Salado, Fm Luján).

En el perfil se desarrolla un suelo enterrado holoceno tardío. Las dataciones OCR efectuadas sobre la materia orgánica del mismo proporcionan una edad mínima de inicio de 2350 ± 70 YBP (ACT # 4282) y una edad máxima de sepultamiento de 285 ± 10 YBP (ACT # 4283). Las características observadas en el campo indican que este suelo puede caracterizarse como un Molisol, que presenta un horizonte B con estructura prismática y gran desarrollo vertical de sistemas radiculares. A lo largo de todo el perfil edáfico se observó un importante contenido de materia orgánica.

Luego de efectuar una limpieza del afloramiento (descartándose aproximadamente los primeros 50 cm de la capa meteorizada), se efectuó un muestreo sistemático continuo del material sedimentario; cada muestra representa un horizonte de 5 cm de espesor vertical. Las muestras fueron secadas a temperatura ambiente y homogeneizadas siguiendo técnicas tradicionales de cuarteo.

Se midió la susceptibilidad magnética (X) a dos frecuencias con un susceptibilímetro Bartington MS2 y se determinaron los parámetros de histéresis (coercitividad Hc; coercitividad de la remanencia Hcr; magnetización de saturación Ms; y magnetización remanente de saturación Mrs) con un magnetómetro de vibración Micromag.

Los resultados de X indican un marcado decrecimiento de este parámetro en todo el paleosuelo, en particular en el horizonte BC, con respecto a la parte basal del perfil (horizonte C del paleosuelo en cuestión). Asimismo se puede inferir que no existe de una fracción magnética superparamagnética (SP) significativa. Sobre la

base de los valores de coercitividad determinados puede inferirse que el mineral ferromagnético presente es una fase cúbica como magnetita y/o titanomagnetita (Dankers, 1968). El tamaño de partícula predominante es pseudo dominio simple (PSD) (Day *et al*, 1977), existiendo una fracción multidominio (MD) asociada a la anterior en parte de las muestras estudiadas.

Finalmente, la relación X/Ms a lo largo del perfil edáfico indica que no hay variaciones significativas del tamaño de partícula magnética adjudicables al proceso pedogenético. Consecuentemente, se atribuye la disminución de la susceptibilidad magnética a una disminución de la concentración de magnetita y/o titanomagnetita. Dicha disminución puede asociarse a una disolución parcial de las partículas magnéticas constituyentes del material parental durante el proceso edáfico. La alta concentración de materia orgánica detectada en el paleosuelo habría generado el aumento de acidez del medio, lo que facilita la disolución de los minerales magnéticos presentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Fidalgo, F., de Francesco, F.O. y Colado, U., 1973, Geología superficial de las hojas Castelli, J.M. Cobo y Monasterio (Pcia. de Buenos Aires). Actas V Congreso geológico Argentino. Tomo 4. Buenos Aires: 27-39.
- Dankers, P.H.M., 1978, Magnetic properties of dispersed natural iron-oxides of known grain sizes. Ph.D. Thesis. Rijksuniversiteit te Utrecht, Netherlands, Utrecht, 143p.
- Day, R., Fuller, M. and Schmidt, V.A., 1977, Hysteresis properties of titanomagnetites: grain size and compositional dependence. Phys. Earth Planet Int., 13: 260-267.

EC-18

ESTUDIO MAGNÉTICO DE ROCAS Y DE PALEOINTENSIDADES DE ALGUNOS VOLCANES MEXICANOS CUATERNARIOS

Juan Morales y Avto Gogichaishvili
Instituto de Geofísica, UNAM

Se muestrearon trece flujos de lava cuaternarios de la Cuenca central de México para determinar sus características magnéticas y su paleointensidad absoluta. Las muestras estudiadas cubren un intervalo de edades desde 0.78 Ma hasta aproximadamente 2000 años. Varios experimentos de magnetismo de rocas fueron realizados a fin de identificar los portadores magnéticos y para obtener información de su estabilidad paleomagnética. Mediciones continuas de la susceptibilidad contra temperatura dieron en la mayoría de los casos curvas razonablemente reversibles con puntos de Curie cercanos a aquel de la magnetita, lo cual es compatible con las titanomagnetitas resultantes de la oxi-exsolución. A juzgar por los cocientes de los parámetros de las curvas de histéresis, pareciera que todos los especímenes caen en la región de los dominios pseudo sencillos (PSD), indicando probablemente una mezcla de granos de multidominio (MD) y una cantidad significativa de granos de dominio sencillo (SD). 51 muestras pertenecientes a 6 unidades de enfriamiento dieron estimaciones de paleointensidades absolutas aceptables. Los valores del VDM son mayores que los recientemente publicados para el Mio-Plioceno, pero de acuerdo con el momento dipolar virtual para el Cuaternario.

EC-19

ARCHEOMAGNETIC DATING OF LIME-PLASTERS OF CENTRAL MEXICO

Y. Hueda-Tanabe¹, Soler-Arechalde A.M.², Caballero-Miranda C.², Rebolledo-Vieira M.², Urrutia-Fucugauchi J.² and Tarling D.H.³

¹ Escuela Nacional de Antropología e Historia

² Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

³ Departament of Geological Sciences, University of Plymouth, UK

This work presents the results of a dating study in 4 archeological Mesoamerican sites based on the paleosecular variation technique. This technique was applied on in situ burned and unburned lime plaster from walls (vertical and talud) and floors, similarly as when applied on sediments. The lime-plaster was made with lime, water, sand and in central Mexico with pulverized tezontle. We assumed that the ferromagnetic particles of the lime plasters became oriented to the magnetic north with the processes of hardening or during burning. Paleomagnetic sampling was carried on a total of 164 samples from Teotihuacan, Templo Mayor, Cacaxtla and Xochicalco. The results agree with previously proposed paleosecular curves (Wolfman, 1990 and Urrutia, 1996) and with ¹⁴C dates available from archeological studies. Our results show records of both events in some of the samples: original construction and later burning. This technique of lime-plasters allows dating more events and use a higher number of samples than using only burned samples as previously proposed (Wolfman, 1990 and Urrutia, 1996).

EC-20

SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF MESOAMERICAN LIME BURNING

Thomas Schreiner

Architecture Department, University of California, Berkeley

Recent speculation about environmental impacts of Mesoamerican lime production has ranged from insignificant to serious. Yet reliable information about the fuel requirements and efficiency of Mesoamerican lime production systems has been lacking.

Experimental burning of traditional Maya lime kilns, with associated forest inventory, was conducted by the Regional Archaeological Investigation of the Northern Petén, Guatemala (RAINPEG). Data from this study demonstrate that much greater quantities of wood and other organic fuels were consumed than previously estimated.

These findings, when combined with new quantitative data for architectural lime consumed at various Mesoamerican archaeological sites, imply a greater allocation of ancient social and material resources than previously considered. Ethnographic observation also suggests that sophisticated resource management, with planned regeneration of desired fuel woods and plants, may have been common practice when and where ancient demand for lime was high. When monumental architectural programs were excessive, demand for lime may have exceeded the sustainable capacity of local environments to produce kiln fuel. Under such conditions lime production may have contributed to already serious

problems of environmental degradation, as well as to political, and economic instability.

EC-21

ARQUEOLOGIA EN LOS ARROYOS EL BATEQUE Y SAN JOAQUIN, BAJA CALIFORNIA SUR

Eduardo Serafin M.A.

Department of Anthropology, University of California, Berkeley

Se presentan resultados preliminares de una investigación arqueológica en el área de captación de los arroyos El Bateque y San Joaquín en el Estado de Baja California Sur. El proyecto parte del hecho que un grupo Clovis se ha establecido en la región, e intenta situar históricamente contextos ocupacionales Paleoindios. La descripción regional de la transición del Pleistoceno Final al Holoceno es importante para definir la ocupación Clovis regional, así también como para identificar los posibles cambios que fueron en parte impuestos por las transformaciones del paisaje. El acercamiento teórico-metodológico aplicado tiene el potencial de expandir modelos explicativos en el estudio del Paleoindio, así como en el de cazadores-recolectores.

Se presenta la distribución de contextos arqueológicos en el área de estudio, en su asociación a unidades geomorfológicas, con el objetivo de mostrar depósitos y/o superficies del período Pleistoceno Final/Holoceno Temprano con mayor probabilidad de contener contextos arqueológicos del mismo período. Esta distribución es comparada con datos de la descripción y cuantificación de los procesos responsables de la formación y dinámica del relieve.

Los resultados establecen las bases para definir la ocupación Paleoindio que se sabe existió en la región, y establecer la relación de la ocupación Paleoindio regional con la ocupación Paleoindio en el continente, así como aportar información en la explicación de la evolución social regional. Además, el proyecto contribuye con una explicación arqueológica de la historia del Cuaternario en la región.

EC-22

PALEOSUELOS SEPULTADOS EN EL NEVADO DE TOLUCA COMO UN REGISTRO DE CAMBIO AMBIENTAL DEL CUATERNARIO

S.N. Sedov, E. Solleiro-Rebolledo, J. Gama-Castro, E. Vallejo-Gomez and A. González-Velázquez

Depto. de Edafología, Instituto de Geología, UNAM

Se presenta un estudio de paleosuelos como un registro para determinar el cambio ambiental. Dichos paleosuelos se encuentran sepultados debajo de materiales volcánicos del Nevado de Toluca, dentro de la Faja Volcánica Transmexicana. Se han analizado 7 secuencias de paleosuelos, que corresponden con pedocomplejos (complejos de suelos), nombrados PT1-PT7. Cada pedocomplejo contiene dos o más suelos cuya génesis se ha combinado.

El primer pedocomplejo, PT1, se encuentra sobre los depósitos de la Pómez Toluca Superior, fechados en 11,580 años (Macías*). PT2 se ha desarrollado a partir de los materiales correspondientes a la Pómez Toluca Inferior y su edad se ubica en el intervalo comprendido entre 12,000 y 30,000 años. Las edades de C¹⁴ obtenidas para este complejo varían de 27,900 a 29,800 años. PT3

subyace a depósitos de flujos de cenizas y de bloque de color gris, con restos de material carbonizado y sobreyace a un depósito de flujo de pómez de color rosa. La edad por C^{14} de este complejo es de 35,660-39,600 años. Por su parte PT4 desarrolla a partir de flujos de lodo y depósitos de lahar y ha sido fechada en más de 35,000 años (C^{14}). Estos cuatro complejos representan, en su mayoría, Andosoles muy bien desarrollados con horizontes A húmicos.

Por otro lado, la secuencia PT5-PT7, subyace a los anteriores y corresponde con Luvisoles muy bien desarrollados, cuya característica más predominante es contar con horizontes de acumulación de arcilla. La edad de estos paleosuelos no se sabe con certeza, pero, dado el grado de desarrollo que muestran, es posible suponer que el periodo de formación para cada complejo es mayor que 10,000 años.

Las evidencias mostradas por los paleosuelos (propiedades morfológicas, físicas y químicas) indican que el ambiente de formación de todos ellos fue húmedo, con una vegetación predominantemente forestal. Las diferencias encontradas entre los pedocomplejos PT1-PT4 y PT5-PT7 no son producto de cambios en el clima, si no a variaciones en los periodos de formación de suelo, que en PT5-PT7 fueron más prolongados.

Con este tipo de investigación es determinar los periodos de estabilidad del Nevado de Toluca, ya que cada periodo de formación de suelo implica condiciones estables de no erosión y no depósito, es decir de disminución o cese de la actividad volcánica.

* Macías, J.L., García, P.A., Arce, J.L., Siebe, C., Espíndola, J.M., Komorowski, J.C. and Scott, K. 1997. Late Pleistocene-Holocene cataclysmic eruptions at Nevado de Toluca and Jocotitlán volcanoes, Central Mexico. *BYU Geology Studies*, 42, 493-528.

EC-23

LAS AVES FÓSILES DE TEPEXAN, ESTADO DE MÉXICO Y SUS IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES

Eduardo Corona M.
Laboratorio de Paleozoología, INAH
E-mail: cme@minervaux2.fciencias.unam.mx

Tepexpan es una de las localidades paleontológicas más interesantes del Pleistoceno de México, en ella se han efectuado diversas intervenciones desde los años 40 cuando se rescataron, los que se creyó que eran, los restos humanos más antiguos del país. Además de diversos restos de proboscídeo, identificados actualmente como de *Mammuthus columbi*.

En 1984 se efectuaron nuevas excavaciones, en una localidad adyacente a las anteriormente estudiadas y que se ubicaban en los predios del hospital "Dr. Adolfo Nieto", de estas se rescataron restos de peces, reptiles, mamíferos, y particularmente, aves. De estas últimas en un estudio reciente se ha identificado la presencia del cormorán de doble cresta (*Phalacrocorax auritus*) y del flamenco (*Phoenicopterus* cf. *P. ruber*), taxa que actualmente se encuentran extirpados de la Cuenca de México.

A partir de estos elementos se hace una revisión de las localidades previamente reportadas con aves fósiles, como son: Chimalhuacán, Tequixquiac, Texcoco, Tlapacoya y Tocuila. Con estos elementos se establecen las semejanzas y diferencias con la avifauna regional actual, además de que se discuten las posibilidades de que los reportes de aves coadyuven a la reconstrucción paleoambiental.

EC-24

DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *MAMMUTHUS* EN MÉXICO

Joaquín Arroyo-Cabrales¹, Oscar J. Polaco¹, Eileen Johnson² y A. Fabiola Guzmán¹

¹ Laboratorio de Paleozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH
E-mail: arromatu@prodigy.net.mx

² The Museum of Texas Tech University

Entre 1996 y 1998, se elaboró una base electrónica de datos acerca de los mamíferos del Cuaternario tardío de México usando una estructura similar a la del proyecto FAUNMAP de los Estados Unidos de América. Con los datos recopilados en México, aquí sintetizamos el conocimiento que se tiene de uno de los taxa más comunes y abundantes, el género *Mammuthus* (Proboscidea, Elephantidae). En pocos reportes internacionales se hace referencia a la gran abundancia de mamutes en territorio mexicano, con excepción de aquellos que se hallaron en algunos de los sitios prehistóricos en la Cuenca de México o sus alrededores, tales como Tepexpan, Tlapacoya y Santa Isabel Iztapan, en el Estado de México, y Valsequillo, Puebla.

De 872 publicaciones que mencionan mamíferos del Cuaternario ya sean sitios arqueológicos o paleontológicos en México, en 236 de ellos se registran restos de mamutes. Él más temprano proviene de las crónicas del siglo XVI. Actualmente, se conocen restos de mamutes de 271 localidades distribuidas en 24 estados del país. Huesos de mamutes no han sido colectados en la Península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán) en la costa del Atlántico, área que probablemente no fue parte de la distribución natural de estos animales. Del lado del Pacífico, no se han hallado restos en los estados de Baja California, Colima, Guerrero y Nayarit, su ausencia probablemente se debe a la falta de prospecciones paleontológicas. El Estado de México y el Distrito Federal, en el centro del país, son las entidades con el número mayor de hallazgos (28.4% y 11.4% respectivamente); el registro más sureño está en Villa Flores, Chiapas.

En síntesis, los registros en México indican una distribución neártica del taxón. Cuatro especies pueden ser diferenciadas a partir de la bibliografía: *Mammuthus columbi*, *M. hayi*, *M. imperator* y *M. primigenius*. Sin embargo, examinando bibliografía y materiales, sólo se reconocen dos especies, una para el Pleistoceno temprano-medio, *Mammuthus hayi* (que probablemente sea conespecífica de *M. meridionalis*), conocida de pocas localidades (menos de 10). La otra especie, *Mammuthus columbi*, se conoce para el Pleistoceno final y fue de amplia distribución en el país.

TOCUILA: AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Luis Morett Alatorre¹, Joaquín Arroyo-Cabrales² y Oscar J. Polaco²

¹ Museo de Agricultura, Universidad Autónoma Chapingo
E-mail: morett@taurus1.chapingo.mx

² Laboratorio de Paleozoología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH
E-mail: arromatu@prodigy.net.mx

El hallazgo casual en julio de 1996 de restos óseos de fauna extinta, durante las obras de construcción en un predio particular en Tocuila, Municipio de Texcoco, Estado de México, al oriente de la Cuenca de México, posibilitó que se realizaran trabajos de excavación arqueológica que desde muy temprano permitieron establecer la inusual magnitud e importancia de este depósito paleontológico. La excepcional cantidad de restos recuperados (cerca de 1,000 huesos o fragmentos) en el reducido espacio de solo 30 metros cuadrados y el potencial del yacimiento, abrieron la perspectiva para el diseño de un proyecto de investigación integral que brindase la oportunidad de contribuir a la revisión, ampliación y profundización del conocimiento que tenemos sobre la fauna del Pleistoceno final para la Cuenca de México, incluido el estudio de las evidencias de actividad humana que pudieran estar asociadas y la difusión al público de los resultados de la investigación.

Entre el considerable número de restos óseos recuperados, principalmente de mamut (*Mammuthus columbi*), se incluyen al menos tres cráneos casi completos, dos grandes fragmentos de otros tantos cráneos y cuatro mandíbulas, de al menos cinco individuos de edades entre jóvenes y adultos no viejos. Además de los mamutes, se encontraron caballos, bisontes, camellos, liebres y, en los estratos superiores, aves acuáticas. Una serie de dataciones obtenidas del contexto estratigráfico y directamente del hueso han permitido establecer que el depósito se habría formado hace poco más de once mil años, de manera que los materiales forman parte de un rico yacimiento de fauna del Pleistoceno tardío y Holoceno temprano.

En el transcurso de los últimos dos años, entre los distintos problemas que nos ocupan dentro del proyecto, hemos privilegiado el estudio de los procesos de formación del depósito y la evaluación de las evidencias materiales que pudieran aludir a la actividad cultural asociada a los restos óseos. Paralelamente a los trabajos de excavación, ha debido atenderse la preservación del material, además de habilitar la zona excavada como arrea de exposición, donde parte de los materiales se exhiben, conservan y estudian in situ.

Nuevos trabajos de excavación realizados en el entorno inmediato al depósito principal, han permitido establecer que la estratigrafía regional es bastante más compleja que la observada exclusivamente dentro de la fosa originalmente explorada y que la mayor parte del yacimiento se ubica dentro de un cauce. Seis fragmentos óseos de mamut representan huesos que fueron modificados por el hombre, estos incluyen dos elementos que pueden identificarse como un núcleo y una lasca del mismo. Actualmente se estudian estos elementos y su correlación con la misma tecnología a todo lo largo de los pastizales de Estados Unidos de América y el centro y norte de México durante el Pleistoceno final.

DE HUESOS Y NEOTECTONICA EN EL GRABEN DE CHAPALA

J. Rosas-Elguera¹, J. Juárez-Woo² y R. Maciel-Flores³

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara
E-mail: jrosas@quantum.ucting.udg.mx

² Museo de Paleontología, Ayuntamiento de Guadalajara
E-mail: javierjwoo@hotmail.com

³ CUCBA, Universidad de Guadalajara

En el occidente de México, una de las cualidades mas notables de la Faja Volcánica Trans-Mexicana es la ocurrencia de tres depresiones tectónicas que convergen al sur de la ciudad de Guadalajara y cuyas direcciones forman ángulos de aproximadamente 120° entre si. Una de estas depresiones es el graben de Chapala que, junto con la depresión de Cuitzeo contienen a los lagos mas grandes de México. Actualmente el lago de Chapala de 80 km de longitud y de 20 a 30 km de ancho esta contenido en una cuenca de 115 km de longitud y ~37 km de ancho. A lo largo de su historia, en el graben de Chapala se han depositado sedimentos lacustres y fluviales interestratificados con unidades volcánicas, ello representa una posibilidad única de estudiar condiciones paleoambientales y de registro volcánico y tectónico en México.

La actual depresión tectónica de Chapala representa uno de los estados evolutivos de esta región. De acuerdo con el registro sedimentario y volcánico, esta cuenca inicio su desarrollo en su sector norte (colindando actualmente con la Sierra Madre Occidental) desde el Mioceno Tardío (~13 Ma) y progresivamente fue transfiriéndose hacia el sur hasta su actual conformación. Al norte de la ciudad de Chapala se localiza la mejor exposición de la secuencia volcano-sedimentaria con ~900 m de espesor (formación Chapala) a lo largo de los cuales se evidencia la estrecha relación entre la sedimentación y la actividad tectónica.

Desde fines de los 50's se han reportado faunas fósiles diversas encontradas en el piso del lago de Chapala que incidan una edad claramente del Pleistoceno Tardío sin embargo su valor cronológico es parcialmente cuestionable considerando que algunos de esos restos fósiles pudieran haber sido transportados hasta su sitio de recolección. Recientemente, abril 2000, se encontraron restos fósiles de un animal de ~7 m de longitud por ~4 m de altura. El fósil está muy bien conservado y casi completo. A reserva de concluir los estudios taxonomicos detallados y de acuerdo con la inspección de campo se trata de un *Gomophotheridae* cf. *Cuvierionius* sp. por lo que su edad posiblemente es <140,000 años. A partir de esta inspección preliminar se realizaron un conjunto de observaciones que permiten sugerir una interpretación tectónica de su hallazgo. (a) Al comparar las costillas del lado norte con las del lado sur, considerando que el eje mayor del fósil tiene una dirección E-NE se observa que las del lado norte están completamente rotas a partir de al espina dorsal, (b) Los huesos de la cadera son casi-planos y paralelos a la estratificación, (c) A la altura de la nuca el fósil sufrió un desplazamiento separando parcialmente la cabeza del resto del cuerpo, (d) En su conjunto, el fósil encontrado está en una sucesión de limos y arcillas basculadas ~18° al N. Esta serie de observaciones es posible explicarlas si se asume que una vez muerto el animal la secuencia sedimentaria se basculó como consecuencia de una falla normal lítrica provocada por tectónica extensional

activa en el graben de Chapala. Mas aun los sedimentos basculados que contienen al fósil están siendo afectados por fallas normales cuyos desplazamientos verticales son del orden de centímetros.

EC-27 CARTEL

POLLEN EVIDENCE OF THE CLASSIC MAYA COLLAPSE FROM A BAJO RESERVOIR IN THE NORTHERN PETEN, GUATEMALA

David Wahl

Department of Geography, University of California, Berkeley

Aguada Zacatal is a small (100 m diameter) Maya reservoir located within a bajo 4 km west of Nakbe in the Peten of northern Guatemala. The reservoir's artificial lining prevents dry season desiccation and allows for preservation of microfossils. In 1998 a 335 cm sediment core was taken from the center of the reservoir. The core has been analyzed for pollen, microscopic charcoal, organics, and magnetic susceptibility. Only the upper 113 cm (the sediment above the reservoir floor) contain well preserved microfossils. Core chronology, which is based on two AMS dates, shows the record covers the period from approximately 680 AD to present. The pollen record clearly documents a period of agricultural activity followed by abandonment and forest succession. In the agricultural phase (680-840 AD), corn pollen is common and aquatic pollen scarce. After the abandonment at approximately 840 AD, the record is dominated by aquatic pollen types and corn pollen is extremely rare. This shift in the record represents the end of the Classic period.

EC-28 CARTEL

PLANT MACROFOSSILS AND FOSSIL POLLEN AS EVIDENCE PALEOSALINITY TRENDS IN COASTAL MARSHES

Elizabeth Watson and Roger Byrne

Geography Department, University of California, Berkeley

The threat of global warming has led to concern that some coastal wetlands may be inundated by accelerated sea level rise. In the San Francisco Estuary of California research funded by a U.S. Department of Energy grant has focussed on late Holocene changes in coastal marshes as a means of reconstructing past changes in salinity. This research has involved the use of several paleosalinity proxies including pollen, diatoms, plant macrofossils and stable isotopes of carbon.

One problem with the palynological evidence is that several of the pollen types involved can represent ecologically different taxa; for example, grass pollen could be derived from either *Distichlis spicata* or *Spartina foliosa*, two species with very different salinity tolerances. The same kind of problem complicates the interpretation of the carbon isotope evidence insofar as C3 and C4 groups also include ecologically dissimilar species.

Here we report on the use of rhizome and root morphology to aid in the particular species encountered in core samples. Living plant specimens of *Scirpus*, *Spartina*, *Distichlis*, *Grindelia*, and *Salicornia* were collected from marshes in the San Francisco Estuary and studied microscopically. Roots and rhizomes were sectioned with a microtome and the resulting thin sections (ca., 15

micrometers) embedded in carbowax. The morphology of these taxa is sufficiently different to allow identification to the genus level.

EC-29 CARTEL

PALEOECOLOGICAL RECORD FROM MOUNTAIN LAKE, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, USA

Liam Reidy

Geography Department, University of California, Berkeley

The European transformation of the central California landscape began in 1769 A.D. when Franciscan missionaries arrived in the area from Baja California. Historical evidence as to the nature of this transformation is unfortunately scarce. This paper presents a paleoecological record of environmental change from Mountain Lake, California.

Mountain Lake is one of the few natural lakes in coastal California. The lake is located within the historic Presidio of San Francisco. In 1999 a 5.95cm sediment core was taken from the center of the lake. The core has been analyzed for pollen, organics, and magnetic susceptibility. Core chronology is based on one AMS date (220 A.D.) obtained for the base of the core and chemical analysis of Pb²¹⁰-dated sediment. The pollen record documents vegetation change from the time of the lakes formation up to the present day. Significant changes occurred in the local environment after the arrival of the Spanish, and during the second half of the twentieth century.

EC-30 CARTEL

PREHISTORIC AGRICULTURE IN KOREA; A REVIEW OF THE POLLEN AND CHARCOAL EVIDENCE

Jung Jae Park and Roger Byrne

Geography Department, University of California, Berkeley

During the past 20 years Japanese and more recently Korean palynologists have analyzed several lake and marsh cores containing evidence of the arrival and subsequent expansion of agriculture. Rice (*Oryza sativa*) was introduced from China to Korea at approximately 2,500 to 3,000 B.P. Subsequently it spread though lowland south Korean and became the subsistence base of an expanding agricultural population. Unfortunately, nearly all of this research has only been published in Korean or Japanese journals and as a result is not well known in the west.

Here we present some of the key pollen and charcoal diagrams and discuss their significance. The first author has translated the original articles from Japanese and Korean into English, and has also re-plotted the pollen data on summary pollen diagrams. The pollen data were extracted from the published diagrams with NIH Image, the Macintosh image analysis program. New diagrams were subsequently produced with CALPALYN, the pollen graphics program in use in the University of California, Berkeley Palynology Laboratory.

EC-31 CARTEL

A RECORD OF LATE HOLOCENE ENVIRONMENTAL CHANGE FROM THE EASTERN CENTRAL HIGHLANDS OF MESOAMERICA

Maria Elena Conserva and Roger Byrne
Department of Geography, University of California, Berkeley
E-mail: marlen@socrates.berkeley.edu
E-mail: arbyrne@uclink4.berkeley.edu

Analysis of a 1700 year core from Laguna Atezca, near Molango, Hidalgo provides new insight into the environmental and cultural history of the eastern central highlands of Mexico. Pollen, microscopic charcoal, sediment chemistry, loss on ignition, and magnetic susceptibility were analyzed. Four conventional ^{14}C dates provide chronological control. Three phases of human occupation, deforestation, and erosion alternate with two phases of abandonment. Changes in forest composition during the abandonment phases provide climatic information. Humid conditions between 900-1075 A.D. are indicated by the dominance of the cloud forest taxa (*Liquidambar*, *Ostrya/Carpinus*, *Ulmus*, etc.). After 1075 A.D., conditions were drier as evidenced by the increased importance of pine and oak.

EC-32 CARTEL

A STRATIGRAPHIC RECORD 18TH AND 19TH CENTURY SILVER MINING IN LA VEGA DE METZTITLAN, HIDALGO, MEXICO

Roger Byrne, James Johnstone, and Claudia Leal
Geography Department, University of California, Berkeley

A 12m core recovered in 1998 from the then dessicated Laguna de Metztilan has provided a record of heavy metal contamination that dates to the 18th and 19th centuries. Peaks in lead and zinc concentrations at depths of 115cm and 130 cm are assumed to reflect mining activity at the Real del Monte Mines 60 km to the south east of the core site. Maximum lead and zinc concentrations are 104 ppm and 224 ppm respectively. Core top concentrations are close to pre-mining levels at 25 ppm for lead and 125 ppm for zinc.

Historical evidence indicates that the amalgamation method of refining the silver content of the ore was responsible for the input of large quantities of lead and zinc into the alluvial and lacustrine sediments of the valley. In particular it seems likely that the haciendas of the Conde de Regla to the north east of the Real del Monte were the source of the contamination. Peak silver production at the Regla haciendas occurred in the years 1794 to 1800 A.D.

The sediment core is been dated with one AMS radiocarbon date of 975 $\pm$ 50 B.P. at a depth of 9.06 m. Loss on ignition and magnetic susceptibility analyses have been done on the core as well as trace element analyses. Unfortunately, microfossil preservation is poor.

EC-33 CARTEL

SHORT TERM CLIMATIC CHANGE IN LAKE SEDIMENTS FROM LAKE ALCHICHICA, CUENCA DE ORIENTAL, MÉXICO

Margarita Caballero¹, Gloria Vilaclara², Alejandro Rodríguez²⁻³ and Diana Juárez²⁻³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² ENEP, Iztacala, UNAM

³ Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

We will present preliminary results of a research project that aims to study short- and mid-term climatic trends from the sedimentary record of lake Alchichica in Cuenca de Oriental, eastern Mexico. Alchichica is the biggest maar lake in Cuenca de Oriental, with alkaline (pH 9) saline (8.5 g/l) waters. Lake level has been decreasing during the last decades, exposing littoral calcareous stromatolite like structures characteristic of this lake. Littoral cores were taken with an Eijelkamp soil sampler; samples were taken every five centimeters. Two ^{14}C dates are available for the Alchi-III core, performed on bulk sediment, these dates are considered to have a systematic error, being older than true age. The Alchi-III core is considered to be the most representative of the three extracted and its sediments were used to test the total pigments extraction methodology and to perform LOI and diatom analyses.

1. The total pigment content of littoral sediments is not a good palaeoenvironmental proxy in lake Alchichica.
2. The high pH and alkalinity of Alchichica is favoring diatom dissolution, limiting the potential of this lake as palaeoenvironmental and palaeolimnological research site.
3. The diatoms preserved in the upper 44 cm of the sequence indicate that the lake has remain as a alkaline-saline, high pH system during the recent past (maybe the last ca. 300 yr).
4. The lowering lake level since 1979 seems to be recorded in the last 5 cm of the sediment sequence. The lake, however, has not significantly changed its nature and, at least in the studied cores, there is no record of shorter term climatic events.
5. A possible interval of higher alkalinity of the lake's water is detected as a carbonate rich horizon (49 to 44 cm). The age of this event is unknown but might be older than ca. 300 years.

EC-34 CARTEL

ROCK-MAGNETIC AND RADIOCARBON DATING STUDIES OF THE MAMMOTH-BEARING TOCUILA SEQUENCE, TEXCOCO, BASIN OF MEXICO

J. Urrutia Fucugauchi, L. Morett Alatorre, J. Arroyo Cabrales, A.M. Soler Arechalde and M. De los Rios
Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Initial results of the rock-magnetic and radiocarbon dating studies of the mammoth-bearing sequence of Tocuila, Texcoco are reported. The studies form part of the Tocuila Palaeontological Project. The site excavated covers an area of just 30 m² and contains a rich deposit of late Pleistocene fauna that includes remains of at least seven mammoths. Forty oriented samples were

collected from a vertical wall in the excavation and used to measure the magnetic properties. Low-field magnetic susceptibility measured at low and high frequencies show a relatively simple pattern with three major zones. A shallow zone 0-0.4 m of brown soils with values around 40-52 10⁻⁶ SI. An intermediate zone between 0.4 and 1.25-1.3 m with lower variable values down to 10 10⁻⁶ SI, with two units that includes a 0.5 m pumice dark brown lahar. A deeper zone marked by a palaeosurface with values around 40 10⁻⁶ SI, which is formed by two lahar units. Fossil remains are found in the deep zone.

Some excavation levels are richer in fossil remains, like the one at about 1.67-1.73 m (which coincides with a minimum in low-field susceptibility) and marks the two lahars, and the base of the excavation at around 3.0-3.15 m. NRM and IRM intensities generally follow the zones documented by the low-field susceptibility. They show a more complex pattern of variation. The remanence directions are characterised by a large scatter with inclinations varying from around 180 to 80°, which does not permit to develop a meaningful magnetostratigraphy. Charcoal samples were collected at different levels for radiocarbon dating. Six samples distributed between 1.58 and 3.06 m gave AMS dates between about 10,220 and 12,615 yr B.P. Five samples distributed between 1.7 and 3.0 m gave radiocarbon dates between 10,553 and 11,541 yr B.P.

EC-35 CARTEL

RECONSTRUCCIONES PALEOCLIMÁTICAS CON EL MÉTODO DE TERMOLUMINISCENCIA: EDADES DE PALEODUNAS DE LA PLAYA SAN BARTOLO, SONORA

Peter Schaaf, Beatriz Ortega y Angel Ramírez
Instituto de Geofísica, UNAM

La Playa San Bartolo, cerca de Bahía Kino, es el paleolago mas extenso de Sonora. Su cuenca contiene sedimentos fluviales y lacustres de edad Pleistoceno tardío. Actualmente su superficie está limitada en el borde oriental por un cordón de dunas de 13 km de longitud, de 0.5 a 1.5 km de ancho, y con alturas que varían entre 25 y 40 m. Localmente presenta desarrollo de «badlands», y en la parte central está disectado por un arroyo tipo wadi que desemboca hacia la playa. Estos depósitos presentan una estructura compleja, con intercalaciones de facies eólicas y fluviales. Las edades de la formación de las paleodunas han sido indeterminadas, pero constituyen una información importante para establecer la edad mínima de las actuales condiciones áridas en esta región.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de fechamientos por termoluminiscencia (TL) de tres núcleos de diferentes niveles colectados en un corte donde están expuestos los 5 m superiores del cordón de duna.

Las arenas colectadas estan compuestas por cuarzo, feldespato y minerales ferromagnesianos con un contenido de SiO₂ entre 65 y 68 (% peso) y son muy probablemente procedentes de rocas graníticas. Se separaron fracciones de cuarzo ultrapuro con un tamaño de grano de 120 mm de cada núcleo y se aplicó la técnica del blanqueo parcial (Partial Bleaching Technique, Mejdahl (1988)), lo cual permite establecer una fecha para la última exposición de la muestra a la luz del sol.

Se determinó la paleodosis de las muestras con las lecturas de las curvas luminiscentes en combinación con irradiaciones artificiales y la tasa de dosis anual por medio de las concentraciones de K, Rb, U y Th en las muestras y en las zonas alrededor de éstas en el afloramiento.

Las edades obtenidas hasta el momento varían entre 3,600 años (núcleo 1, ca. 4 m abajo del superficie del corte) y 700 años (núcleo 4, ca 1 m profundidad).

De acuerdo a estos fechamientos, nosotros interpretamos la edad obtenida para las muestras del núcleo mas profundo (3,600 años) como la edad mínima del establecimiento de condiciones secas en la región.

Experimentos para determinar en detalle la sensibilidad de la señal de TL respecto a la exposición a la luz están en proceso, y permitirán perfeccionar las edades y establecer sus márgenes de errores.

Mejdahl, V., 1988. The plateau method for dating partially bleached sediments by TL. *Quat. Sci. Rev.*, 7, 347-438.

EC-36 CARTEL

REGISTROS CUATERNARIOS DE MINERALOGÍA MAGNÉTICA Y SUS IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES: COMPARACIÓN ENTRE LOS SITIOS DE ZACAPU (MICHOACÁN) Y SANTA CRUZ ATIZAPÁN (ESTADO DE MÉXICO)

Beatriz Ortega y Cecilia Caballero
Instituto de Geofísica, UNAM

En este trabajo presentamos los resultados del análisis de propiedades magnéticas en dos secuencias lacustres provenientes del centro de México: Zacapu, Michoacán (Z) y Santa Cruz Atizapán, México (SCA), y su interpretación en términos paleoambientales.

En cada sitio se colectó un núcleo de sedimentos de 10 m de longitud. En ambos sitios se cuenta con información previa sobre los paleoambientes, a partir de registros de polen en Z y diatomeas en SCA. La escala de tiempo en ambas secuencias se ha establecido a partir de fechamientos de 14C, e indican una edad máxima de ca. 50,000 años para los sedimentos de Z, y de ca. 23,000 años para aquellos de SCA. Los sitios son de interés porque ofrecen información sobre las condiciones climáticas durante el ultimo ciclo glacial/interglacial, como del inicio de la ocupación humana y su impacto en el entorno.

La caracterización magnética de los sedimentos se llevó a cabo sobre tres bases: concentración, mineralogía, y distribución de tamaños de granos. La concentración magnética se estimó a partir de la medición de susceptibilidad magnética (c), magnetización remanente anhistéica (ARM), y saturación remanente isothermal (SIRM). La identificación de la mineralogía magnética se realizó a partir de las temperaturas de Curie en muestras de horizontes con mayor concentración, y por la identificación de transiciones cristalográficas en temperaturas entre 10 y 300 K. Para la identificación de los tamaños de grano ultrafino (SPM, < 0.2 mm) se estimó la susceptibilidad dependiente de la frecuencia (kfd%)

entre 40 y 4000 Hz, y la pérdida de remanencia entre 10 y 300 K. Estimaciones adicionales de tamaños se llevaron a cabo a través del análisis del cociente ARM/SIRM.

En ambas secuencias, la mineralogía magnética está dominada por titanomagnetitas. Los sedimentos holocénicos de ambos sitios muestran un mayor contenido de granos finos (SD) que los sedimentos del Pleistoceno, relación que es más clara en Z. La diferencia mas notable entre estos registros está en el contenido de granos SPM. En Z el mayor contenido de éstos se observa en sedimentos del Pleistoceno, relación que es inversa en SCA. Estas diferencias pueden estar relacionadas a diferentes controles en el desarrollo y erosión de suelos. Los horizontes arqueológicos coinciden con un aumento en la concentración y en el tamaño de los granos, lo que indica una mayor erosión del terreno.

GEOF-01

PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS MULTICOMPONENTE: ANÁLISIS DE ONDAS CONVERTIDAS P-SV

Carlos Calderón Macías
Instituto Mexicano del Petróleo

La adquisición de datos sísmicos multicomponente (SMC) es una tecnología reciente en la exploración sísmica con importantes ventajas sobre la adquisición de datos sísmicos escalares. Los datos SMC permiten separar las distintas polarizaciones del campo de ondas con aplicaciones útiles en la obtención de imágenes estructurales, en determinación litológica y fluidos de saturación, y en general en la caracterización de yacimientos. En adquisición terrestre de datos SMC se favorecen los perfiles verticales VSP y VSP inverso, y cables de fondo marino, u OBCs por sus siglas en inglés, en adquisición marina. En la adquisición terrestre los tipos de fuente incluyen explosiones, fuentes de impacto y vibraciones y se registra energía en 3 receptores con distinta orientación. En la adquisición marina la fuente corresponde típicamente a descargas de pistolas de aire, mientras que los receptores consisten de grupos de 4 componentes: 1 hidrófono y 3 geófonos. En datos marinos la interpretación de ondas S registradas por los geófonos horizontales se realiza en forma indirecta mediante el análisis de ondas P-S u ondas convertidas, que son ondas incidentes P y reflejadas S. Si bien la interpretación de secciones P y P-S son complementarias, el análisis de ondas convertidas difiere del procesamiento estándar de registros de ondas P. Por tanto la secuencia sísmica que incluye diseño de la adquisición, procesamiento e inversión de datos para ondas convertidas se debe formular con respecto a la trayectoria de propagación P-S. Por ejemplo, en el caso de ondas convertidas la corrección residual estática que compensa efectos de geología somera se debe realizar en la localidad de la fuente y el receptor en forma independiente, a diferencia de la corrección convencional realizada en registros de ondas P en donde la corrección es simétrica.

En el presente trabajo se estudia la propagación de ondas convertidas y se describen y analizan métodos de procesamiento para ondas convertidas contrastándose éstos con el procesamiento convencional de ondas P. Se describen los operadores para construcción de secciones sísmicas para el caso de ondas convertidas.

GEOF-02

INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL PROSPECTO SUBSALINO TUOO-LUHUA

Ricardo Díaz Navarro, Leopoldo Hernandez Avila, Alfonso
González Ibarra, Efrén Murillo Cruz y Jaime Rafael Estrada
García
Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

Se definieron varias estructuras salinas y subsalinas en el área Tucoo-Luhua, en un área de aproximadamente 500 Km², localizada enfrente del Puerto de Coatzacoalcos, mediante la integración de varias disciplinas geofísicas.

Se estableció la secuencia de procesamiento e interpretación para la información sísmica, gravimétrica, magnetométrica y de pozos para establecer la variación de densidad en el subsuelo. La

cima y en algunos casos la base de los cuerpos salinos junto con los horizontes suprayacentes, se determinan a partir de la información sísmica y sus variaciones en densidad por medio de información de pozos o derivados de las velocidades sísmicas.

Utilizando el atributo de frecuencia instantánea aplicado a las secciones sísmicas en profundidad postapilamiento se obtiene una imagen completa de los cuerpos salinos. En los cuerpos de sal se obtienen, longitudes de onda grandes debido a la velocidad alta de la sal, que contrasta con longitudes de onda menores en los sedimentos supra y subsalinos, por lo que este atributo funciona correctamente definiendo a los cuerpos salinos aloctonos.

En el área de estudio se tiene un efecto gravimétrico lateral muy grande, que corresponde al complejo Volcánico de los Tuxtlas. Se calculó su respuesta mediante modelado gravimétrico tridimensional y en los perfiles integrados se eliminó esta gran anomalía y el modelado de los perfiles se realizó con Anomalía Residual correspondiente. Este método resultó superior al tradicional de calcular la Anomalía Regional mediante un filtrado matemático en el dominio del número de onda.

De este estudio se obtiene que la localización Tucoo esta en medio de dos cuerpos salinos y resulta un play importante, en cambio la localización Luhua corresponde a un gran cuerpo de sal.

GEOF-03

GEOLOGÍA Y GRAVIMETRÍA DE LA CUENCA TERCIARIA DE ÍMURIS-NOGALES, NORTE DE SONORA

César Jacques Ayala¹, Jorge Ramírez-Hernández² y Francisco
Javier Grijalva Noriega³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Ingeniería, UABCM

³ Depto de Geología, Uni-Son

La cuenca de Ímuris-Nogales forma parte de la Provincia «Basin & Range». Esta ubicada al sur de la ciudad de Nogales, y se continúa al norte en EE.UU. de Norteamérica. El eje mayor de la cuenca se orienta prácticamente de norte-sur y corresponde con la cuenca del río Los Alisos-Magdalena. Esta limitada por sierras con orientación semejante constituidas por riolitas jurásicas, granitos muy alterados posiblemente jurásicos, granitos laramídicos y granitos de 2 micas y el complejo metamórfico de Magdalena (Terciario). Localmente afloran sedimentos cretácicos. Estructuralmente la cuenca esta formada por un medio graben; la margen oriental es limitada por fallas normales cortando las riolitas y granitos, así como los sedimentos; en la margen occidental el contacto del relleno con el basamento es estratigráfico. El relleno de la cuenca esta formado por conglomerados, arenas y limos y alcanza espesores de varios cientos de metros. La composición de los clastos es la misma de las rocas que bordean la cuenca.

La interpretación gravimétrica a partir de datos que cubren la cuenca y otros de índole más regional permiten definir la cuenca por un mínimo regional alargado con orientación N-NW-S-SE bordeado por máximos a ambos lados. El mínimo se extiende de norte a sur en toda el área. Este mínimo se abre hacia el NE, haciéndose muy amplio y adentrándose en Arizona. Esta ampliación corresponde con la depresión que se encuentra al norte de la sierra El Pinito y la cual esta ocupada por sedimentos terciarios. El eje del mínimo corresponde con la porción más profunda de la cuenca. Sin

embargo, el curso del río actual se encuentra desplazado al oeste de dicho eje y, en Ímuris el río se desvía al oeste. Esto se interpreta como resultado de una migración del cauce del río del este hacia el oeste. Por otro lado, la anomalía continúa en forma recta hacia el SE extendiéndose hacia la falda norte de la sierra de La Madera. Lo que sugiere que la cuenca pudo haberse extendido en forma recta hacia el sureste.

El máximo gravimétrico del extremo suroeste es muy notable; corresponde con la sierra de Magdalena, formada por las rocas metamórficas terciarias del complejo metamórfico de Magdalena. La sierra se continúa hacia el norte en donde afloran también rocas riolíticas del Jurásico y granitos de 2 micas. En el tercio más al norte la sierra se hace menos prominente, debido a que las rocas más antiguas se encuentran cubiertas por sedimentos terciarios. El gradiente occidental del mínimo de la cuenca es irregular y menos recto que el gradiente del lado oriental de la cuenca, lo que podría reflejar la ausencia de fallas normales delimitando la cuenca. Al este del área de estudio se encuentra la sierra El Pinito. La expresión gravimétrica de esta sierra esta dada por el máximo que se extiende de norte a sur, igual que la sierra. Su límite norte corresponde bien con la terminación de la sierra. El gradiente hacia el oeste definido por la sierra El Pinito y la cuenca corresponde con fallas normales, algunas de las cuales se observaron en el campo.

GEOF-04

ESTRUCTURA CORTICAL Y SISMOTECTÓNICA EN LA CUENCA LAGUNA SALADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Juan García-Abdeslem¹, Juan Manuel Espinosa-Cardena¹, Luis Munguía-Orozco¹, Víctor Manuel Wong-Ortega¹ y Jorge Ramírez-Hernández²

¹ División de Ciencias de la Tierra, CICESE

² Instituto de Ingeniería, UABC

Hemos construido un modelo 2-D de la estructura de la corteza que explica datos aeromagnéticos y de gravedad, en un perfil entre la Sierra Juárez y la parte occidental del Valle de Mexicali, cruzando la cuenca Laguna Salada. Este modelo ha sido acotado utilizando inferencias independientes acerca de la estructura cortical obtenidas a partir de estudios de refracción sísmica y del modelo Airy-Heiskanen de compensación isostática, mediciones de la densidad de masa y de susceptibilidad magnética en muestras de mano y de un registro de densidad de masa en un pozo, y con resultados de la inversión del espectro de densidad de potencia de anomalías magnéticas.

Nuestro modelo 2-D sugiere que la Sierra Juárez tiene una raíz que se extiende hasta a una profundidad de 42 km y que la interfase corteza-manto alcanza una profundidad de 25 km en la región de la cuenca Laguna Salada- Sierra Cucapá- y la parte occidental del Valle de Mexicali. La inversión del espectro de potencia y el modelo 2-D sugieren que la base de la corteza magnetizada está a 16 km de profundidad en la región de la Sierra Cucapá. En el modelo 2-D, la geometría de la cuenca Laguna Salada sugiere una estructura de medio graben, donde el basamento profundiza hacia el oriente, con un relleno sedimentario máximo del orden de 3 km.

La microsismicidad en la cuenca ocurre en cúmulos de eventos que indican zonas de debilidad en donde se relajan esfuerzos. En el centro de la cuenca los hipocentros se localizaron entre 2 y 6 km, siendo más profundos en las márgenes de la cuenca, con tendencias

que, dentro de los errores de localización, correlacionan bien con el sistema regional de fallas en el área de estudio. Los mecanismos focales determinados evidencian deformación transtensional, en acuerdo con la tectónica regional.

GEOF-05

MANTLE BOUGUER ANOMALY BETWEEN THE EAST PACIFIC RISE AND THE EL GORDO GRABEN: IMPLICATIONS FOR THE NATURE OF THE RIVERA-COCOS PLATE BOUNDARY

W.L. Bandy, G. Selene and J. Ortega-Ramírez

Instituto de Geofísica, UNAM

E-Mail: bandy@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

The El Gordo Graben (EGG) lies within the ~10 my old oceanic lithosphere located west of and adjacent to the Middle America Trench southwest of Manzanillo, Mexico (Figure 1). The graben lies in the area of the boundary between the Rivera and Cocos plates, and it has been proposed that the EGG has formed due to divergence between these two lithospheric plates. If this proposal is correct, then active extension and associated magma emplacement should be occurring within the EGG. The proposal of recent magmatic activity within the graben is consistent with the high heat flow (up to 208 mW/m²) within the graben relative to that measured within the adjacent oceanic crust (40 to 80 mW/m²).

Free-Air gravity maps of the area, constructed both from sea-surface and from satellite altimetry data, exhibit a pronounced decrease (30 to 40 mGal) in the gravity high associated with the western boundary of the Michoacan Trough in the area of the EGG. Further, an area of high gravity values extends from the southern margin of the EGG to the East Pacific Rise. Since the Free-Air gravity is greatly influenced by seafloor topography, in this study the Mantle Bouguer Anomaly (MBA) is constructed from the presently available sea-surface gravity data to remove the effects of topography, thus clarifying both the source of the break in the Free-Air gravity high associated with the western margin of the Michoacan trough within the area of the EGG and the source of the gravity high which extends from the EGG to the East Pacific Rise. Possible models of crustal/upper mantle sources of these anomalies are next determined via 2-D modeling of the MBA.

The analysis indicates that the break in the gravity high associated with the western boundary of the Michoacan trough in the area of the EGG is not due to the effects of topography as the gravity low centered over the EGG remains in the MBA. This MBA low is modeled as a zone of partial melt within the crust and upper mantle of the EGG. Further, the MBA also exhibits a northeast-southwest oriented region of high gravity values extending from the EGG to the East Pacific Rise. Thus, this anomaly is not due to the effects of topography. However, unlike the free-air anomaly, this anomaly exhibits a central, northeast-southwest elongate, region of low MBA values that is bounded by northeast-southwest elongate regions of high MBA values. These anomalies are modeled as being produced by a zone of partial melt within the upper mantle/lower crust. Thus, the proposal of active extension within the EGG is consistent with the presently available gravity data.

GEOF-06

INVERSION GRAVIMETRICA TRIDIMENSIONAL EN MULTICAPAS

Luis Alonso Gallardo Delgado, Cristian Ricardo Rodrigo
Ramirez y Marco Antonio Perez Flores
Depto. de Geofisica Aplicada, CICESE

Las técnicas de inversión de datos gravimétricos han sido ampliamente difundidas, especialmente en el caso de delimitación de cuencas sedimentarias donde se tiene una superficie que limita el relleno del basamento.

En el caso de cuerpos heterogéneos en densidad el problema inverso se complica y para obtener una buena solución se requiere de aplicar bastantes constricciones y suposiciones. En el caso de multicapas muchas de las veces se opta por aplicar técnicas de modelado tipo Talwani tomando como modelos iniciales, los obtenidos por otras técnicas.

En el presente caso se muestra la generalización de la técnica de inversión de un cuerpo de densidad constante al caso de varios cuerpos dispuestos a manera de capas empleando un grupo de prismas rectos como modelo directo.

Dada la alta no unicidad existente en este problema son requeridas bastantes restricciones en cuanto a forma del relieve, profundidades y espesores, las cuales son implementadas en el algoritmo de inversión empleando programación cuadrática.

El algoritmo es evaluado con datos sintéticos y es tambien aplicado en el area de la Isla de Pascua donde se determinó la conformación de los límites corteza-manto y manto-astenosfera.

GEOF-07

CARTOGRAFÍA DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS (AIRE LIBRE) Y MAGNETOMÉTRICAS (DE CAMPO TOTAL) DE LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA DE MÉXICO Y PORCIONES ALEDAÑAS

Marcos Aguilar Benítez y Manuel Cruz Pineda
Subdirección de Oceanografía, DGG, INEGI

La subdirección de Oceanografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, há venido trabajando en los últimos años la nueva versión de la carta batimétrica de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México; lo cual se há conseguido mayormente configurando los datos de ecosondeo, contenidos en el disco compacto denominado GEODAS (Geophysical Data System), elaborado por el National Geophysical Data Center (NGDC), de Boulder, Colorado, E.U.A.; apoyados en graficaciones tipo multihaz, concentrado en franjas en pequeñas áreas y cotejados así mismo por las configuraciones de anomalías gravimétricas de aire libre y magnetométricas de campo total; lo que há servido para detallar los razgos del relieve marino, logrando mejorarla, pues se há utilizado también el conocimiento geológico para orientar alineamientos y definir geofomas; todo lo cual en una primera etapa, será útil para cotejar posteriormente con información de imágenes de radar y geofísica de tipo satelital.

GEOF-08

ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO DEL CAMPO VOLCÁNICO DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Mena M. y Espíndola J.M.
Instituto de Geofísica, UNAM

Presentamos los resultados del análisis de los datos gravimétricos del campo volcánico de los Tuxtlas, Veracruz, en forma de mapas de anomalía de Bouguer completa así como de sus componentes residual y regional. Las anomalías muestran la existencia de estructuras profundas en dirección NW-SE que concuerdan con los alineamientos observados en las estructuras volcánicas de la región, particularmente las configuradas por el volcán San Martín y sus conos asociados.

La separación residual-regional se obtuvo en el dominio de las frecuencias. La anomalía residual muestra cuerpos mas superficiales asociados con los diferentes volcanes del área y en particular con el San Andrés y el cerro del Vigía, un volcán cuaternario localizado hacia SW del San Martín. La anomalía gravimétrica del campo volcánico de los Tuxtlas concuerda con la gravimetria general del margen del Golfo de México de altos gravimétricos y en la que encontramos otras anomalías semejantes asociadas por ejemplo al macizo de Teziutlan hacia el NW.

GEOF-09

INVERSIÓN DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS CON POLARIZACIÓN INDUCIDA

Carlos Flores Luna
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE

En levantamientos de sondeos electromagnéticos transitorios (TDEM) es frecuente encontrarse con el fenómeno de Polarización Inducida (PI), el cual se manifiesta en los datos como un cambio de signo en los voltajes de tiempos largos. Para poder interpretar sondeos con PI, se desarrolló un programa de inversión linealizada basado en la descomposición en valores singulares de la matriz de Jacobianos. El modelo consiste de un subsuelo estratificado en donde cada capa está caracterizada por una resistividad dispersiva de tipo Cole-Cole, es decir, para cada capa hay cinco parámetros por estimar: resistividad DC, espesor, cargabilidad, constante de tiempo y constante de dependencia en frecuencia. De la inversión de decenas de sondeos con PI, el obtener un buen ajuste entre respuestas observada y calculada ha dependido fuertemente del modelo inicial, por lo que el problema de interpretación ha resultado más difícil que la inversión de TDEM sin PI o de sondeos Schlumberger.

Esta y otras dificultades son ilustradas con la inversión de tres sondeos adquiridos en localidades diferentes.

GEOF-10

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE POLARIZACIÓN INDUCIDA CON SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS SOBRE UN YACIMIENTO DE COBRE PORFÍDICO

Sergio Peralta Ortega, Carlos Flores Luna y Miguel Calderon
 Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
 CICESE

El método geofísico de polarización inducida (PI) ha sido una de las técnicas mas eficientes en la exploración de sulfuros diseminados, el cual sistemáticamente se realiza con el arreglo electrodo dipolo-dipolo. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un levantamiento de PI con un método diferente, el de sondeos electromagnéticos transitorios (TDEM). Los datos consisten de 77 sondeos distribuidos a lo largo de un perfil de más de 1.5 km de longitud sobre el yacimiento de El Arco, B. C. La fuente energizante consistió de 11 espiras rectangulares de corriente de 300 x 150 m. El voltaje transitorio inducido es una bobina receptora horizontal fue medido con el equipo Geonics TEM57. Todos los datos de bobina central muestran evidencia de PI, manifestada por un cambio de polaridad de los voltajes en tiempos intermedios y largos. Los voltajes están siendo interpretados en un programa de inversión desarrollado en el CICESE, el cual invierte los datos a un modelo de capas donde la resistividad dispersiva es de tipo Cole-Cole. Los modelos preliminares de los 11 sondeos de bobina central muestran algunas concordancias con la distribución de sulfuros y óxidos de cobre obtenidos de barrenos.

GEOF-11

BASAMENT CONFIGURATION FROM GRAVITY AND AMT/MT MESUREMENTS IN THE VALLEY OF QUERÉTARO

Jorge A. Arzate¹, Psevolod Yutsis^{2,3}, Juventino Martínez¹, Luis M. Mitre¹, Moisés Arroyo² and Eduardo Rojas²

¹ Unidad en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Posgrado en Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

³ Department of Geology, Moscow State University, Russia

A total of 30 Audiomagnetotelluric (AMT) and Magnetotelluric (MT) soundings organized in three East-West profiles were measured across the main structures of the Valley of Querétaro. Five EW and 2 NS gravity profiles were also carried out totaling about 500 accurately leveled stations. Two gravity profiles were coincident with the AMT-MT profiles, and hence were joint inverted using 2-D algorithms. The general objective was to map the non-compressible impermeable basement and the hydraulic limits of the graben of Querétaro, also known as La Fosa de Querétaro, to assist numerical modeling of ground water flow which is currently being in process. The graben is flanked to the East and West by two NS regional faults and to the North and South by two fairly oriented EW faults. The aquifers in the graben are regarded as the main source of the groundwater supply for the capital city and its exploitation has produced subsidence and surface cracking in some parts of the city.

In addition to the applied aspects of our work, we are studying the general distribution of geological units and their tectonic setting in the region covering approximately 50x50 km². The northern part

of our survey area is a transition zone from the TMVB province to older geological terranes. Hence, structural contacts and complicated settings are not uncommon in this area. We present a geological model based on the geophysical and geological along two transects supported by laboratory measurements on field samples and lithology columns from wells.

GEOF-12

ANÁLISIS DE UN REGISTRO MAGNETOTELÚRICO DE PERÍODO LARGO

Jesús Brassea Ochoa y José Manuel Romo Jones
 Depto. Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
 CICESE

Los campos electromagnéticos naturales que inciden en la superficie de la Tierra, se transmiten en el subsuelo hasta profundidades que dependen de la conductividad eléctrica y de la frecuencia. Dada una cierta conductividad, las frecuencias altas se atenúan a corta distancia de la superficie mientras que las frecuencias bajas, o períodos largos, alcanzan mayor profundidad antes de atenuarse. Los equipos magnetotelúricos convencionales son capaces de registrar la variación temporal de estos campos electromagnéticos en la banda de frecuencias de 0.001 hasta 100 Hz aproximadamente. Esta banda de frecuencia normalmente proporciona información de la conductividad eléctrica hasta varias decenas de km de profundidad. Con objeto de obtener información a mayores profundidades es necesario registrar variaciones de más largo período. Con la intención de tener un equipo que permita realizar sondeos magnetotelúricos a períodos largos, en los últimos años hemos trabajado en la construcción y prueba de un equipo capaz de registrar en la banda de 100 a 100,000 s (0.00001 a 0.01 Hz). Recientemente se instaló este equipo, durante un período de 13 días, en la región central de la Península de Baja California, en un sitio localizado en la población de El Arco, en el extremo Sur del Municipio de Ensenada. En este trabajo se presentan los campos electromagnéticos naturales registrados durante este período, se hace un análisis espectral de los mismos y finalmente se presenta la resistividad aparente obtenida a partir de ellos.

GEOF-13

UN ENFOQUE FÍSICO PARA SINTETIZAR EL TENSOR DE IMPEDANCIA MAGNETOTELÚRICA

José Manuel Romo y Enrique Gómez-Treviño
 Depto. Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
 CICESE

La función de transferencia que se obtiene de los campos electromagnéticos naturales que se registran en una estación magnetotelúrica, depende de la frecuencia, de la distribución de conductividad eléctrica del subsuelo y de la orientación del sistema de coordenadas de las mediciones. Esta función de respuesta es un tensor de segundo orden con elementos complejos, de los cuales desafortunadamente sólo se aprovecha la mitad en la mayor parte de los casos prácticos. En el pasado ha habido intentos de reducir este tensor a sus valores principales mediante diferentes manipulaciones matemáticas, que de alguna manera buscan reducirlo a un sistema principal de coordenadas. El carácter complejo del tensor provoca complicaciones, por ejemplo, que el sistema encontrado no sea ortogonal o simplemente que no exista un sistema principal único en el espacio real. Pero más importante que esto es el hecho de que

las impedancias reducidas a estos sistemas «matemáticamente» encontrados no siempre llevan a modelos plausibles desde un punto de vista geológico y físico. En este trabajo proponemos una transformación que combina argumentos tanto matemáticos como físicos, reduce el tensor a un par de impedancias invariantes ante rotación y puede llevar a mejores modelos del subsuelo. Se presentan las principales ventajas de la transformación así como ejemplos de sus resultados con datos sintéticos y con datos de campo.

GEOF-14

INVERSION BIDIMENSIONAL DE INVARIANTES DEL TENSOR MAGNETOTELÚRICO

F.J. Esparza, J.M. Romo y E. Gomez-Trevino
Depto. Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE

Los sondeos magnetotelúricos pueden interpretarse en una, dos o tres dimensiones, dependiendo de las características del tensor de impedancias.

Para el caso unidimensional, existen formulas de inversion aproximadas que con el minimo de suposiciones, ofrecen resultados comparables a los que se obtienen con metodos recursivos mucho mas elaborados. En el presente trabajo se describe el desarrollo de una tecnica aproximada de similares características para el caso de dos dimensiones. Uno de los problemas que es necesario resolver es la determinacion de los elementos del tensor que deben utilizarse en la inversion. Los modos TE y TM tradicionales funcionan muy bien con modelos sinteticos. Sin embargo, en el caso de datos de campo existen siempre los inconvenientes de decidir sobre el rumbo de las estructuras y de despreciar la mitad de los elementos del tensor. Parte del problema se resuelve invirtiendo para invariantes del tensor de impedancias, de los cuales existe una variedad muy amplia en la literatura. Se presentan resultados utilizando algunos de estos invariantes así como combinaciones nuevas de los mismos.

GEOF-15

ELECTRIC STRUCTURE OF THE CHICXULUB IMPACT BASIN FROM MAGNETOTELÚRIC MEASUREMENTS

Jorge A. Arzate¹, Omar Delgado-Rodriguez^{2,3}, Jaime Urrutia-Fucugauchi² and Oscar Campos Enriquez²

¹ Unidad en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, La Habana, Cuba

A magnetotelluric (MT) survey was carried out in the Yucatan Peninsula to assess the capabilities of the method to detect structural changes along two radial profiles crossing the Chicxulub impact crater. A total of 22 MT soundings were measured. Eleven of them were located along a N-S profile (or AA') crossing the ring of sinkholes or cenotes, a superficial feature known to be associated with the crater rim. Other ten stations were measured along a profile of azimuth E40S (or BB'). Skew (k) and regional skew (h) pseudo sections of profile AA' suggest low frequency (deep seated) distortion effects associated to the Tikul fault (radius~120 km) and to the outer crater rim (radius~100 km). Pseudo sections of profile BB' also indicate a similar radius for the outer crater rim and an additional low frequency anomalous skew spot between a radius of

50 to 70 km, probably associated to an inner ring. Tipper pseudo sections of profiles AA' and BB' show clear differences in their general shape. In section BB' there is a high frequency anomalous tipper between stations 17 and 19 that can be correlated to the sinkholes ring. A middle to low frequency tipper between stations 13 to 16 are regarded as evidence of the unaltered basement, associated to the crater outer edge. In section AA' the anomalous tipper is widespread from station 2 to 12 with no apparent relation to any known structure in addition to a conspicuous high around station 7. Two-dimensional models using a Smith and Booker algorithm were obtained for both profiles from the simultaneous inversion of the TE and TM modes. The results constrain well the maximum diameter of the crater at about 190 km and depict important differences regarding to the slump zone. Along profile AA' the slump zone is characterised by a smooth slope whereas along profile BB' the results show a more steeper slump wall.

GEOF-16

BASIC MEASUREMENTS OF MAGNETIC PERTURBATIONS AND INFRARED EMISSION CAUSED BY SEISMIC AND VOLCANO ACTIVITY

S. Koshevaya¹, V. Grimalsky², A. Torres², J. De La Hidalga²,
and E. Martysh³

¹ Autonomous University of Morelos, CIICAp

E-mail: svetlana@uaem.mx

² National Institute for Astrophysics, Optics, and Electronics

³ Kiev National University, Kiev, Ukraine

In this report, the perturbations of magnetic field on the Earth's surface and in the ionosphere, as well as the optical emissions caused by seismic and volcano activity like precursors of the hazards are investigated. Computer modeling and analytical simulations of the magnetic perturbations caused by the transformation of the atmospheric acoustic waves into Alfvén and magnetoacoustic ones, atmospheric and lithospheric mechanisms show the following. The frequencies of these magnetic perturbations are low and are equal to the frequencies of the atmospheric acoustic waves and their harmonics. There are low and extremely low frequencies $f \sim 10^{-2} - 10$ Hz, and the following variations of the magnetic fields are in the range $\delta H \sim 10^{-4} - 1$ nT.

The atmosphere acoustic waves are transformed linearly and nonlinearly into different plasma and electromagnetic waves, resulting in electromagnetic response at low and extremely low frequencies. From satellite observations, one obtains data at these low and extremely low frequencies $f \sim 10^{-2} - 10$ Hz, with the following variations of electric E and magnetic H fields: $\delta E \sim 10^{-7} - 10^{-2}$ V/m, $\delta H \sim 10^{-4} - 10^{-1}$ nT. Thus, the frequencies of the electromagnetic waves are ELF (extremely) and VLF (very) low ones. The values of this ELF and VLF radiation are of the order of $f \sim 10^{-2} - 10^2$ Hz for ELF, with I_f max at $f \approx 8$ Hz; for VLF $f \approx 10^2 - 10^5$ Hz, the maximum of the intensity I_f is at the frequency of 10–15 kHz.

Other precursors are also important for the observation of the electromagnetic response. First of all, there is an appearance of luminescence in the ionosphere in the main emission line of the atomic oxygen at $\lambda = 5577 \text{ \AA} - 6300 \text{ \AA}$. Additionally, the temperature oscillations of the ionosphere plasma are equal to $\delta T/T \approx 10^{-2} - 10^{-1}$. Seismic optic and infrared radiation is caused by electric field and is emitted from ions originating from the lithosphere and the space, first of all, due to excited ions of Na, N₂,

and due to the reaction $H+O_3 \rightarrow OH(v)+O_2$. The vibration levels of the ions, reactions, and increasing the temperature of the plasma give the radiation in the *Na* double line and in the infrared range, which may be used for the monitoring of seismic zones.

To investigate the above mentioned precursors, we propose the use of the following sensors: a magnetic sensor, such as the MAGFET, for the measurement of the magnetic field, and photo detectors for the measurement of the red luminescence. By using these kinds of sensors, it will be possible to create a robotic remote sensing system for the control and warning of seismic and volcano phenomena.

We acknowledge CONACyT-Mexico for the invitation, and for the support of UAEM and INAOE.

GEOF-17

ANÁLISIS DE DATOS DE MICROPULSACIONES MAGNÉTICAS DURANTE TERREMOTOS DE $M > 6.0$, OCURRIDOS EN ALASKA

R. Pérez Enríquez, D. Maravilla, R. Zúñiga, G. Cifuentes, E.
Hernández y A. Lara
Instituto de Geofísica, UNAM

La existencia o no de efectos electromagnéticos asociados con actividad tectónica en el sistema litosfera-ionosfera, así como su tiempo de respuesta puede ser de gran utilidad para determinar la importancia de la ionosfera en el fenómeno y si es posible o no la predicción de sismos por estos mecanismos. Para avanzar en esta dirección, en este trabajo hacemos un análisis de los datos de micropulsaciones magnéticas durante terremotos de magnitud mayor a 6.0, ocurridos en Alaska, eliminando aquellos para los cuales exista actividad de tormenta geomagnética.

GEOF-18

VARIATIONS OF TRANSVERSE STRUCTURE OF COUPLED ACOUSTO-GRAVITY - RAYLEIGH WAVES IN MULTILAYERED SYSTEM EARTH – ATMOSPHERE

G. Burlak¹, V. Grimalsky^{1,2}, S. Koshevaya¹ and J.S.
Mondragon¹

¹ Center for Research on Engineering and Applied Sciences,
Autonomous State University of Morelos
E-mail: gburlak@uaem.mx

² National Institute of Astrophysics, Optics and Electronics,
INAOE

The transverse distribution of coupled acousto-gravity waves in atmosphere and a Rayleigh wave in a layered system Earth - atmosphere is investigated. The special attention is given to a regime of strong coupling of waves in a solid substrate with the oscillations in upper medium (atmosphere), when the phase velocities of waves are close (coupling point, or a point of synchronism). It is shown that in this point the frequency shift induced by the mutual influence of waves becomes maximal. In vicinity a coupling point, a strong change of a cross structure of wave in air takes place. A strong dependence of the factor of exponential growth of oscillatory velocity of the acousto-gravity waves with an altitude for some parameters of a solid substrate is demonstrated. The frequency band of the exponential growth is

limited on the high frequencies. As a result, at the higher frequencies a wave becomes localized near the surface of the Earth. The transition point from increase to decreasing of oscillatory velocity is determined by the point of synchronism with a Rayleigh wave in a ground substrate. The account of viscosity in soil causes weak wave attenuation but does not change a general physical picture of the wave interaction.

Propagation of acousto-gravity waves has been studied rather intensively. These waves are considered often as one of basic channels of energy exchange between lithosphere and ionosphere caused by different disturbances both seismic and space nature. A distinctive factor is decreasing density of atmosphere with an altitude that produces a strong anisotropy of properties and, in particular, an existence of two branches of waves. The main consequence of this is the exponential growth of amplitude of the oscillatory velocity of particles with an altitude. Certainly, that growth is restricted by the account of such factors as viscosity of air, and also of convective nonlinearity in equations of motion. As it is shown in this report, other very important factor is mutual coupling of acousto-gravity waves with another excitations in the ground, one of them is Rayleigh waves in the Earth crust [1-3].

1. Hocke, K. and Schlegel, K., Ann. Geophys. 12 917 (1996).

2. Weaver, P.F., P.C.Yuen, P.C., G.W.Prolls, G.W. and Furumo, A.S., Nature, 226, 1239 (1970).

3. Lomnitz, C., Flores J., Novaro O., *et al.* Bull. Seism. Soc. Am., 89, 14 (1999).

GEOF-19

PARAMETRIZATION OF HADRONIC CROSS- SECTIONS AT ULTRA HIGH ENERGIES

J. Pérez-Peraza¹, A. Gallegos-Cruz² and A. Sánchez-Hertz¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Ciencias Básicas, UPIICSA, IPN

Present estimations of proton-proton (P-P) total cross-sections at ultra high energies are obtained from Cosmic Rays (Extensive Air Showers experiments): by means of some approximations it is possible to get a value for the p-p total cross-section from the knowledge of the proton-air cross section at the same energy.

Besides, total cross-sections are measured with present day high energy colliders up to 1.8 TeV in the center of mass: several theoretical, empirical or semi-empirical parametrizations, very successful for interpolation at accelerator energies, can then be used to extrapolate the measured value to cosmic ray energies and get a reasonable estimation of cross-section at those ultra high energies.

Here, we use a phenomenological model based on the Multiple-Diffraction approach to estimate p-p total cross-sections at cosmic ray energies: on the basis of a forecasting regression analysis we determine highly confident uncertainty bands.

We show that our predictions are highly sensitive to the employed accelerator data for subsequent extrapolation. When both cross-sections estimations - from accelerator data and cosmic ray results - are compared, a disagreement is observed, amounting to more than 10 % showing a discrepancy beyond statistical errors: using data at 0.55 and 1.8 TeV our extrapolations are incompatible

with most of cosmic ray results in the region around 40 TeV, but compatible, within the error bands, with the AKENO results and the predictions of the UA4/2 collaboration.

GEOF-20 CARTEL

STUDY OF THE ERROR BAND IN THE PREDICTION OF PROTON-PROTON CROSS-SECTIONS AT ULTRA HIGH ENERGIES

A. Gallegos-Cruz¹, J. Pérez-Peraza² and A. Sánchez-Hertz²

¹ Ciencias Básicas, UPIICSA, IPN

² Instituto de Geofísica, UNAM

It is well known that prediction procedures of significant physical quantities represent a useful tool in drawing inferences about the behavior of the out-of-the-range data and so, about the generator events. Theoretical predictions out of the range of a data set involves a certain degree of uncertainty. With the aim of evaluating the confidence of such predictions it is convenient to determine the uncertainty associated to the predictions of the data. In the context of proton-proton (p-p) cross-sections at very high energies a great deal of work has been done out of the energy range of accelerators using different models (single-pomeron, dipole-pomeron, multiple-diffraction, QCD and so on) to extrapolate accelerator data: predictions are usually compared to cosmic ray data producing a disagreement, which explanation has also been widely discussed in the literature.

We claim that such a comparison requires of a highly confident band of uncertainty for any parametrization model. Here, we present a statistical method that allows to determine the relevant uncertainty: predictions are developed on the basis of the multiple-diffraction model to estimate p-p cross-sections in the center of mass range 10-40 TeV, which covers both LHC and highest cosmic rays. Even if the predictions are highly sensitive to the employed data, they coincide with most recent similar studies: results at 14 TeV and 30 TeV are just similar to the general consensus about the values of p-p cross-sections. Furthermore, our extrapolations show a good agreement with the cosmic ray results of the Akeno experiment. Taken this convergence at face value, as indicating the most probable value, we conclude that it could be of great help to normalize correctly the corresponding p-p cross-sections values from cosmic ray experiments.

GEOF-21 CARTEL

EL TEMBLOR DE PUEBLA, MÉXICO DEL 15 DE JUNIO DE 1999

Jaime Yamamoto¹, L. Quintanar¹, C.J. Rebollar² y Z. Jimenez¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² CICESE

El foco del temblor de Puebla, México del 15 de Junio de 1999 (20:42 UT; 6.3 mb; 6.5 Ms) se localiza probablemente en la región de contacto de las placas Americana y de Cocos. Los datos de la polaridad de primeros arribos y el modelado de las formas de onda a distancias regional y telesísmica indican que la ruptura principal ocurrió como fallamiento normal a lo largo de un plano con rumbo N64°W y buzamiento de aproximadamente 42° hacia NNE. Las réplicas, aunque escasas, están concentradas principalmente hacia el oeste del evento principal. Tres sub-eventos sucesivos son necesarios para reproducir las señales observadas. La posición en

espacio y tiempo de los sub-eventos indica que la ruptura se inició con una emisión menor a los 76 km de profundidad y se propagó luego hacia el NW emitiendo la mayor cantidad de energía sísmica a una profundidad ligeramente menor. Del análisis espectral telesísmico obtenemos un momento sísmico total de 2.0×10^{19} N-m y una longitud de la falla del temblor del orden de 18 km. Las amplitudes de las aceleraciones registradas muestran una clara amplificación hacia el noroeste del epicentro, que puede ser hasta de 8 veces mayor comparada con cualquier otra dirección, en el rango de frecuencias de 0.06 Hz to 6.0 Hz. La distribución de intensidades sísmicas reportadas también muestra está peculiaridad. Como este efecto no puede ser explicado completamente por la orientación de la falla ni por la directividad de la ruptura, exploramos la posibilidad de que dicho fenómeno sea un efecto de trayectoria analizando el comportamiento del decaimiento de la coda de la fase Lg. El factor de calidad coda-Q promedio en el rango 0.2–2.0 Hz resulta ser $Q(f) = 200f^{0.6}$ y $Q(f) = 200f^{0.2}$ para trayectorias hacia el noroeste y sureste del epicentro respectivamente. Este resultado sin embargo, solo puede explicar parcialmente la notable extensión del área de perceptibilidad y daños observados hacia el noroeste del epicentro. Así, especulamos que la presencia de la Franja Volcánica Transmexicana (FVTM) al norte del epicentro haya jugado un papel importante en la notable amplificación del movimiento del terreno a bajas frecuencias observado para este temblor.

GEOF-22 CARTEL

SYNTHETIC AND REAL SEISMICITY AND THE OFC MODEL

Alejandro Muñoz Diosdado and Fernando Angulo Brown
Instituto Politécnico Nacional

El modelo de Olami, Feder y Christensen (OFC) tiene otras propiedades sísmicas interesantes adicionales a las que se reportaron en 1992 [1,2]. En este trabajo se analizó la sismicidad sintética obtenida con una versión modificada del modelo OFC. Se introdujeron inhomogeneidades en el modelo usando el concepto de aspereza según la propuesta de Lay y Kanamori [3] y se encontró que es posible reproducir cualitativamente patrones de sismicidad real. Se encontró también que con una adecuada distribución de asperezas es posible modelar la direccionalidad de la fractura en la falla sísmica. Finalmente, con los catálogos sintéticos se estudiaron las quietudes sísmicas precursoras aplicando el algoritmo de Schreider. A pesar de la simplificación del modelo se piensa que éste puede servir para obtener propuestas interesantes acerca de las propiedades del terreno donde se localiza la falla sísmica.

[1] Olami, Z., Feder, H. J. S. and Christensen, K. S. Phys. Rev. Lett. 139, 1244 (1992).

[2] Angulo-Brown, F. and Muñoz-Diosdado, A. Geophys. J. Int. 139, 410 (1999).

[3] Lay, T., Kanamori, H. In Earthquake Prediction, an International Review, edited by D. W. Simpson and P. G. Richard (American Geophysical Union, Washington D. C.) 579 (1981).

GEOF-23 CARTEL

FINITE DIFFERENCE MODELING OF SUBDUCTION ZONE STRUCTURE OFF OAXACA

Chris Bradley and Nancy Kanjorski
Los Alamos National Laboratory

Full waveform synthetics from subduction zone earthquakes occurring off the Oaxacan coast show differences due to changes in lithospheric structure. New bathymetric evidence of the subducting plate structure indicates that the Cocos plate has undergone recent fracturing into crustal slivers. The thickness, relative offsets and interconnection between these crustal slivers is unknown. We test lithospheric fracturing effects on the seismic wavefield using theoretical models of the velocity structure of the subducting slab along the Middle America trench between 97 and 99 degrees W.

Structural models tested include a representation of an unfractured subducting plate and an extreme model allowing fault penetration through the entire lithosphere, essentially modeling subducting microplates. Finite difference synthetics indicate that it should be possible to discriminate between these models using a strategic placement of onshore and offshore seismometers.

In addition we present a new method of incorporating intrinsic attenuation, Q , into the finite difference propagation code. This memory efficient method can reduce the total anelastic memory requirements of our 3D finite difference algorithm by 80%.

GEOF-24 CARTEL

SONDEO DE PLASMA MAGNETOSFERICO SOBRE MÉXICO Y OTRAS ESTACIONES EN E.U. USANDO MAGNETOMETROS DE BASE TERRESTRE

J.A.L. Cruz-Abeyro, C.T. Russell, P. Chi, M.B. Moldwin y H. Schwarzl

Depto. Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

En este trabajo presentamos algunas observaciones de pulsaciones geomagnéticas registradas en la superficie de la Tierra usando magnetómetros del tipo flux gate diseñados en la Universidad de los Angeles, UCLA. Los datos se utilizan para determinar el plasma ambiental en la región en la magnetosfera justo arriba de la ionosfera. Los datos aportados por estas observaciones son importantes para propósitos de clima espacial ya que en esta región es donde se encuentran muchos satélites de comunicación y es importante prevenir el estado del plasma a esas altitudes.

GEOF-25 CARTEL

CAMBIOS EN LA CORONA SOLAR DURANTE EYECCIONES DE MASA CORONAL

Alejandro Lara
Instituto de Geofísica, UNAM

La región activa 8210 apareció en el disco solar al final del mes de abril y principios de mayo de 1998. En esta región produjo una gran cantidad de ráfagas y por lo menos siete eyecciones de masa coronal.

En este trabajo estudiamos la evolución de la región activa 8210 en diferentes longitudes de onda, principalmente en la región del extremo ultravioleta y los rayos X.

A pesar de que la región activa muestra muchos cambios, parece que los cambios más relevantes asociados con las eyecciones de masa coronal tienen lugar en los grandes arcos coronales que interconectan la región 8210 con otras regiones bipolares cercanas, sobretodo los arcos transecuatoriales muestran un aumento en su medida de emisión varias horas antes de la eyección, regresando a su estado "base" después de la eyección.

GEOF-26 CARTEL

ESTÁNDARES INTERMAGNET EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLOYUCAN

Cifuentes-Nava G.¹, Rasson J.² y Hernández-Quintero E.¹

¹ Geomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

² Centre de Physique du Globe, Institut Royal Météorologique de Belgique

El Observatorio Magnético de Teoloyucan (TEO) funciona en el poblado de Teoloyucan, Edo. de México, a partir del año de 1914. Se presenta el trabajo realizado dentro de las instalaciones TEO desde noviembre de 1999 para alcanzar los estándares del proyecto internacional INTERMAGNET. Se describen los instrumentos de observación del campo geomagnético que operan en TEO, así como la electrónica y sistemas desarrollados compatibles con INTERMAGNET.

Las primeras pruebas se presentan satisfactorias para que México cuente con su único observatorio geomagnético dentro de dicho proyecto. Así la información geomagnética registrada en TEO estará disponible en tiempo real como la de los observatorios geomagnéticos mundiales que participan ya.

GEOF-27 CARTEL

AVANCE DEL CUBRIMIENTO AEROMAGNÉTICO DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Javier Lara Sánchez
Gerencia de Geofísica, Consejo de Recursos Minerales

El proceso de integración del Mapa Magnético de México en una moderna base de datos digital y de fácil acceso, producto de los datos aeromagnéticos generados por el Consejo de Recursos Minerales durante las últimas 4 décadas, culmina en exitosas campañas de exploración de las compañías mineras nacionales y extranjeras en la búsqueda de nuevas zonas prospectivas.

El objetivo principal para el nuevo milenio es extender su aplicación de esta base de datos a otras ramas de la ciencias de la tierra, ayudando a resolver investigaciones científicas de importancia nacional, incluyendo la naturaleza, la composición y los procesos geológicos de la corteza terrestre, así como también en la evaluación de los recursos naturales, zonas de riesgo geológico y de problemas ambientales.

Otro objetivo importante a mediano plazo es la integración y publicación del Mapa Magnético de Norteamérica que actualmente se está llevando a cabo junto con los Servicios Geológicos de Canadá y E.U.A.; el cual permitirá visualizar a escala continental las grandes estructuras geológicas que cruzan através de todo

Norteamérica, lo que aumentará el conocimiento geológico del subsuelo y el potencial de los recursos naturales a esta escala.

GEOF-28 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA VARIACIÓN SECULAR EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TELOYUCAN (TEO) Y SU COMPARACIÓN CON EL IGRF

Hernández-Ordóñez R., E. Vélez-Arteaga, C. Arango-Galván,
G. Cifuentes-Nava y J.E. Hernández-Quintero
Instituto de Geofísica, UNAM

Se presenta el análisis de Variación Secular para el Observatorio Magnético de Teoloyucan (TEO) con el objetivo de observar el comportamiento de las componentes magnéticas producto del cambio de sitio en los años de 1978 y 1979. Los métodos empleados son de tipo estadístico esencialmente. Los resultados observados son para algunas componentes, como la declinación muy claros, sin embargo para otras las variaciones son muy pequeñas.

La comparación con el International Geomagnetic Reference Field (IGRF) muestra que el registro magnético en los dos sitios entra dentro del modelo matemático satisfactoriamente como se esperaba.

Los resultados se espera que sean la base de estudios más complejos de las series de tiempo.

GEOF-29 CARTEL

CORRELACIÓN DE POZOS EN LA ZONA DE IMPACTO DE CHICXULUB

Ambrosio Aquino López y Jaime Urrutia Fucugauchi
Instituto de Geofísica, UNAM

El presente trabajo tiene como objetivo correlacionar los datos de pozos en la zona del cráter de Chicxulub e investigar sobre la distribución de materiales asociados con el impacto que produjo el cráter. Los datos disponibles fueron donados por PEMEX al Instituto de Geofísica de la UNAM.

Se trabajó con la curva de potencial natural (SP) en tres pozos, logrando una buena correlación de los datos. Es importante recordar, que en la curva SP no importan tanto los valores que se leen directamente del registro, sino la diferencia de potencial que se tenga, ésta característica permite que para una interpretación cualitativa, sea válido escalar la curva de SP, con el objetivo de aplicar una transformada rápida de Fourier y se puedan reconocer patrones que con las curvas por si mismas no son necesariamente visibles.

La reexaminación de núcleos y registros geofísicos tomados en diversos pozos de Pemex han sido aprovechados para hacer una correlación litológica y bioestratigráfica del Jurásico-Maestrichtiano a través del norte de la Península de Yucatán.

De acuerdo a lo anterior, se puede suponer que puede haber más intervalos que contenga la brecha de impacto que los propuestos en la literatura, para verificar ésto, se hizo un análisis espectral para ciertos intervalos seleccionados.

La estructura del Chicxulub está localizada en el límite K-T y se tiene la presencia de cuarzo de impacto y granos de feldespatos dentro de algunas brechas y valores anómalamente altos de iridio en fragmentos de roca aislada previamente descritas como andesitas. Lo que se busca con el presente trabajo es buscar formas alternativas de correlación de datos de los pozos cercanos a Chicxulub.

GEOF-30 CARTEL

THREE-DIMENSIONAL MODELING OF AEROMAGNETIC ANOMALIES OVER THE CHICXULUB CRATER

Carlos Ortiz Alemán¹, Jaime Urrutia Fucugauchi² and Mark Pilkington³

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Geological Survey of Canada

The analytic signal method in three-dimensions is applied to the aeromagnetic field data over the Chicxulub crater in order to investigate and document the main magnetic anomaly sources. Magnetic anomalies present high amplitudes in the central 40-km diameter zone. Short wavelength strong anomalies, with slight elongation NNW-SSE characterize an intermediate zone between 20 km and 45 km radius. In the rest of the crater zone, magnetic anomalies present low amplitudes and short wavelengths. The characteristics of isolated dipolar anomalies indicate that effects of remanent magnetizations of reverse polarity are dominant. Amplitude of the analytic signal produces maxima over magnetization contrasts, independent of the direction of remanent and induced magnetization. In a second modeling stage, interpretation of maxima locations and source depth distributions is used as a priori information in the construction of a prism-like magnetic configuration model and its properties for three-dimensional forward modeling. Modeling results indicate that the melt sheet extends to a radial distance of ~45 km from the center of the structure and the central uplift is irregular in shape and protrudes into the melt pool. The sources of anomalies forming the melt pool have depths ranging between 2 and 4 km. The central uplift sources are located in the range from 3.5 to 8 km depth.

GEOF-31 CARTEL

ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA EN EL ÁREA DE LA ISLA DE PASCUA, MEDIANTE LA INTERPRETACIÓN DE DATOS BATIMÉTRICOS Y GRAVIMÉTRICOS

Cristián Rodrigo, Antonio González y Alonso Gallardo
CICESE

Por medio del procesamiento e interpretación de datos batimétricos y gravimétricos colectados en el área de la isla de Pascua (27°07'S y 109°22'W), se establecen las características de la estructura de la litosfera oceánica con el fin de contribuir al conocimiento geofísico-geológico de esta región y definir problemas para futuras investigaciones. La isla de Pascua se encuentra localizada a 3700 km al oeste de la costa de Chile; el área de estudio está comprendida entre las latitudes 25° y 28.5°S y las longitudes 108° y 114°W.

Se construyó un mapa batimétrico que contiene la información más actual de batimetría monohaz, multihaz y de sonar de rebusca lateral. Este mapa fue interpretado cualitativamente a través de la identificación de lineamientos geomorfológicos, alineamientos y grupos de montes marinos.

Se analizaron en forma paralela dos bases de datos de gravedad; la primera corresponde a la compilación más actual de mediciones de buques y la segunda, a datos derivados de altimetría satelital correspondientes al año de 1997. Estos datos se interpretaron cualitativamente a través del reconocimiento visual de formas y dimensiones de las anomalías gravimétricas de Bouguer, corregidas por topografía y filtradas. La interpretación cuantitativa consiste en la determinación de profundidades del límite corteza-manto superior y del límite litosfera-astenosfera, por medio de técnicas de inversión 3D con base en el efecto gravimétrico de un agregado de cuerpos prismáticos.

El fondo oceánico en el área de estudio se encuentra marcado por diversas estructuras geomorfológicas que siguen patrones o tendencias geométricas definidas, que se asocian a varios mecanismos tectónicos. La principal estructura superficial es la dorsal del Pacífico Oriental (DPO), la cual se encuentra dividida en segmentos, presenta un alto topográfico en su eje y está a poca profundidad comparado a otras zonas de la DPO en el Pacífico. La base de la corteza y litosfera se encuentran muy adelgazadas bajo la DPO. Se desprende que estas características obedecen a velocidades de expansión rápidas y litosfera débil. El engrosamiento de la litosfera bajo el eje de la dorsal en su parte norte, la identificación de «pseudofallas» con arreglo tipo «V», lineamientos que tienden a seguir la orientación de éstas, son mejor explicadas por un modelo de la dorsal propagante, la cual se propaga hacia el norte a partir de la latitud 27°S y hacia el sur, bajo esa latitud. Otras características observadas son la deflexión de la corteza producto de cargas en su superficie, por ejemplo, bajo la isla de Pascua y adelgazamientos en zonas de fracturas y «pseudofallas». La estructura de la base de la litosfera parece indicar que existe un único punto caliente en la zona de la isla de Pascua-campo volcánico «Ahu», además de «goteo» magmático que se filtra por la zona de fractura de Pascua en las inmediaciones de la isla.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA

Gabriel Salinas Calleros
Comisión Nacional del Agua

La Ciudad de Hermosillo cuenta con una población aproximada de 650,000 habitantes. El abastecimiento de agua potable proviene de 2 fuentes principales: agua superficial que se obtiene de la presa Abelardo L. Rodríguez y el agua subterránea que se obtiene de la captación La Saucedá la cual aporta un gasto de 700 lps mediante la operación de 22 pozos, La captación La Victoria proporciona un gasto medio de 190 lps, la Captación Willard donde están emplazados dos pozos con un gasto de 155 lps entre ambos y 4 pozos localizados en la zona del Parque Industrial con un gsto conjunto de 170 lps, además de la galería filtrante que proporcionaba un gasto de 420 lps en promedio, para hacer un total de 1,635 lps.

De la presa Abelardo L. Rodríguez, se había venido extrayendo un caudal de 1,105 lps para la operación de 3 plantas potabilizadoras por lo que el gasto global para uso público-urbano de la ciudad era de 2,740 lps hasta mediados del año 1997.

Como consecuencia de la sequía extrema que se registró en la región provocando que los embalses del sistema de presas en el cauce del río Sonora, El Molinito y la propia Abelardo L. Rodríguez, prácticamente se secaron; la Comisión Nacional del Agua en coordinación con el Gobierno del Estado, implementaron un programa de emergencia el cual consistió en construir el acueducto El Molinito - presa Abelardo L. Rodríguez, con una longitud de 27 km y una aportación de 1,000 lps, así como la perforación de 41 pozos profundos en el acuífero de la Mesa del Seri, además de algunas medidas tendientes a optimizar el suministro de agua potable.

Ante tal situación se contó con un modelo de simulación hidrodinámica el cual nos indica que la explotación de la Mesa del Seri representa un desequilibrio importante en el balance actual de agua subterránea. De acuerdo con los resultados de la predicción se esperan abatimientos en el nivel freático superiores a los 14 m en un lapso de tres años.

En este contexto la CNA, realizó estudios necesarios para desarrollar una fuente de abastecimiento confiable, permanente y competitiva para la ciudad. tomando en cuenta las fuentes de aguas subterráneas, superficiales, tratamiento de aguas residuales, la desalación de agua salobre y combinacióp n entre éstas, las cuales fueron analizadas desde el punto de vista técnico, financiero y social, resultando más factible la desalación de agua salobre en el acuífero de la Costa de Hermosillo, ya que esta no depende de las variaciones climáticas, no afecta a terceros y asegura la oferta para el desarrollo sustentable de la región.

OCURRENCIA DE LLUVIAS CICLÓNICAS Y SU INFLUENCIA EN LA RECARGA DEL ACUÍFERO DE SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR

Fernando Lara y Iris Neri
Gerencia de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua
E-mail: flara@sgt.cna.gob.mx

El flujo subterráneo en la zona de San José del Cabo ocurre en depósitos aluviales que constituyen un acuífero de tipo libre cuya única fuente de recarga depende de las lluvias torrenciales asociadas a los ciclones. Las lluvias generan notables oscilaciones en la superficie piezométrica que llegan a alcanzar recuperaciones de varios metros. Con objeto de cuantificar la influencia de este tipo de recarga en el almacenamiento y proponer un esquema de manejo para el acuífero se analizó la información climatológica, piezométrica y se estimó el balance de agua subterránea de 1968-1997.

Los resultados sugieren que el aporte de lluvia por efecto de los ciclones alcanza hasta un 85% de la precipitación media anual en periodos de 30 a 2 días. Por lo anterior, el calculo del balance consideró eventos de precipitación puntuales y no valores de precipitación promedio anual, como generalmente se calcula. Bajo este esquema, la estimación de la recarga varió entre 6 Mm³/año y 20 Mm³/año en estiaje y lluvia, respectivamente, y la descarga se incrementó a partir de los años 80's alcanzando un volumen actual de 30 Mm³/año. El déficit en el balance se compensa a costa del almacenamiento lo que se traduce en una reducción de la descarga natural del acuífero.

Debido a la errática ocurrencia de las lluvias ciclónicas la explotación del acuífero a futuro deberá estar ligada al comportamiento promedio de este fenómeno. En este caso, se recomienda considerar únicamente escenarios de explotación menores al periodo estimado de retorno de las lluvias ciclónicas (estimado en siete años) y promover una extracción por bombeo de un volumen alrededor o menor a la recarga. De lo contrario, existe un serio riesgo de comprometer el desarrollo de la región por la posible ocurrencia, no remota, de una prolongada sequía con duración superior al periodo de retorno estimado y que provocaría un rápido drenado del almacenamiento así como el avance de la intrusión salina al acuífero.

GEOH-03

MODELO HIDROGEOLÓGICO DEL YACIMIENTO PETROLERO DEL ACTIVO DE PRODUCCIÓN LUNA, TABASCO

P. Birkle¹, E. Portugal¹, J.J. Rosillo Aragón² y J.L. Fong Aguilar²

¹ Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas
E-mail: birkle@iie.org.mx

² Activo de Producción Luna, Diseño de Explotación
Comalcalco, Tabasco, México

Como se ha observado en diferentes campos petroleros mundiales, la invasión de salmueras de acuíferos profundos en pozos petroleros causa pérdidas en la producción de hidrocarburos; tal es el caso del yacimiento del Activo Luna. Por lo tanto, la elaboración de un modelo hidrogeológico, incorporando datos

isotópicos y químicos de las salmueras, permite la reconstrucción del origen de los fluidos, su tiempo de residencia, la dirección de su migración así como la evolución secundaria de los fluidos a nivel regional. Aparte, la detección de la existencia de caminos de comunicación vertical y lateral entre los pozos individuales permite el pronóstico de posibles invasiones en pozos no afectados para el futuro.

Determinaciones isotópicas con el método de C-14 indican la infiltración de agua superficial al yacimiento petrolero durante el periodo del Pleistoceno Tardío hasta el Holoceno Temprano (40,000 - 10,000 y), probablemente facilitado por condiciones climatológicas húmedas durante periodos interglaciales en la costa del Golfo de México. La heterogeneidad de la composición química (elementos mayores y traza) y de isótopos estables (D, O-18, C-13) de las salmueras del Activo Luna refleja, a) procesos secundarios de alteración durante los últimos 10,000 años, que incluyen la interacción del agua con los carbonatos del yacimiento, la disolución de halita de domos salinos, efectos de membrana por lutitas, y por la formación de metano y, b) la evolución individual de sistemas de acuíferos profundos aislados. Barreras estructurales, así como fallas y estructuras de horst-graben, causaron la división del acuífero regional en secciones locales. Recientemente, la extracción de los hidrocarburos facilita la subida artificial de las aguas profundas por medio de fallas y fracturas verticales, causando comunicación entre los pozos petroleros.

GEOH-04

UTILIZACIÓN DE MEDIDORES DE NIVEL PIEZOMÉTRICO DE REGISTRO CONTINUO EN LA ZONA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE CERRO PRIETO; RESULTADOS PRELIMINARES

Rogelio Vázquez González, Rufino J. García López y Jose
Ruben Campos Gaytan
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
E-mail: rvazquez@cicese.mx

El monitoreo del nivel piezométrico del acuífero somero en la zona del campo geotérmico de Cerro Prieto, se inició en 1999, con campañas de medición bimestral en una red de sesenta pozos aproximadamente. El objetivo de estas mediciones, es tener un registro de las variaciones del nivel piezométrico en la zona, para determinar la evolución temporal de los niveles en el acuífero, estimar las direcciones principales de flujo y estudiar la interacción del yacimiento geotérmico con el acuífero somero. A partir de marzo del presente año se instalaron dos medidores de nivel piezométrico de registro continuo en los pozos II-18M y PZ-6, con la finalidad de complementar los monitoreos bimestrales determinando las variaciones de período corto que afectan los niveles en el acuífero. La distancia entre los pozos es de aproximadamente 6 km formando una línea con dirección NE-SW, el período de muestreo es de 30 minutos y los instrumentos tienen capacidad de almacenar hasta 6000 mediciones de manera autónoma.

Las series de tiempo obtenidas se analizan tanto en el dominio del tiempo como en frecuencia para determinar las componentes principales e identificar el origen y la amplitud de las variaciones. En los dos sitios de medición se identifica una componente de variación diaria con una amplitud del orden de 1 a 1.5 cm, sobrepuesta a variaciones no correlacionadas entre ambos sitios con

períodos superiores a los 20 días. Estas variaciones son producidas probablemente por modificaciones locales de las condiciones de operación del acuífero. A partir de las mediciones en la red de pozos de monitoreo, se determina la superficie piezométrica, las direcciones de flujo y la evolución del nivel freático configurándose los mapas correspondientes.

Este estudio se enmarca dentro del convenio de colaboración entre La División de Ciencias de la Tierra del CICESE y La Residencia General de Cerro Prieto de la CFE.

GEOH-05

UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA AL MÉTODO DEL SISTEMA DIFERENCIAL PARA ACUÍFEROS LIBRES

Rogelio Vázquez G.¹, Miguel Angel Moreles² y Fernando
Avila M.³

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

² Grupo de Matemáticas Aplicadas, CIMAT

³ Área de Probabilidad y Estadística, CIMAT

El trabajo consiste en la formulación de una solución al problema de la estimación de los parámetros hidráulicos para el caso de un acuífero libre.

El desarrollo de la nueva solución, se obtiene a partir del método del sistema diferencial. Suponemos que se dispone de los datos correspondientes a la variación espacial y temporal de los niveles piezométricos en el dominio del acuífero y se resuelve un problema inverso para estimar la conductividad hidráulica y la porosidad efectiva. El método del sistema diferencial consiste en utilizar tres o más conjuntos de datos del potencial para obtener la solución, mediante la integración de las funciones que definen el gradiente de la conductividad, a lo largo de trayectorias de acuerdo a la discretización del dominio. Una manera alternativa de obtener un sistema de ecuaciones diferenciales parciales para la conductividad hidráulica es como sigue: Consideramos la ecuación del acuífero como una ecuación diferencial de primer orden para la conductividad hidráulica. Fijamos un punto espacial (x, y) , en la discretización del dominio y suponemos conocida la elevación de la superficie piezométrica $h(x, y, t)$ para todo tiempo t en el intervalo (t_i, t_f) . Se obtiene la solución para las componentes de la conductividad, K_x , K_y , y la porosidad efectiva N_e en mínimos cuadrados para el punto (x, y) en cuestión. Se busca la solución que minimiza el cuadrado de la norma $L_2(t_i, t_f)$, es decir la integral sobre t del cuadrado de funciones. Se obtiene un sistema lineal de 3×3 , para K_x , K_y , y N_e .

Al considerar esta norma L_2 se busca reducir el efecto de datos con ruido. Algunas diferencias con respecto al método del sistema diferencial son: En el método original se supone que se cuenta con datos solo para tiempos $t_1, t_2, \dots, t_p$ y se minimiza la norma euclidiana. En este trabajo, las observaciones puntuales se utilizan para aproximar los coeficientes del sistema lineal y solo se requieren dos conjuntos de datos en el proceso de inversión. Se presenta un ejemplo de la utilización del método para un modelo sintético de acuífero libre no homogéneo en condiciones de flujo transitorio.

GEOH-06

VARIACIONES ESPACIALES EN LA TRANSMISIVIDAD DEL SISTEMA ACUÍFERO DE GUASAVE SINALOA

Norzagaray-Campos¹, Herrera-Barrientos², Muñoz-Sevilla¹, Ochoa-Loza¹, María Ladrón de Guevara¹, Sanz-Ramos³, Díaz-Arredondo¹, Monroy-Contreras¹ y Verduzco-Heredia¹

¹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional

E-mail: m_norzagaray@yahoo.es

² CICESE

E-mail: jherrera@cicese.mx

³ Comisión Nacional del Agua

Conocer la magnitud de la transmisividad hidráulica y la conductividad hidráulica en un acuífero es importante ya que a través de ésta se pueden caracterizar espacialmente sitios de mal o buen almacenaje en el medio poroso de las aguas subterráneas. Particularmente para el acuífero costero granular del Valle de Guasave lo anterior es importante debido a la necesidad de conocer sitios de agua de buena calidad. Aunado a la presencia en los últimos años de prolongadas sequías, la importancia radica en el hecho de poder determinar estos sitios y caracterizarlos en una primera aproximación como lugares de potencial explotación. En este trabajo se realiza una comparación entre los resultados de una recopilación bibliográfica de la magnitud de la transmisividad realizada a través de ensayos de bombeo por el método de Theis simplificado por la Secretaría Agraria y Recursos Hidráulicos (SARH) y otras fuentes en la década de los 70's y datos recientes obtenidos en un proyecto de investigación para determinar el régimen hidrológico y calidad del agua en acuíferos del norte de Sinaloa*, utilizando la misma metodología. Este trabajo se presenta una comparación estadística de la variación de este parámetro hidrológico en base a datos de 1970 y la recientemente obtenida en el año 2000. En términos generales existen marcadas diferencias espaciales entre los datos de la SARH y los obtenidos en el proyecto arriba mencionado, lo cual marca una mayor recarga del acuífero en la zona del valle en los últimos años, que pudiera atribuirse a la presencia de las presas de almacenamiento en la región así como a una menor explotación del sistema.

* Trabajo de investigación apoyado por el Sistema de Investigación Mar de Cortés (SIMAC).

GEOH-07

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA CON PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DEL ACUÍFERO DE BOCA ABIERTA, GUYAMAS, SONORA

Marco Antonio Gutiérrez R., Rodrigo Gonzalez E. y Armando Canales E.

Instituto Tecnológico de Sonora

En el desarrollo de una región, el agua juega un papel muy im'potante y el agua subterránea esta expuesta a un decaimiento progresivo de sus niveles de estáticos o freáticos, dandose en algunos casos, como el Valle de Guaymas, el dramático avance de la intrusión salina que provoca la contaminación de acuíferos y el abandono de terrenos agrícolas. La explotación del agua subterránea se ha dado, ya que, han disminuido los volúmenes de

almacenamiento de las fuentes de abastecimiento como en las presas, debido ha precipitaciones inferiores a la media en la región.

El acuífero de Boca Abierta se encuentra en la subcuenca del arroyo Mosocobampo, ubicada al oriente del Valle de Guaymas, está constituido por materiales sedimentarios granulares y rocas volcánicas cercanas a la costa, por lo cual el riesgo de intrusión salina y el abandono de terrenos por ensalitramiento al parecer es inminente, por lo cual es necesario estimar e riesgo de intrusión salina, con el conocimiento general del comportamiento de este acuífero.

El problema es conocer e acuífero de Boca Abierta en cuanto a sus características hidrogeológicas y la de sus fronteras, sobre todo en la franja costera, conlo que se tendrá un mayor conocimiento del comportamiento futuro de la intrusión salina.

Para este estudio se realizaron 20 sondeos eléctricos resistivos (SEV) en los que se muestran fuertes variaciones en la conformación del subsuelo donde no existe una continuidad del basalto en el acuífero, ya que este solo existe en extensiones limitadas. El riesgo de intrusión salina se considera alto dado que la sequía persiste y la explotación de los pozos se da de manera constante y existen por la evidencia de los sondeos (SEV) a presencia de agua salada aguas adentro de la costa con resistividades entre 3.5 ohms-m a 6.5 ohms-m.

GEOH-08

AFECTACIÓN DEL ACUÍFERO CÁRSTICO DE MÉRIDA POR LIXIVIADOS DE DESECHOS MUNICIPALES

Roger González Herrera¹ y Ramiro Rodríguez Castillo²

¹ Facultad de Ingeniería, Unidad de Posgrado e Investigación, Coordinación Académica de Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Yucatán

E-mail: gherrera@tunku.uady.mx

² Depto. de Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: rrdz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Los problemas en la salud y de contaminación del medio ambiente se vinculan estrechamente al poco o nulo manejo de los desechos sólidos. El incremento en la generación de estos residuos va de la mano con el acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo.

En la ciudad de Mérida, hasta abril de 1998, la disposición final de residuos recolectados se realizó en el tiradero municipal, ubicado al noroeste de la ciudad; en él existe una zona en la cual se conformaron los residuos sólidos implementando el método de área. Este método de disposición comenzó a utilizarse en marzo de 1993 y después de cinco años de operación se depositaron aproximadamente 507,000 m³ de desperdicios; es decir, casi 8500 m³ de desechos sólidos se acumulaban mensualmente en el basurero municipal para conformar las celdas de basura. Los desechos se depositaron en el área sin impermeabilización en el fondo y sin colectores de lixiviado y muchas veces sin cubierta superficial por largo tiempo. El sitio se encuentra actualmente cerrado pero aún no se elabora un plan para su remediación y clausura definitiva, el cual está contemplado en el Plan de Desarrollo Municipal 1998-2001.

El exceso de humedad propicia la descomposición de la basura y produce lixiviado, el cual percola a través de los desechos sólidos extrayendo materiales disueltos y suspendidos. Es importante señalar que el clima cálido que prevalece en Mérida aumenta la velocidad de putrefacción de los desechos los cuales, por su naturaleza orgánica, son substratos adecuados para la proliferación de agentes transmisores de enfermedades. Las características muy particulares del subsuelo hacen que el manejo y disposición de los desechos sólidos representen un potencial de contaminación del acuífero, única fuente del vital líquido para la población, ya que el basurero se encuentra emplazado sobre rocas calizas fracturadas que presentan un alto grado de carsticidad, lo que facilita la migración de lixiviados hacia el sistema acuífero local cuyo nivel freático es somero (aproximadamente a cinco metros debajo de la superficie del terreno).

Los resultados hidroquímicos obtenidos a la fecha en la zona del basurero y sus alrededores, demostraron que la zona más afectada por la contaminación por lixiviados que emanan del tiradero es la que subyace inmediatamente a éste, ya que en ella se presentaron las concentraciones más elevadas de los parámetros estudiados formando plumas de contaminación que se dirigen al N-NW del sitio. Asimismo, éstos datos parecen indicar que las plumas de contaminación responden a las épocas de precipitación pluvial.

GEOH-09

MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUIFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Rodrigo González Enríquez^{1,2}, Luis Ernesto Marín Stillman² y Adrian Ortega Guerrero³

¹ Instituto Tecnológico de Sonora

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

El Valle del Yaqui incluye una sección de la planicie costera del Golfo de California en el Noroeste de México (26°45' a 28°00' Latitud Norte y 109°15' a 110°45' de Longitud Oeste). La disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas ha permitido el desarrollo de una extensiva e intensiva zona agrícola formada por los Distritos de Riego 041 del Río Yaqui y 018 de las Comunidades Yaquis.

En éstos distritos son de los importantes de México por su producción de alimentos, la cual es del orden de 1.5 millones de ton/año, principalmente de trigo, maíz, soya y algodón

Las aguas superficiales provienen principalmente de los escurrimientos del Río Yaqui, y son almacenadas en tres grandes presas, mientras que las aguas subterráneas se explotan de un acuífero regional costero de tipo aluvial.

Los acuíferos del Valle del Yaqui están formados por los sedimentos aluviales generados por los escurrimientos de los ríos de la región, son permeables y transmisibles en casi toda la planicie, principalmente sobre las márgenes de los ríos la cual se reduce hasta alcanzar contacto con las laderas y terrazas impermeables localizadas al Norte y Este del valle. Estos materiales depositados sobre las formaciones impermeables constituyen los únicos acuíferos de la región y participan en el sistema de recarga y descarga hidráulica. La recarga es por infiltraciones desde los ríos, presas, red de canales de riego y desde los suelos anegados por

aguas del riego y de la precipitación. La descarga de estos materiales ocurre verticalmente por el bombeo de pozos para uso agrícola y agua potable, flujo subterráneo horizontal hacia la red de drenaje agrícola, sección baja del Río Yaqui y Cocoraque, además del flujo subterráneo que descarga al mar. La diferencia entre recarga y descarga constituye la variación en el almacenamiento del acuífero regional del Valle del Yaqui.

El conocimiento sobre los recursos hídrico de ésta árida región es prioritario para la planeación de un desarrollo agrícola sustentable, ya que al Norte del acuífero del Valle del Yaqui se encuentran muy próximos, tres de los acuíferos más sobreexplotados de México, localizándose a 100 km el acuífero del Valle de Guaymas, a 250 km el del Sahuaral, y a 300 km el de la Costa de Hermosillo. Estos acuíferos presentan severos problemas por intrusión marina.

GEOH-10

INVESTIGACION SOBRE LAS POSIBILIDADES DE REINFILTRAR AGUA EN EL VALLE DE ATLIXCO, PUE.

Héctor Luis Macías González, Alberto Arias Paz y Martín Vidal García
Facultad de Ingeniería, UNAM

En la vertiente oriental del Volcán Popocatepetl, cercano al poblado de Atlixco, un extenso frente de aproximadamente 110 km² de coladas volcánicas es receptora del agua de lluvia y de las nevadas ocasionales que ocurren en esa vertiente. El agua recibida sobre esta amplia superficie se infiltra a través de un denso sistema de fracturas generando una recarga con movimiento preponderantemente vertical; al descender topográficamente atravesando el espesor de los derrames y al encontrarse con los depósitos epiclásticos y lahares, por contraste de permeabilidades, el movimiento se convierte en horizontal, después de haber recorrido algunos kilómetros y haber permanecido algún tiempo dentro de los basaltos. Al encontrar el agua las últimas porciones de los derrames lávicos, ocurren manantiales todos ellos alineados bajo un control estructural bien definido de rumbo sensiblemente N-S.

Las descargas naturales se localizan, de norte a sur, en San Baltasar Altlimayaya, Metepec Abandonado y Axocoapan, con un caudal aforado de 3.88 m³/s. De éstas, una fracción del manantial de Axocoapan es utilizada para el abastecimiento de agua potable de Atlixco, otra fracción, la mayor y sin uso, descarga directamente en la barranca de Cantaranas, y otra se conduce por una red compleja de canales que cruzan la localidad y vierten sus volúmenes en la barranca de Cuescomate. Por otra parte, el Sistema Operador de Agua Potable (SOAPAMA), administra la operación de 16 pozos para la población con un caudal de 216 l.p.s, siendo ésta la principal fuente de abastecimiento, la cual ha generado en los últimos años abatimientos de 0.80 m/año.

La Facultad de Ingeniería de la UNAM, propuso llevar a cabo una investigación hidrogeológica con el objetivo de dar alternativas viables para reinfiltrar al subsuelo los caudales no aprovechados para intentar atenuar el ritmo de dichos abatimientos. Profesores y alumnos del curso de geohidrología de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, con el fin de conocer la capacidad transmisora del acuífero, aforaron los volúmenes de los tres manantiales, efectuaron reconocimientos hidrogeológicos y realizaron 12 pruebas de bombeo, cuyos valores variaron de entre 0.018 m²/s y 9.5 m²/

s. Con éstos resultados, se propuso construir un pozo de absorción radial de gran diámetro con la finalidad de conocer la capacidad de toma. La primera prueba se realizó llenando de agua el pozo de prueba con 3.2 m de diámetro y 10.71 m de profundidad, ubicado a 14 m por encima del nivel estático.

Un volumen de 115 m³ se infiltró en 10 horas, por lo que se concluye que el pozo tomó a razón de 3.2 l.p.s. durante la prueba. El llenado de la noria no fue constante y fue a razón de 10 l.p.s. con un llenado del 75 %. En las 2 primeras horas del llenado, se presentó flujo de agua en un pozo de observación localizado a 2.7 m del de prueba, reconociendo principalmente zonas de fracturamiento. De lo anterior se deduce que de contar con carga constante y drenes radiales, los volúmenes de infiltración aumentarían considerablemente de tal manera que pudiera infiltrarse por lo menos un caudal de 100 l.p.s. con la construcción de por lo menos 12 obras similares, localizadas en el frente de recarga natural del acuífero sobreexplotado. Esto ayudaría a reducir la tendencia de los abatimientos a un bajo costo.

En cuanto a la calidad del agua que se infiltraría, se tiene previsto, en función de la capacidad de recursos del SOAPAMA, realizar análisis físico químicos de los manantiales ya que éstos son contaminados desde los primeros metros de su nacimiento. También se realizará un análisis de la infraestructura de conducción ya que es posible utilizar la existente dando un saneamiento adecuado. El éxito obtenido en la prueba de infiltración, permite la continuación de las investigaciones con perspectivas igualmente exitosas y con la consecuente preservación del agua subterránea.

GEOH-11

PREDICCIONES NUMÉRICAS DE LOS HUNDIMIENTOS REGIONALES DE CHALCO, DISTRITO FEDERAL Y ESTADO DE MÉXICO

Ortega-Guerrero Marcos Adrián
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Gran parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se encuentra construida sobre sedimentos lacustres, altamente compresibles, que cubren un acuífero granular regional. La extracción de agua subterránea en este acuífero semiconfinado da lugar a la consolidación de los sedimentos lacustres que le sobreyacen causando hundimientos regionales. En el centro de la Ciudad de México existen hundimientos totales de hasta 10 metros, después de más de un siglo de extracción de agua subterránea; mientras que en la región lacustre de Chalco, ubicada al suroeste de la ZMCM, la misma magnitud de hundimientos se ha dado en menos de treinta años de explotación del acuífero. Los mecanismos de consolidación se estudiaron independientemente bajo criterios de mecánica de suelos e hidráulicos, basados en propiedades físicas constantes y continuas a través del subsuelo y del tiempo, además de basarse exclusivamente en observaciones de la evolución de los hundimientos. La presente investigación, incluye ecuaciones integradas de geomecánica e hidráulica, considerando la variación no-lineal, del comportamiento transitorio de los sedimentos lacustres al bombeo en el acuífero; utiliza mediciones de parámetros con la profundidad y la variación de la presión de poro con la profundidad y su evolución en el tiempo, para calibrar un modelo transitorio, unidimensional de flujo y consolidación. Con base en ello, se realizan simulaciones de predicción hasta el año 2010. Los mecanismos de consolidación establecidos y las predicciones muestran lo grave de la situación en que se encuentra las

poblaciones que se ubican en las zonas lacustres de Chalco y sus alrededores, donde se tendrán hasta 15 metros de hundimiento totales para ese año. Los resultados muestran también el riesgo por inundación con agua pluvial y aguas residuales urbanas e industriales a las que está sujeta algunos sectores, como Valle de Chalco, que sufrió inundaciones el pasado mes de mayo.

GEOH-12

MODELO DE PLANEACIÓN PARA EL MANEJO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MEDIANTE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN-SIMULACIÓN

Salvador Díaz Maldonado
Instituto Tecnológico de Sonora

El acuífero del Valle del Yaqui tiene un potencial de extracción aproximado de 450 a 500 hm³/año (Canales y Díaz, 1990), pudiendo aumentar hasta 600 hm³/año en períodos cortos de tiempo (dos años). Sin embargo, debido principalmente a los altos costos del bombeo por consumo de energía eléctrica, los cuales son el 30% de los costos de operación del Distrito, durante los últimos 10 años el bombeo ha decaído sustancialmente. Lo anterior se ha visto reflejado en la elevación de niveles freáticos, con los consecuentes problemas de salinización de tierras y de drenaje. Además, al disminuir durante tanto tiempo el bombeo, los equipos electromecánicos se han deteriorado, disminuyendo a su vez el potencial de extracción.

Es conocido que durante los últimos cinco años el noroeste del país sufre una fuerte sequía, lo cual ha provocado que durante los últimos tres años (incluido este), se hayan eliminado los segundos cultivos, impactando negativamente en el desarrollo socioeconómico de la región. También, para aprovechar al máximo el recurso hidráulico, se aumentó la extracción a la capacidad máxima de bombeo.

Por lo anterior se considera necesario obtener una estrategia para el manejo del acuífero, mediante programación matemática (optimización-simulación) que permita apoyar la toma de decisiones de los administradores del recurso.

Maddock III (1972), propone una técnica de simulación para obtener una función tecnológica algebraica, a través de la cual se puede modelar un acuífero con el fin de optimizar su manejo. Heidari (1982) así como Khosrow y Yazicigil (1996), aplicaron esta técnica para obtener el potencial de un acuífero.

Con el fin de aplicarlo en el acuífero del Valle del Yaqui, se resolvieron preliminarmente ejemplos tipo con el fin de comprobar la confiabilidad de los resultados entre optimización vs simulación al modelar un acuífero confinado como libre; obteniéndose diferencias de menos del 1% cuando el abatimiento es insignificante comparado con el espesor del acuífero, como es el caso que nos ocupa. Posteriormente se aplicó el modelo en el acuífero, seleccionando el ciclo 1982-83, debido a que se incluye en uno de los últimos estudios de modelación en la región (Canales y Díaz, 1990).

Mediante la técnica anterior se distribuye el bombeo demandado anualmente, minimizando los abatimientos en el acuífero, combinando modelos de optimización y simulación.

Bibliografía:

- Canales, E.A. y Díaz, M.S. 1990. Planeación del Uso Conjunto de Aguas Superficiales y Subterráneas en el Valle del Yaqui, Sonora. 3ra Parte. Informe Técnico. Instituto Tecnológico de Sonora.
- Maddock III, T. 1972. Algebraic Technological Function from a Simulation Model. Water Resources Research. Vol. 8, No. 1. pág. 129-134.
- Hallaji, K, y Hasan, Y. 1996. Optimal Management of a Coastal Aquifer in Southern Turkey. Journal of Water Resources Planning and Management. Vol. 122, NO. 4, pág. 233-244.
- Heidari, M. 1982. Application of Linear System's Theory and Linear Programming to Ground Water Management in Kansas. Water Resources Bulletin. Vol. 18, No. 6. pág. 1003-1012.

GEOH-13

**NUEVAS APORTACIONES PARA EL
ENTENDIMIENTO DEL MODELO
HIDROGEOLOGICO DE LA COSTA DE
HERMOSILLO, UTILIZANDO ISOTOPOS
AMBIENTALES (O-18; D) Y FECHAMIENTO DE
AGUA (C-14)**

Rangel-Medina Miguel, Valenzuela Luis Herman y Cortes
Alejandra
Universidad de Sonora

En el área de estudio afloran rocas de edades que varían desde el Paleozoico hasta el Cuaternario y están constituidas por rocas tanto sedimentarias como ígneas intrusivas y extrusivas.

Para el subsuelo se propone una estratigrafía con la presencia de tres unidades principales:

Unidad Superior. Constituida principalmente por arenas, gravas, boleas y pocas arcillas no consolidadas. Esta unidad inicia prácticamente desde la superficie y varía en espesor hasta una profundidad mínima de 200 m y hasta 340 m como máximo. Esta unidad constituye el acuífero de la Costa de Hermosillo.

Unidad Media. Paquete de sedimentos constituido por limos, arcillas y arenas con algunos horizontes arcillo-arenosos con fósiles marinos del Mioceno. El espesor de esta unidad varía de 200 m hasta 560 m y su parte mas superior encuentra a una profundidad que varía de 180 a los 340 metros. Esta unidad posiblemente corresponde a una secuencia progradacional de depósitos deltaicos.

Unidad Inferior. Compuesta por arenas gravas y arcillas semi-consolidadas con algunas intercalaciones de rocas volcánicas (basalto y riolita). Tiene un espesor de 624 metros. Esta secuencia se encuentra sobre el basamento granítico.

Basamento. El basamento en esta cuenca corresponde a rocas graníticas y volcánicas (andesita y riolita) y se encuentra a diferentes profundidades: desde 182 m hasta 1086 m.

La información de este nuevo modelo hidroestratigráfico de la Costa de Hermosillo, es consistente con la concentración isotópica que caracterizó las diferentes aguas de la cuenca del Río Sonora. Se muestran las coincidencias entre los tipos de aguas de esta cuenca,

de acuíferos ubicados gradiente arriba de la Costa de Hermosillo, las diferencias con las aguas del acuífero de la costa, sus edades y posibles orígenes así como las evidencias de la penetración de la intrusión marina.

GEOH-14

**ESTUDIOS DE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA
EN EL VALLE DE GUASAVE, SINALOA MEDIANTE
EL MÉTODO EM-34**

J. Herrera B.¹ y M. Norzagaray Campos²

¹ CICESE

² CIIDIR, Sinaloa

En el Valle de Guasave, Sinaloa se desarrolla una intensa actividad agrícola, con una superficie cultivable del orden de las 163,000 has en el municipio de Guasave. No obstante que el Valle es irrigado por los ríos Sinaloa y el arroyo Ocoroni, así como el agua de las presas Bacurato y El Sabinal, la intensa sequía que ha padecido la región durante el año pasado y parte de éste, resalta el interés por el CIIDIR-SINALOA, JUMAPAG y CICESE por conocer el acuífero granular en dicho valle. Por lo que, con el propósito de conocer la geometría del acuífero superficial y la naturaleza de los materiales que lo conforman, se realizó una campaña de Sondeos Electromagnéticos con la técnica de inducción electromagnética EM-34. La interpretación se realizó para cada uno de los sondeos mediante modelado directo unidimensional, restringiendo el modelo a datos conocidos como el perfil del suelo, así como profundidades del nivel freáticos de pozos existentes en el área. De la interpretación de los sondeos electromagnéticos se obtiene una sección electroestratigráfica, la cual muestra la distribución de los materiales en el subsuelo (zona vadosa y saturada).

GEOH-15

**MODELADO GEOFÍSICO DE DOS ACUÍFEROS
RELACIONADOS CON EL RÍO GUANAJUATO**

J.A. Randall Roberts y I.E. Torres Jaime

Escuela de Ingeniería Civil, Instituto de Ciencias Agrícolas

El agua subterránea en la franja cerca al Río Guanajuato, entre los Municipios de Guanajuato y Silao, circula en dos acuíferos; uno somero y colgado y otro más profundo parcialmente libre. El valle del río fue estudiado por métodos de potencial espontáneo resistividad y magnetometría con el fin de determinar los controles que limitan el fondo y los márgenes del acuífero somero. Todas las curvas de potencial espontáneo han desarrollado armónicas de una frecuencia o longitud de onda muy corta indicando un flujo somero irregular en el acuífero colgado o somero. La limitante o base hidrológica del acuífero somero es una capa de barro y toba muy fina con una resistividad eléctrica de 5-8 ohm metros y un grosor de 10 - 50 mts. qué fue bien definida por sondeos eléctricos. Varios perfiles fueron realizados a través del valle con un magnetómetro fluxgate. El análisis gráfico de las curvas por el método de "medios anchos" e ángulos "Z" de cambios en la amplitud de la anomalía magnética en gammas, indican profundidades de la anomalía entre 60 y 100 metros. Esta profundidad corresponde al fondo de las tobas barrosas, y la cima del material volcánico clástico con probables intercalaciones de riolitas; éstas se observan en la región, y aparentemente fueron alcanzadas por uno de los SEV. Los niveles estáticos oscilan entre 70-100 mts. En pozos de buen gusto (más de

15 lts./seg. o más) los con niveles de bombeo están alrededor de 150 mts.; por lo tanto, la capa dura abriga acuíferos en grietas. Hay pozos que muestra agua termal, probablemente originado por las mencionadas riólitas jóvenes. Un poco de confinamiento debajo de la capa tobácea está indicado en el acuífero inferior. Se espera que con perfiles más largos será posible de modelar las armónicas con potencial espontáneo al mayor horizonte de flujo en el acuífero inferior. El motivo del contraste magnético entre la capa blanda de tobas barrosas con la capa inferior de material volcanoclástico no está definido todavía, pero puede ser debido a fragmentos máficos dentro de los volcanoclásticos arriba mencionados.

GEOH-16

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA PRELIMINAR DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ETLA, OAX

L. Flores, R. Chávez, A. Tejero, J. Urbietta, O. Campos, J. Herrera, S. Belmonte y M. Norzagaray
Instituto de Geofísica, UNAM
Facultad de Ingeniería, UNAM
CICESE
CIIDIR, IPN

En los últimos años la demanda de agua potable en las grandes ciudades se ha incrementado considerablemente debido, principalmente, al incremento de la población en estas ciudades. Oaxaca de Juárez, capital del estado de Oaxaca, es un ejemplo de este fenómeno. El suministro de agua de la capital proviene de los valles centrales de Oaxaca. Uno de los acuíferos que más contribuye es el del Valle de Etlá. Este produce el 80% de agua usada en agricultura, industria y consumo humano. Sin embargo, el crecimiento desordenado de la ciudad, así como la excesiva explotación pone en riesgo de contaminación dicho acuífero. Con la finalidad de determinar la geometría del acuífero y cuantificar su volumen se realizaron varios estudios geofísicos. Estos servirán posteriormente para realizar un modelo de flujo y transporte que ayude a establecer una política de extracción más apropiada. Además, ayudará a discriminar zonas de alto riesgo de contaminación. En el presente trabajo solo se presenta la caracterización geofísica de dicho acuífero apoyándose en estudios de gravimetría, magnetometría, tomografía eléctrica y sondeos eléctricos verticales, muchos de los cuales se llevaron a cabo con el apoyo del CIIDIR-IPN de Oaxaca.

La interpretación gravimétrica nos permitió inferir la geometría tridimensional del Valle de Etlá. Las columnas estratigráficas de pozos nos proporcionaron información sobre los paquetes sedimentarios de relleno y nos ayudaron a estimar parámetros geohidrológicos de las formaciones. El horizonte sedimentario está constituido principalmente por arenas, gravas, arcillas y lutitas. Los sondeos eléctricos nos permitieron estimar una zona vadosa de 30m. de profundidad. El método de Theis simplificado combinado con un proceso estadístico nos permitió evaluar transmisividades hidráulicas que oscilan entre 15 y 209 m²/día en el acuífero.

La tomografía eléctrica se utilizó para delimitar la superficie del acuífero y complementar los datos anteriores. Esta técnica tiene la ventaja sobre los SEV's de tener una alta capacidad de definición de los cambios horizontales de resistividad del subsuelo, además de definir los cambios verticales. La tomografía se realizó sobre perfiles perpendiculares a las zonas de interés del acuífero. En este trabajo se presenta la interpretación de tres secciones en distintas zonas.

La integración de los estudios que aquí se presenta, nos permitió caracterizar el estado actual del acuífero para que posteriormente pueda realizarse un modelo tridimensional de flujo y transporte bajo diferentes escenarios de explotación y de eventual contaminación.

GEOH-17

ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOHIDROLOGICOS EN EL AREA DE JIMENEZ - CAMARGO, CHIHUAHUA (AVANCE A 2000): MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO Y GEOQUÍMICA

Miguel Royo Ochoa^{1,2}, Rafael Chávez Aguirre¹, Jaime H. Urrutia Fucugauchi³, Ofelia Morton Bermea⁴, Luis M. Alva Valdivia³, Elizabeth Hernández Álvarez⁴ y Rosario Gil Arras¹

¹ División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UACH

² Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

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

⁴ Laboratorio Universitario de Geología Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

La Facultad de Ingeniería UACH y el Instituto de Geofísica, UNAM, a través de un convenio de intercambio académico desarrollan los estudios interdisciplinarios que se vienen realizando en la parte sur del estado de Chihuahua, estos forman parte de un proyecto de investigación a largo plazo, que permitirá comprender mejor el entorno geológico y geohidrológico de la zona, conceptualizado dentro de un marco tectónico regional.

El acuífero de Jiménez - Camargo, que se ubica al sur de la ciudad de Camargo, Chih., ha sido explotado con mayor intensidad desde hace más de cincuenta años, con propósitos agrícolas, pecuarios y de abastecimiento de agua potable en las localidades de la región; en cuanto al aspecto de abastecimiento, en años recientes, este ha preocupado a los organismos federales y estatales (CNA y JCAS), por la calidad del agua, pues durante la ejecución de análisis químicos de las aguas, se han detectado en ocasiones valores altos de algunos elementos traza en algunos pozos destinados a este objeto.

En el área de estudio afloran rocas que van en edad desde el mesozoico hasta el reciente. El acuífero se aloja en las unidades más jóvenes (Cuaternario), que están conformadas por materiales detríticos, de origen aluvial; estos sedimentos se depositaron en un valle tectónico (fosa) originada durante la Orogenia Laramídica. Volcanismo de composición basáltica se manifiesta a finales del Terciario y quizá en el Cuaternario, encontrándose al parecer interestratificado con los sedimentos clásticos de relleno.

El acuífero se aloja en un medio poroso granular, que desde el punto de vista de su conductividad hidráulica es heterogéneo y anisotrópico; es un acuífero libre, cuyo flujo subterráneo tiene una dirección predominante hacia el norte; los valores de transmisividad en el acuífero oscilan entre 3.46 m²/día y 1987.2 m²/día. La recarga principal del sistema acuífero se da por la infiltración de aguas proveniente de corrientes superficiales, preferentemente por los ríos Florido, Valle de Allende y Parral, también debe ser considerable la que aporta el campo basáltico que se ubica en la parte central del área; las principales descargas se

dan por la extracción que se realiza por los más de 1100 pozos y las aproximadamente 350 norias. El acuífero se encuentra sobreexplotado, y su abatimiento varía entre los 0.50 m. y 2.5 m por año.

En esta fase del estudio se tomaron veintiocho muestras distribuidas en el acuífero, utilizando parámetros geoestadísticos de distancia, en pozos de uso agrícola y pecuario, las cuales fueron analizadas por elementos traza. Con los resultados y otra información geoquímica compilada, se pretende establecer un modelo hidrogeológico sobre su origen.

GEOH-18

HYDROGEOLOGICAL AQUIFER ASESMENT AND K-T REGIONAL TECTONIC EVOLUTION: THE IMPLICATIONS OF THE STRUCTURAL TRENDS OF RED CONGLOMERATES DEPOSITIONAL BASINS, IN CENTRAL MEXICO

Jesús Nájera-Garza
Consejo de Recursos Minerales

THIS RESUMÉ DEALS WITH THE EAST-WEST STRUCTURAL TREND OF THE ZACATECAS RED CONGLOMERATE DEPOSITIONAL BASIN, WHERE THE ARROYO DE LA PLATA ABRUPTLY CHANGES ITS N-S COURSE, ON THE SIERRA DE ZACATECAS HORST, TO AN E-W FLOW; AND ITS OUTCROPS TO THE WEST, NEAR VALPARAÍSO (WHERE IT WAS DATED BY FOSSIL POLEN, AS MID-PALEOCENE TO EARLY EOCENE), ABOUT 50 KM W FROM THE ZACATECAS CAPITAL CITY, AND IT ALSO CROPS OUT UNDER A THIN VOLCANIC COVER, SOUTH OF JIMÉNEZ DEL TEUL, IN THE NORTHERN EXTENSION OF THE BOLAÑOS GRABEN, OF BASIN AND RANGE AFFINITY. EAST OF ZACATECAS CITY THE RED CONGLOMERATE APPEARS NEAR OJO CALIENTE, AND S-E OF THIS TOWN. THIS LONG E-W ORIENTED DEPOSITIONAL BASIN APPARENTLY IS SIMILAR, BUT OLDER, TO THE (MIDDLE EOCENE-EARLY OLIGOCENE) BASIN OF THE GUANAJUATO RED CONGLOMERATE, IN REGARDS TO STRUCTURAL TRENDS.

THESE APPARENTLY GENETIC SIMILAR ORIGIN, MAY IMPLY A DEEP CRUSTAL TECTONIC RELATION WITH THE VERY YOUNG, LATE TERTIARY-QUATERNARY TRANSMEXICAN VOLCANIC BELT.

THIS FIELD EVIDENCES, HAVE VERY CLOSE IMPLICATIONS IN THE HYDROGEOLOGIC RESEARCH AND EVALUATION OF REGIONAL AQUIFERS, ALSO AFFECTED BY THE MID-TERTIARY VOLCANISM AND BASIN AND RANGE TECTONIC EVOLUTION, OF CENTRAL AND NORTHERN MEXICO. IT IS CONSIDERED HERE, THAT THE CLEAR INTERPRETATION AND CORRELATION OF THESE GEOLOGIC EVENTS, HAVE A PARAMOUNT IMPORTANCE IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE HUMAN COMMUNITIES, AND ITS RISKS OF A POSSIBLE ENVIRONMENTAL NEGATIVE IMPACTS IN THE NATURAL ECOSYSTEMS, ON THE SOIL SURFACE AND UNDERGROUND, DOWN TO A DEPTH OF AROUND 500 M.

GEOH-19

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA ZONA NO SATURADA EN PARCELAS AGRÍCOLAS. DINÁMICA DEL FLUJO Y PROCESOS HIDROGEOQUÍMICOS

Jaime Alonso Reyes López¹ y Antonio Sastre Merlín²

¹ Instituto de Ingeniería, UABC

² Depto. de Geología, Universidad de Alcalá

En una parcela agrícola experimental localizada en la vega aluvial del Río Tajo al sur de Madrid, se instaló un dispositivo experimental para realizar el seguimiento del lixiviado agrícola producido por el riego a través de la Zona No Saturada (ZNS) y hasta el acuífero. La parcela de 3 hectáreas de extensión ubicada sobre terrenos aluviales, donde, con el fin de realizar un análisis comparativo, una parte se fertilizó con lodos de depuradora y urea en cobertera y el resto con abonos químicos. Así, el objetivo general fue conocer la influencia de la aplicación agrícola de los lodos de depuradoras sobre la calidad química del agua de percolación en los suelos.

De este modo, en cada subparcela de aproximadamente 1 hectárea se colocó por triplicado una serie de tomamuestras con cápsulas cerámicas a las profundidades de 30, 60, 90, 120 y 150 cm (45 tomamuestras), con el fin de realizar el seguimiento de la fase acuosa. Además se instalaron un conjunto de tensiómetros a las profundidades de 30, 45, 60 y 90 cm. para medir indirectamente la humedad del suelo. El nivel freático se controló mediante un pozo ubicado en la finca y con la instalación de un piezómetro por conjunto de tomamuestras (9 piezómetros). Las condiciones y prácticas agrícolas tradicionales no modificaron. El sistema de riego es por inundación con un valor aproximado de 1500 m³/ha y riego (150 mm).

Los parámetros que nos permiten caracterizar el medio en la ZNS se relacionan con las propiedades siguientes: 1) la química del agua. 2) las propiedades de almacenamiento -contenido de agua-, 3) las propiedades de transmisión y 4) parámetros agroclimatológicos y edáficos. Así, para la obtención de las muestras de agua en la ZNS se utilizaron los tomamuestras de succión. Dichas muestras fueron analizadas posteriormente en el laboratorio. Los otros parámetros se obtuvieron mediante ensayos de campo (medidas de infiltración y curva característica del suelo), análisis de suelo en laboratorio, análisis de información meteorológica, entre otras acciones.

Entre otros, los resultados de la experiencia son:

1. Con relación a los procesos hidrogeoquímicos, el proceso dominante es la ET; calculada mediante los cloruros se estima en torno al 70%. Así la tasa de percolación se sitúa próxima al 30%. La ET induce en el agua de riego una saturación importante de sales que produce una serie de reacciones hidrogeoquímicas; entre las observadas son las siguientes: la oxidación de la materia orgánica y de nitrógeno-amoniaco, la disolución de yeso, la precipitación de calcita y/o dolomita y el intercambio Ca-Mg y Ca-Na, independiente del tipo de abonado. Así, la dosis de lodos de depuradora aplicada no afecta la característica físico-química del lixiviado de riego. La cantidad de fertilizante orgánico aplicado es apropiada y no induce una carga excesiva para el suelo.

2. Con relación al flujo de agua. La dinámica del flujo en la ZNS obedece una compleja relación entre las oscilaciones del nivel freático, la evapotranspiración y el riego.

3. Con relación al nitrógeno aplicado: Los lodos de depuradora no aportan un exceso de nitrato que pueda contribuir a un deterioro de la calidad del agua del acuífero, respecto al abonado químico. Aunque parte del nitrógeno se incorpora irremediablemente al acuífero, las condiciones texturales de la ZNS -que retienen en forma de amonio parte del nitrógeno aplicado-, la desnitrificación y la actividad vegetal son los principales factores que regulan su concentración. Así, la lixiviación de NO_3^- al acuífero es escasa y la calidad de este se mantiene dentro de los límites permitidos por la legislación vigente (50 mg/l).

GEOH-20

RIESGOS DE INUNDACIÓN Y PREVENCIÓN EN EL RÍO LA COMPAÑÍA Y DREN XOCHIACA EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL

Héctor L. Macías González, Alberto Arias Paz y Martín Carlos Vidal G.

Facultad de Ingeniería UNAM

Ciudad Nezahualcoyotl se encuentra asentada en el lugar menos indicado debido a que es la zona de menor elevación de todo el Valle de México, por ello, es prácticamente imposible protegerla de las inundaciones, dado que se localiza en el extremo sur del exlago de Texcoco, a donde convergen todos los escurrimientos naturales y controlados del Valle de México. Ciudad Nezahualcoyotl está limitada al norte por el Dren Xochiaca, al oriente por el Río La Compañía y al poniente por el Río Churubusco con sus dos canales y sus lagunas de regulación.

Ciudad Nezahualcoyotl tiene cerca de 3.5 millones de habitantes; requiere para su subsistencia, un caudal de agua potable de $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$, de los cuales $0.921 \text{ m}^3/\text{s}$ provienen del subsuelo del municipio a través de 8 pozos, cuyo efecto a lo largo del tiempo, ha ocasionado el hundimiento del terreno en 60 cm promedio por año. El resto del suministro es proporcionado por fuentes externas al Municipio.

Las aguas residuales son conducidas mediante un sistema de cárcamos hacia el Dren Xochiaca y al Río La Compañía. El caudal promedio vertido al primero es de $2.13 \text{ m}^3/\text{s}$ a través de 4 cárcamos. Hacia el Río La Compañía se vierten $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ mediante 3 cárcamos, el estado actual de la infraestructura hidráulica presenta algunos puntos críticos: Sobre el Río la Compañía el primer punto se localiza frente al cárcamo La Esperanza, donde la descarga se encuentra ahogada y el bordo libre es reducido. El segundo punto es el tramo que ocupan el Estadio Neza y la Universidad Tecnológica; donde los perfiles topográficos de la plantilla del cauce presentan altos y hondanadas. El tercer punto conflictivo se localiza en las inmediaciones del cárcamo Carmelo Pérez, cuyo trazo es irregular en altura y en amplitud.

En el Dren Xochiaca la descarga del cárcamo Maravillas es el principal punto conflictivo ya que descarga ahogado y prácticamente no existe bordo libre. En general el Dren Xochiaca trabaja como un estanque ya que su pendiente es casi nula, 0.01 al millar.

En el Río Churubusco en su canal brazo derecho, se realizó una simulación de acuerdo a la precipitación máxima extraordinaria ocurrida en el mes de septiembre de 1998, en donde se encontró que para un gasto de $270 \text{ m}^3/\text{s}$, se obtenía en nivel de 2231.78 m.s.n.m., mismo que corresponde a la elevación en la planta Churubusco Lago de 8.78 m. Esa misma elevación se encontraría 2 metros por encima del bordo derecho de Río Churubusco.

El subsuelo donde se encuentra asentado el municipio es altamente compresible. Los depósitos superficiales corresponden a arcillas plásticas con un índice de saturación del 250 %, 33 metros de espesor, $S=1.66$ calculado en 1973 y funciona como un acuitardo cuyo flujo es esencialmente vertical. El segundo depósito es la denominada capa dura de 3 metros de espesor y $S=1.77 \times 10^{-4}$ y funciona como el primer acuífero con flujo horizontal. El tercer depósito es la formación arcillosa inferior de 17 metros de espesor y $S=0.26$ y funciona como el segundo acuitardo.

Subyaciendo a estos depósitos se encuentran los aluviales profundos, que tienen 9 metros de espesor $S=7.3 \times 10^{-4}$ y funciona como el segundo acuífero. Debajo de todos estos horizontes se han registrado 124 metros de arcillas, limos y arenas que funcionan como acuitardo, pero del que se desconocen sus características hidrogeológicas. Por último subyaciendo derrames basálticos de hasta 80 metros de espesor, de los que también se extraen volúmenes importantes.

El hundimiento del terreno es producto de la consolidación de los horizontes arcillosos superficiales por sobreexplotación del acuífero, prueba de ello es la presencia de fallas activas en suelos localizadas en el área y que algunas de ellas se proyectan hacia el cauce de los ríos que conducen aguas negras, aumentando aún más el riesgo de posibles riesgos geológicos.

GEOH-21

ISOTOPE HYDROGEOCHEMICAL AQUIFER ASSESSMENT, IN WEST-CENTRAL AGUASCALIENTES STATE, MEXICO (AN ADVANCE REPORT)

Jesús Nájera-Garza

Hidrogeología Regional, Consultor Privado

This isotope hydrogeochemical research and assessment of aquifers, is an endeavour that has been taken of a so much delayed task, that is very well grounded on the ample and profound understanding of academic and applied geological research, undertaken by all of the Mexican and international institutions, interested in the knowledge of the complex and outstanding geologic features, observed in the whole Mexican territory.

The use of stable isotopes ratios, such as $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, D/H , T/H , $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$; and complemented by the common physico-chemical groundwater parameters, and trace elements and compounds; makes it possible to date the age (in years) of the groundwater, since it rained to sampling time, and also to define its hydrogeological trajectory, or flow history, and its recharge area; and best of all, estimate the stored groundwater volume that can safely and efficiently be exploited.

These very facts and results, of the stable isotope hydrogeochemical research and evaluation, is also useful in identifying buried unknown mineral ores of quite diverse origins,

complementing the already available geological-mining and geophysical information on the region of interest.

GEOH-22

INDICES DE VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAACHILA, OAXACA Y ELABORACION DE UN SIG PARA SU MANEJO

Belmonte-Jiménez S.I., Aragón-Sulik M, Bautista-Belmonte A. y Navarro-Mendoza S.
CIIDIR, Unidad Oaxaca, IPN

El acuífero granular del Valle de Zaachila, Oaxaca, es de gran importancia ya que en esta zona se encuentra la mayor cantidad de pozos profundos que abastecen a la Ciudad de Oaxaca y sus zonas conurbadas, por lo que se realizó la valoración de la vulnerabilidad a la contaminación por aguas residuales, principal fuente de contaminación a los cuerpos de agua y subsuelo.

Para conocer el espesor de la zona no saturada, se realizaron mediciones de piezometría la cual esta formada principalmente por arcillas-arenas-gravas. Con los sondeos eléctricos verticales se determinaron las profundidades del basamento geohidrológico en algunos sitios que presenta un espesor muy variable de 10-90 m ampliándose hacia el sur del valle.

Una vez determinados los parámetros correspondientes se aplicaron los métodos DRASTIC y AVI para valorar la susceptibilidad a la contaminación superficial. La vulnerabilidad determinada con ambos métodos reportan una variación de media a alta. En el caso de los índices del método DRASTIC se obtuvieron índices altos (mayores de 101), donde los principales parámetros que influyen son los niveles estáticos, la pendiente del acuífero y el impacto en la zona vadosa. En el caso de los parámetros que influyen en el método AVI, el parámetro de mayor influencia son los niveles estáticos que fluctúan de 2-8 m de profundidad.

Para la presentación de los resultados, se creó un Sistema de Información Geográfico, herramienta importante de apoyo en la Geohidrología. Para este fin se empleó el software IDRISI, el cual permite manejar variables en el espacio. De manera paralela se creó una base de datos con los principales parámetros hidrogeológicos y se realizó la interpolación de éstos en el espacio.

La bondad de este sistema permitió agrupar los valores obtenidos en el espacio, con el fin de crear intervalos de las zonas con diferentes índices de vulnerabilidad. Además de estandarizar índices, esto facilita la comparación con otros sistemas acuíferos y permite visualizar objetivamente los mapas con sus respectivas bases de datos. El objetivo final será la creación de una base de mapas de vulnerabilidad del acuífero de la región.

GEOH-23

STABLE ISOTOPE HYDROGEOCHEMISTRY AND GROUND PENETRATING RADAR METHODS IN LIMESTONE AQUIFERS, POSSIBLE ASSESSMENTS IN ARID REGIONS OF NORTH-CENTRAL MEXICO

Jesús Nájera-Garza
Hidrogeología Regional, Consultor Privado

The mountains in the arid regions of north-central Mexico, are mainly of limestone interstratified with some sandstones and siltstones. In some of these sequences there are some evaporites strata, which render certain salinity to groundwater. The possible assessment of the aquifers in the underlying limestone formations, in the wide valleys, where such rocks are at shallow depths, can be proved positive; by means of field studies of the regional hydrogeology and sampling for stable isotope hydrogeochemical investigations, complemented by ground penetrating radar (GPR) methods.

The stable isotope use in this type of aquifer assessment, is quite new and has proved very assertive, regarding the determinations of areas of aquifers recharge, age of groundwater (i.e., time since it rained or snowed), and its flow directions, and probable volumes of groundwater stored in limestone and related rocks.

The ground penetrating radar methods are coupled with other geophysical procedures, involving very low frequency devices, and also some very recently developed magnetic transmitter-receivers.

It is quite necessary, to obtain really reliable results, that all these research field surveys, be accomplished by hydrogeologists with a field experience of, at least, 10 to 15 year.

GEOH-24

VULNERABILIDAD ACUÍFERA Y PARAMETRIZACIÓN GEOELÉCTRICA DEL SUBSUELO DE LA EMPRESA COBRE DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

J.T. Silva García¹, J.A. Ramos Leal², R. Rodríguez Castillo², S. Ochoa Estrada¹ y R. Mondragón Guzmán³

¹ CIIDIR, Michoacán, IPN

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ ESIA, Ticoman, IPN

La presencia de altos contenidos de sulfatos y cobre en el acuífero somero de la empresa Cobre de México, S.A. de C.V., propicio que dicha compañía emprendiera un ambicioso programa de estudios tendientes al mejoramiento ambiental de la misma. Este estudio forma parte de ese programa. Los objetivos del proyecto fueron la caracterización geoelectrica del subsuelo, un análisis de la vulnerabilidad que presenta el acuífero somero utilizando el método AVI (Aquifer Vulnerability Index) y su correlación con la pluma contaminante detectada, usando como indicadores las concentraciones de Cu, Fe, Sb, Ni, As, y Zn.

Se analizo la distribución de concentraciones de los elementos arriba mencionados obteniéndose esquemas que permiten suponer que no hay migración lateral sino vertical y que existen fuentes puntuales. El mapa AVI de vulnerabilidad, obtenido con la

información de 26 pozos de observación, muestra 3 rangos distintos de vulnerabilidad con valores en días. Considerando que la empresa lleva mas de 52 años de operación es de esperarse que la pluma contaminante estuviese mas dispersa sin embargo esto no ocurre en el análisis de SU evolución para 1998, que muestra fuentes puntuales continuas con gradientes de concentraciones muy grandes lo que hace suponer que la mayor parte del tiempo se lleva a cabo un flujo vertical descendente.

Se obtuvieron valores de resistividad aparente y espesores de los estratos mediante SEVs, con aperturas electrocadas AB de hasta 90 m, en 9 sitios distribuidos a manera de secciones en las naves principales de producción, siendo la profundidad máxima de investigación alcanzada de 20m. Los resultados de los SEVs permitieron integrar 3 secciones geoelectricas y 5 planos de isoresistividades aparentes, pudiéndose definir un esquema en planta de la distribución del electrolito contaminante en el subsuelo.

La distribución de valores de conductividad eléctrica dentro de los rangos normales para aguas de buena calidad en los pozos de monitoreo mas alejados de los principales fuentes de contaminación confirma el escaso flujo lateral. Las principales conclusiones son que existen fuentes activas, que no hay migración lateral importante sino vertical y que esta alcanza al acuífero inferior.

GEOH-25

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA, MICH

S. Ochoa Estrada¹, J.T. Silva García¹, J.A. Ramos Leal² y S. López Díaz¹

¹ CIIDIR, Michoacán, IPN

² Instituto de Geofísica, UNAM

La región de estudio conocida como Ciénega de Chapala se localiza al NW del estado de Michoacán, correspondiéndose con el distrito de riego No. 24 de la SARH, con una superficie de aproximadamente 46.469 hectáreas; geológicamente ocuparía el extremo oriente del graben de Chapala, coexistiendo en ella mas de 200,000 habitantes. El sistema acuífero de la Ciénega puede clasificarse como confinado en la parte central y semiconfinado en las márgenes existiendo cuatro unidades geohidrológicas en explotación: depósitos lacustres pliocenicos, basaltos y andesitas correspondientes a la denominada Secuencia Volcánica Intermedia; rocas basálticas pliocenicas y finalmente rocas basálticas cuaternarias.

El aspecto calidad es notablemente descuidado en las políticas de gestión. Pareciera que toda el agua subterránea no presentara alteraciones importantes en su calidad. No está por demás señalar que en las zonas agrícolas como es esta, se consumen grandes volúmenes de agroquímicos muchos de los cuales son persistentes, movibles y tóxicos aún en bajas concentraciones, de ahí la importancia de contar con él diagnostico del problema ya manifiesto en la región y reconocido por los agricultores; los valores de concentraciones de sales no cumplen, en la mayoría de los casos con la norma, lo que a repercutido en merma económica para esta actividad.

Con este trabajo se busca, incidir en el conocimiento sistemático de las distintas calidades químicas de las aguas subterráneas, sus probables fuentes de recarga, así como el tipo de

acuífero al que pertenecen, con la finalidad de integrar nuevas reglas de operación del mismo, a efecto de evitar al máximo el deterioro irreversible de la calidad de los suelos agrícolas. El muestreo geoquímico incluyo un total de 88 pozos profundos. Los primeros resultados permiten diferenciar cuatro distintos grupos de calidades, obteniendo datos máximos de hasta 4700 mms de conductividad eléctrica, así mismo han podido ser diferenciadas aquellas aguas cuya fuente de recarga se asocia a la presencia de cuerpos de agua superficiales (Lago de Chapala) o bien con elementos tectónicos.

GEOH-26

RIESGO POTENCIAL A LA SALUD DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

J. Herrera B.¹, A.A. Cortez Lara², M. Norzagaray Campos³ y G. García Saillé²

¹ CICESE

² COLEF

³ CIIDIR, Sinaloa, IPN

El valle de Mexicali se conforma por más de 166 comunidades que sobrepasan los 100 habitantes, así como otras con menor población que suman del orden de 197,000 habitantes. De estas localidades 72 se abastecen de agua subterránea a través de pozos, destacando por el número de pobladores Ciudad Morelos, Ej. Hermosillo y Benito Juárez con más de 5000 habitantes cada una.

De las comunidades rurales del valle, el 83% de las viviendas no cuenta con drenaje, el 28% no cuenta con agua potable entubada, el 34% no tienen afiliación a algún sistema de seguridad social y un 44% no cuenta con servicios médicos en la comunidad.

Por otra parte, la actividad agrícola asociada a los fertilizantes y la carencia de drenaje son la principal fuente de aportes nitrogenados al suelo y subsuelo en el Valle de Mexicali, representando así un riesgo potencial a la salud, ya que concentraciones superiores a la normas establecidas de nitratos (45 mg/l) y nitritos experimentan toxicidad en infantes y un carácter precursor como cancerígenos al cuerpo humano.

Tomando como referencia lo anterior, en octubre del año de 1999 se realizó un muestreo de nitratos y nitritos en pozos de agua potable, así como una campaña de encuestas encontrándose que las concentraciones son inferiores a 1mg/l, ésto debido en gran manera al sistema de filtros, lo cual indica a priori que no hay riesgos para la salud por nitratos y nitritos. No obstante ello, de 100 encuestas realizadas se observó que el 18.5% asocia enfermedades en los niños por el agua que toman, asimismo el 49.1% de los encuestados consideran que puede haber efectos en la salud por el agua que toman.

Por otra parte, se observa que hay una correlación entre la profundidad de niveles freáticos y las concentraciones de nitratos y nitritos: a mayor profundidad menor concentración. Lo anterior, aunado al sistema de filtros explica en buena manera las bajas concentraciones de nitratos y nitritos en el Valle.

PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA KÁRSTICA ACUITLAPÁN-LAS GRANADAS, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO

Israel Castrejón González y Rubén David Barrera González
Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad
Autónoma de Guerrero
E-mail: icastrejon@yahoo.com

En este trabajo se plantea, la posibilidad de encontrar una fuente alternativa de suministro o abasto de agua subterránea para la población de Taxco de Alarcón, Guerrero.

Entre el borde oriental del Cerro del Huizteco (Zacatecolotla - Las Joyas) y las Granadas, existe un morfolineamiento estructural de rumbo N60°W; posiblemente asociado a una zona de cizalla o estructura de falla semiregional. Esta posible zona de cizalla se caracteriza superficialmente por una alta frecuencia de fracturamiento (valles intermontanos estrechos y alargados) y karsticidad (dolinas asociadas a cavidades sub-horizontales en el subsuelo); dicha expresión geomorfológica en superficie pareciera reflejar la existencia en el subsuelo de una serie de cavidades o galerías interconectadas.

Es sobresaliente, la presencia de arena depositada en el cauce y en el fondo de los charcos próximos a la gruta que marca el nacimiento del Arroyo Las Granadas, dicha arena es de grano grueso, constituida esencialmente por granos de cuarzo. Mediante correlación petrográfica se demuestra que este tipo de arena es idéntica a la que se observa en el cauce de los arroyos y en el fondo de los charcos que existen en las laderas del Cerro del Huizteco, derivados específicamente de la Rioluta Tilzapotla.

La incógnita a responder, es entonces: ¿cuál es la causa, de que una arena derivada de un tipo de roca, que se localiza a casi 7 kilómetros de diferencia (distancia entre el Huizteco y las Granadas) se encuentre en las Granadas?. Es pertinente aclarar que entre ambos lugares no existe una corriente superficial (arroyo o río) que los comunique.

Se considera como respuesta más viable: que dicha arena se transporta subterráneamente desde El Cerro del Huizteco hasta La Gruta de las Granadas, implicando varios aspectos: a) existe comunicación subterránea entre tales lugares, b) el caudal que transporta dicha arena es de alta energía, y c) la principal fuente de aporte hidráulico al Acuífero de Acuitlapán-Las Granadas es proveniente del Cerro del Huizteco.

Durante el reconocimiento de algunas cavidades que se presentan en el área de estudio (Acuitlapán - Las Granadas) se observó lo siguiente: a) en el fondo de tales cavidades existe arena similar a la observada tanto en El Cerro del Huizteco como en Las Granadas, b) en el interior de las cavidades cercanas al Cerro del Huizteco se encontraron "piñas"; las cuales son el fruto de los árboles de pino u ocote que se encuentran en el cerro del Huizteco, y c) la presencia de un charco de 150 m de largo, 5 m de ancho y 2 m de profundidad en el interior de la Gruta de Las Granadas; cuya agua, fluye durante toda la época del año.

ESTIMACION DE LA ACTIVIDAD INTERNA DEL LAGO DE CHAPALA COMO FACTOR DE VARIACION DE SU CONTENIDO DE AGUA

Samuel Desentis León
CIIDIR, Michoacán, IPN

La disminución del volumen de agua en el Lago de Chapala, es indudablemente el problema más importante de este cuerpo receptor de aguas interiores que es el mayor en todo el territorio nacional Mexicano.

El objetivo de esta investigación es determinar si la variación volumétrica del agua contenida en el lago es exclusivamente debida a los fenómenos hidrológicos e hidráulicos que ocurren en su superficie o si interviene significativamente algún otro fenómeno que se desarrolla bajo el agua ya sea en el fondo lacustre o en sus litorales.

La actividad estacional interna del agua en este lago es estimada por diferencia entre la variación del contenido total del lago evaluada indirectamente por la Comisión Nacional del Agua a través de cotas medidas de superficie del agua correspondientes a volúmenes ya previamente tabulados, y la variación volumétrica reflejada por el intercambio externo que es obtenida como parte de este estudio por la suma de todas las descargas y tomas del lago individualmente estimadas para un año de equilibrio de masas como lo fue el de 1995.

Los resultados que arroja esta investigación revelan que existe una notable actividad hidráulica en el fondo del lago que se inicia en la temporada de lluvias y que termina en el período estacional posterior a ésta.

El detalle de esta actividad configura una inyección de agua desde el fondo del lago que se propone ser mejor estudiada tanto para determinar su variabilidad en años mas secos que el de estudio, así como para precisar la localización espacial de sus áreas de operación.

GEOH-29 CARTEL

MODELADO DE LA EVOLUCIÓN Y PROCESOS GEOQUÍMICOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE SANTIAGO, BAJA CALIFORNIA SUR

Carrillo-Chavez Alejandro¹, Castañeda-Ovando Pedro¹,
Navarro-Lozano Octavio² y Prieto-Mendoza Jesús²

¹ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

² Depto. de Geología, UABCS

Se presentan los resultados del modelado hidrogeoquímico de los procesos que se desarrollan en el agua subterránea del acuífero del valle de Santiago, en el extremo sur de la Península de Baja California. Esta área está localizada en la vertiente oriental de la sierra granítica de La Laguna, de donde se tiene la principal recarga al acuífero. El valle de Santiago se caracteriza por algunos manantiales que surten de agua a pobladores locales y por un incipiente desarrollo agrícola que se abastece de agua subterránea. El valle esta formado, en su parte superior por sedimentos aluviales, principalmente clastos gruesos de permeabilidad muy alta, y en la parte inferior por rocas sedimentarias terciarias consolidadas y

sedimentos compactos de origen marino. En sus márgenes y su base, el valle esta limitado por rocas graníticas, y se asume que estas son la fuente principal de agua. Para la modelación hidrogeoquímica se usaron datos de 16 muestras de agua tomadas de pozos y manantiales del valle. En diagramas diversos de cationes o aniones vs. sólidos disueltos totales (SDT) se pueden apreciar 2 tipos principales de agua, así como los miembros extremos de cada uno de estos tipos de agua. Se usaron los programas MINTEQA2, PHREEQCI y NETPATH en diferentes etapas de modelado. Los principales procesos geoquímicos mas probables que se están desarrollando en el acuífero, de acuerdo a los modelos son: (1) mezcla de dos tipos de agua (bicarbonatada sódica, y bicarbonatada cálcica-magnesiana); (2) disolución-precipitación de calcita; (3) intercambio catiónico entre Na y Ca; (4) evaporación. Los resultados combinados de hidrogeoquímica y modelado indican que existen en el acuífero dos flujos: (1) flujo somero en el material aluvial; y (2) flujo mas profundo en las rocas sedimentarias. El uso de modelos hidrogeoquímicos es de gran importancia para determinar los procesos y evolución química de la agua subterránea, principalmente en regiones semiáridas como la del presente estudio. De esta manera se pueden programar acciones para optimizar este vital recurso.

GEOH-30 CARTEL

MÉTODOS QUÍMICOS Y GEOQUÍMICOS PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS CON ARSÉNICO EN ZIMAPÁN, HGO.

N. Ceniceros, M.A. Armienta, O. Cruz, R. Rodríguez y A. Aguayo
Instituto de Geofísica, UNAM

Zimapan,Hgo., se localiza en una región semiárida en la parte central de México y ha sido uno de los principales distritos mineros de este país. A consecuencia de estas actividades y de sus características geológicas se ha contaminado con arsénico el agua subterránea que se destina al abastecimiento urbano de este municipio.

La detección de niveles de concentración de As por encima de las normas permitidas, ha dado origen a la realización de varios estudios que han llevado a caracterizar ampliamente la problemática, a evaluar el impacto ambiental y a buscar opciones para la prevención y control de la contaminación.

El cambio de la red de abastecimiento como una alternativa de control, en sí no resuelve el problema, ya que las áreas para explotación de pozos de alta productividad se encuentran muy contaminadas. Por otra parte los acuíferos volcánicos que contienen agua subterránea de mejor calidad, presentan baja productividad.

En este trabajo se proponen y se presentan los resultados de varios sistemas enfocados a tener una adecuada remoción de arsénico de tal manera que se pueda abastecer de agua de buena calidad a los habitantes de Zimapan, Hgo.

Se evaluó la eficiencia de sales de fierro como coagulantes, realizando pruebas a nivel laboratorio y planta piloto, obteniéndose una remoción aproximadamente del 95% de arsénico en uno de los pozos más afectados.

Se llevo a cabo, además, un tratamiento geológico utilizando rocas calizas de la formación Soyatal que afloran en el área, observándose también una disminución de As, dejándolo por debajo de la norma nacional de calidad del agua potable.

GEOH-31 CARTEL

ESTUDIOS AMBIENTALES EN TAXCO, GUERRERO ASOCIADOS A LA MINERÍA

O. Cruz¹, M.A. Armienta¹, O. Talavera², N. Ceniceros¹ y A. Aguayo¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, UAG

La explotación minera es una de las principales actividades de la ciudad de Taxco Gro. Desde la época prehispánica Taxco se distinguió por su importante producción de Plata y otros metales como Au, Pb, Cu y Zn. Los diferentes residuos después de la extracción de estos metales pueden constituir una fuente de contaminación para los recursos hídricos de la zona.

Se presentan los resultados preliminares de un estudio para evaluar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas del área de Taxco-Taxco el viejo. Se tomaron muestras de agua para determinar la concentración y el comportamiento de los metales pesados asociados a la actividad minera. En las muestras colectadas se determinaron varios parámetros en campo: la alcalinidad, pH, Eh, conductividad y temperatura. En el laboratorio se analizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica: As, Cr, Zn, Cu, Fe y Pb.

Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que para estos parámetros en las muestras de agua de los pozos no se rebasan las normas establecida para agua potable, sin embargo en uno de los ríos y en lixiviados de jales presentan altas concentraciones de As, Pb y Zn.

GEOH-32 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO DE LA REGIÓN LAGUNERA COAH-DGO. PARA EL PROYECTO DE RECARGA ARTIFICIAL

Iris Neri Flores
Facultad de Ingeniería, UNAM

La explotación del agua subterránea en el acuífero de la región de la Comarca Lagunera ha provocado un abatimiento en los niveles piezométricos y con ello la migración de agua subterránea con concentraciones de arsénico superiores a la NOM. Como una alternativa para preservar la calidad del agua se realizó un proyecto de recarga artificial a nivel piloto sobre el cauce seco del río Nazas. Para evaluar el sitio de infiltración se analizaron 41 sondeos eléctricos verticales con una longitud de 79 kilómetros así como cortes litológicos e información geológica complementaria, definiendo de este manera un perfil hidrogeológico que caracterizara esta zona.

Los resultados obtenidos muestran dos zonas bien diferenciadas, la primera corresponde a una zona con una discontinuidad en cuanto a resistividad definiendo dos materiales diferentes uno de los cuales se asocia con material de relleno de resistividades de 25 a 100 ohm.m y el otro con calizas, cuyas

resistividades son superiores a 100 ohm .m , esta zona abarca una extensión de 11 km; la segunda zona define un ambiente de depósitos aluviales, cuya litología se asocia con materiales arenos-arcillosos y resistividades menores a 100 ohm.m abarcando una longitud de 68 kilómetros.

Las zonas antes mencionadas son separadas por una discontinuidad que se asocia con una falla normal.

Con apoyo de lo anterior se considera que el sitio actual de recarga es permeable, sin embargo se recomienda realizar un experimento similar en la región de Villa Juárez ubicado en la primer zona antes mencionada, cerca de la derivadora San Fernando, debido a que el N.E. es más somero y presenta litología asociada con gravas y arenas lo que permitiría una mejor infiltración.

GEOH-33 CARTEL

ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOHIDROLÓGICA, ESCALA 1:250 000 DEL INEGI: CASO “CARTA GUADALAJARA”

Juan Manuel Medina Rodríguez y José Agustín García Estrada
Hidrología, Subdirección de Geografía, Dirección Regional de
Occidente, INEGI

Este producto cartográfico es el resultado de la etapa de modernización que vive el área de Geografía del Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática (INEGI); se inició analizando la cartografía anterior, de la cual se concluyó que la mayor parte de la información que representa ya es obsoleta.

Para la nueva cartografía fue necesario elaborar un “modelo” a nivel nacional, trabajo que realizó el Ing. Juan Manuel Medina Rodríguez y fue aprobado por personal de Oficinas Centrales del INEGI. Dicho modelo abarca el área de la carta Guadalajara, también a escala 1:250 000. Comprende las etapas de elaboración de gabinete, campo laboratorio, digitalización de mapas, captura de informe técnico y envío a edición e impresión.

El mapa definitivo fue elaborado por especialistas las Direcciones Regionales del INEGI Occidente, Centro y Centro-sur, y es el resultado de la sobreposición de 5 originales cartográficos en los siguientes temas:

1/5 Unidades Geohidrológicas: a diferencia de las cartas antiguas que manejan 6 unidades geohidrológicas con posibilidades acuíferas altas, medias y bajas, para materiales consolidados y no consolidados, en la nueva cartografía manejamos 10 unidades geohidrológicas: 5 para materiales consolidados (3 de rendimiento alto, medio y bajo, 2 con posibilidades medias y bajas), asimismo 5 para materiales no consolidados con los mismos rendimientos y posibilidades que los materiales consolidados. En términos generales las unidades geohidrológicas son zonas subterráneas naturales, constituidas por materiales, rocas o suelos, cuyas características fisicoquímicas les permiten almacenar y transmitir el agua, en mayor o menor grado; las unidades de rendimiento se diferencian también en función de su explotación probada (gasto) y las unidades con posibilidades se diferencian en función de sus características fisicoquímicas debido al estado de inexploración (de pozos y norias) de dichas áreas.

El *original 2/5* consiste en representar los aprovechamientos de agua subterránea muestreados en campo (pozos, norias y manantiales) con la calidad del agua. La calidad y familia del agua se obtienen con el software que la Dirección Regional Occidente del INEGI propuso y se aceptó como nueva metodología, a partir de los tradicionales diagramas de Palmer-Piper.

El mapa *original 3/5* contiene las áreas de concentración de pozos y norias, áreas de veda (decretados por la Comisión Nacional del Agua), estructuras geológicas y línea(s) de sección(es) geohidrológica(s). Asimismo el *original 4/5* representa las curvas de igual elevación de los niveles estáticos del agua y las direcciones de los flujos subterráneos del agua. Finalmente el *original 5/5* contiene la(s) sección(es) geohidrológica(s) elaboradas e interpretadas.

La información de los originales 4/5 y 5/5 tampoco la contiene la cartografía anterior y es fundamental para la cartografía actualizada.

Como complemento procede a la elaboración del *Informe Técnico*, que comprende la descripción de las siguientes etapas:

1.- Generalidades: localización y extensión del área de la carta; descripción de la fisiografía, clima, litología, estratigrafía, geología estructural, tipos de acuíferos, hidrotermalismo, zonas de veda y áreas de concentración de pozos.

2.- Unidades Geohidrológicas: definición general de las unidades, definición particular, descripción de las unidades geohidrológicas que comprende la carta: localización, características fisicoquímicas, gastos de los aprovechamientos, calidad y uso del agua; además de la descripción de las secciones geohidrológicas, direcciones de los flujos subterráneos, áreas de veda y de concentración de pozos y la disponibilidad del agua.

En el reverso de la carta, además del informe técnico, contiene las tablas de aprovechamientos muestreados con su análisis fisicoquímico, los diagramas triangulares con la calidad y familia del agua con fines potables, el diagrama de Wilcox para determinar la calidad del agua para riego y la(s) sección(es) geohidrológica(s). Finalmente se les dan los créditos a las Instituciones que nos proporcionaron información.

GYM-01

EL SISTEMA HIDROTHERMAL FÓSIL DE CAOPAS, ZACATECAS

Jorge Jaime Mengelle López

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN

La región de Caopas se localiza en la porción norte del estado de Zacatecas limitando prácticamente con el estado de Coahuila. Predominan en su mayoría rocas metamórficas miloníticas de las cuales su protolito es la Fm Nazas de edad Jurásico Inferior la cual se caracteriza en éste estudio por una secuencia de rocas volcánicas de composición ácida a intermedia observándose derrames y eventos piroclásticos alcanzando un espesor de hasta 1000m.

Estas rocas muestran una disminución progresiva de la deformación hacia zonas más superficiales. Suprayaciendo discordantemente a éstas rocas se observan un conglomerado polimítico y una alternancia de calizas, calizas arcillosas y lutitas cuya edad fluctúa del Jurásico Superior al Cretácico Superior. Es en éstas rocas antes descritas donde se observan evidencias de mineralización de metales preciosos (Au y Ag) y básicos (Pb, Zn y Cu), además de alteraciones hidrotermales de dimensiones considerables las cuales están constituidas mineralógicamente por barita, caolín, pirofilita, sericita y talco primordialmente, los cuales constituyen una alteración argílica asociada a un probable yacimiento epitermal de metales preciosos, ya que estos han sido detectados de manera no económica. La fuente de hidrotermalismo en toda la región estudiada es un cuerpo ígneo intrusivo el cual se ha ido diferenciando en dirección noreste lo cual se evidencia por la presencia de dos pequeños apófisis de composición granítica y monzonítica hasta llegar a un tronco granodiorítico; ésta diferenciación está asociada a un zoneamiento mineralógico y geoquímico en las zonas de mineralización con relación a los metales mencionados.

Las alteración hidrotermal definida regionalmente está acompañada invariablemente por una intensa silicificación y carbonatación presentándose vetas muy delgadas de cuarzo y calcita, siendo en algunas localidades importante la presencia de la especularita.

En las alteraciones hidrotermales en que no se observan sulfuros o cualquier otro metal, geoquímicamente se han detectado elementos asociados a fenómenos de hidrotermalismo puro, en conjunto con la barita, caolinita, pirofilita, talco y cuarzo ayudan a definir el probable modelo del yacimiento.

Es importante mencionar que el contacto entre las rocas metamórficas y las sedimentarias marca el límite de las zonas de mineralización de barita y metales preciosos de yacimientos tipo skarn observados en las segundas, además de que se han observado afloramientos en los que la paragénesis nos indica la probable presencia de dos eventos de mineralización, por lo que se cree que existe un control estructural esencial para tal fenómeno, además del observado regionalmente en otras localidades.

Ya que las rocas metamórficas expuestas en ésta región muestran fracturamiento, clivaje y foliación de manera penetrante pensamos que puede estar actuando como una unidad litológicamente receptora de fluidos hidrotermales enriquecidos en

metales de valor económico, permitiendo en su desarrollo estructuras tipo vetas, cuerpos estratiformes y stockwork de sulfuros, asociados a la mineralización manifestada en la superficie.

GYM-02

CARACTERIZACION DEL YACIMIENTO AURIFERO DE VUELTAS DEL RIO, HONDURAS, CENTROAMERICA

Manuel Aragón-Areola

Ciencias de la Tierra, CICESE

Geomaque Explorations Ltd

E-mail: maragon@cicese.mx

El yacimiento aurífero de Vueltas del Río (VDR) se ubica en la porción norte de Honduras, Centroamérica. Tectónicamente se encuentra en la parte norte de la Placa del Caribe, cercano al límite con la Placa Norteamericana.

El yacimiento está constituido por un sistema de vetillas de cuarzo de espesores entre 1 y 30 mm, dispuestas en forma paralela a subparalela, incluidas en envoltentes en forma de lazos simoides arreglados en *echelon*. Este arreglo se repite tanto en vertical como en horizontal. El área mineralizada está asociada a una zona de alteración filica circundada por una amplia zona de alteración propílica.

El oro de VDR se encuentra libre, la mayor parte con tamaños entre 15-20 micras, también se presenta submicroscópico y grueso (>0.5mm). Estos tres tamaños definen modas granulométricas bien marcadas. El oro está incluido o en fracturas tanto en cuarzo como en piritita.

La porción cercana a la superficie de VDR presenta una zona de enriquecimiento supergénico que remobiliza el oro y el hierro, causando una zona de oxidación muy extensa que oscurece las características geológicas observables en superficie.

El yacimiento se aloja en el miembro inferior de la Fm. Vueltas del Río (Jurásico Superior), una unidad de tobas líticas, tobas de ceniza y lapillis. Esta unidad se encuentra metamorfizada a facies de esquistos verdes, con una deformación penetrativa siguiendo franjas orientadas NE-E. La foliación buza al norte entre 45 y 60 grados.

Las envoltentes de vetillas se alinean siguiendo la dirección y buzamiento de la foliación (N70-80E/45-60N), en tanto que la dirección de las vetillas corta a la foliación formando ángulos agudos (N60-70E/55-70N).

El yacimiento se encuentra aledaño a una anomalía magnética profunda, que se cree asociada a un intrusivo granodiorítico del cual afloran algunos apófisis en las cercanías de la zona mineralizada. La zona del yacimiento está caracterizada por una zona de baja resistividad-alta cargabilidad que coincide con la zona de alteración filica.

El Yacimiento de Vueltas del Río responde favorablemente a los métodos tradicionales y a las nuevas técnicas de exploración.

ESTUDIO PARAGENÉTICO DE LOS YACIMIENTOS HIDROTHERMALES DE LA PARTE NORESTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Ostroumov Mikhail, Corona Chávez Pedro, Garduño Monroy
Victor Hugo, Victoria Morales Alfredo, Bustamante García
Jorge y Bustos Díaz Jose Luis

Depto. de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones
Metalúrgicas, UMSNH

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar los rasgos mineralógico-geoquímicos y paragenéticos, así como también la mineralogía de interés económico de los yacimientos hidrotermales de media y baja temperatura (distritos mineros Angangueo y Oro-Tlalpujahuá). Se realizaron una serie de observaciones en el interior de varias obras mineras de los yacimientos y se colectaron muestras para desarrollar diferentes análisis: petrográficos, minerográficos, difracción y fluorescencia de Rayos X, espectrometría infrarroja y Raman, microscopía electrónica de barrido y de inclusiones fluidas. De acuerdo con los resultados obtenidos en las vetas del distrito minero Angangueo se distinguen tres asociaciones de mineralización hipogénica (cuarzo-sulfuros, carbonatos-sulfuros y carbonatos-sulfosales) y una etapa de mineralización hipergénica (óxidos, hidróxidos y sulfatos). En base a este esquema de paragénesis mineral se consideran más productivas la segunda (Zn-Pb) y tercera etapa (Pb-Ag) del proceso de mineralización, donde abunda la esfalerita ferrífera (marmatita), la galena argentífera y sulfosales de plata, plomo y cobre. En las muestras analizadas de las vetas del distrito de el Oro-Tlalpujahuá fueron encontradas las siguientes especies hipogénicas: oro nativo, plata nativa, acantita, calcopirita, pirita, arsenopirita, pirrotita, galena, esfalerita, tetraedrita-tenantita, polibasita selenífera y una serie de seleniuros raros de plata y oro. Estas especies minerales se encuentran en tres asociaciones paragenéticas: cuarzo-sulfuros, sulfuros-sulfosales y seleniuros-metales nativos. Entre los minerales del enriquecimiento secundario se observaron oro nativo, plata nativa, proustita-pirargirita, polibasita y hematita. La mineralización económica de este distrito (Au-Ag) se ha concentrado por lo general en las asociaciones paragenéticas más tardías. Se lleva a cabo el análisis comparativo de diferentes particularidades de los yacimientos hidrotermales de dos distritos mineros: mineralógicas, geoquímicas, para genéticas, texturas, temperaturas de formación y zonas de alteración. En el resultado se establece en el espacio y tiempo la zonalidad mineralógica en la distribución de las asociaciones paragenéticas dentro de los yacimientos estudiados lo que permite llevar a cabo su interpretación genética y establecer las zonas de mineralización económica de diferente tipo para la prospección minera.

NUEVA INTERPRETACION SOBRE EL ORIGEN DEL YACIMIENTO DE HIERRO DE PEÑA COLORADA EDO DE COLIMA, MEXICO

Corona-Esquivel R.¹, Henríquez F.², Tritlla J.¹ y Camprubí A.¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Universidad de Santiago de Chile

El yacimiento de Peña Colorada, actualmente en explotación, se ubica a 50 km al poniente de la ciudad de Colima, justo en la ladera meridional de una gran montaña conocida como «Cerro de los Juanes», la cual forma parte de la Sierra del Mamey.

En el tajo actual quedan expuestos claramente tres cuerpos diferentes de mineral de hierro. El principal, que está compuesto por magnetita maciza, se localiza en la parte media del tajo, es de forma tabular, sub-horizontal, concordante a la estratificación de las calizas y tobas encajonantes. Tiene un espesor promedio de unos 20 m y más de 1000 m de longitud. Hacia su porción nororiental se acuña entre las tobas y hacia su extremo suroccidental coincide con los denominados cuerpos laterales. Estos últimos corresponden a tres cuerpos de mena de hierro; cada uno de ellos tiene 3-5 m de anchura y 30-50 m de longitud, paralelos entre si y con una disposición sub-horizontal quedan incluidos dentro de un bloque de caliza el cual presenta una inclinación de 45 grados.

Es importante destacar que los contactos mena-caliza de estos cuerpos laterales son discordantes y bien definidos (nítidos). Alrededor de los contactos, las calizas muestran un delgado halo de recristalización sin llegar a transformarse a mármol, en la parte inferior de estos cuerpos de mena, se observan una textura maciza y en la parte superior se advierten abundantes vesículas alineadas en forma paralela a los contactos.

El segundo cuerpo constituido por una alternancia de capas de magnetita y tobas, con estructura de estratificación cruzada, se localiza en la parte inferior del tajo, es concordante a la estratificación de la secuencia volcanosedimentaria que lo enajona, tiene un espesor variable entre 10 y 40 m y una longitud de más de 1000 m.

El tercer cuerpo corresponde a una brecha constituida por fragmentos angulosos de tamaños muy variables, principalmente de andesita, granodiorita, aplita, magnetita y cristales de feldespato potásico en matriz de magnetita, la cual aflora en forma continua desde la parte más inferior del yacimiento hasta el nivel del cuerpo de hierro macizo principal.

Además de estos cuerpos principales, en el extremo SW del yacimiento y en la parte más inferior se observa un cuerpo tabular vertical de aproximadamente 10 m de potencia, emplazado a favor de un dique de aplita, que a su vez corta a la granodiorita que infrayace al yacimiento.

El yacimiento de Peña Colorada había sido descrito como de tipo skarn y se le había asignado un origen metasomático e hidrotermal de reemplazo, por estar asociado a calizas y porque en algunos horizontes se encuentra granate, epidota y wolastonita. Asimismo, se les había propuesto una edad terciaria temprana debido a que su origen se había relacionado a los cuerpos graníticos de esa edad, los cuales intrusieron a la secuencia volcano-sedimentaria del Cretácico en la que se encuentran.

Sin embargo, estudios recientes basados principalmente en la estructura y textura de los cuerpos de mineral de hierro y su comparación con otros yacimientos mejor conocidos, llevan a la siguiente interpretación:

1. Las características morfológicas, estructurales y texturales, señalan una gran similitud entre el yacimiento de Peña Colorada, Colima con los de Cerro de Mercado, El Laco y Kiruna, en los que ha sido demostrado un origen relacionado con la extrusión de magmas de mena de hierro.

2. En el depósito de Peña Colorada, y con base en las relaciones de corte que presentan en el campo, se han definido por lo menos tres etapas de mineralización. El primer episodio corresponde a un depósito de caída de cenizas, posiblemente sub-aéreo, formado por magnetita, augita diopsídica y microclina. Este depósito está cubierto concordantemente por la secuencia volcano-sedimentaria. Con posterioridad, se dio la intrusión de un magma de hierro en forma de filones verticales que fueron los alimentadores del cuerpo sub-horizontal que se presenta a manera de diquestrato y que formaron al cuerpo principal de mena y a los cuerpos laterales. Estos cuerpos intrusivos presentan acumulaciones de apatita y clinopiroxeno, con texturas claramente magmáticas y evidencias de haber crecido en un medio fluido. El tercer episodio se halla representado por una brecha explosiva que contiene fragmentos de ambos cuerpos de magnetita anteriormente mencionados, en una matriz de magnetita de grano fino. En todos los casos, los contactos entre los cuerpos de magnetita y la roca encajante son netos y no se ha encontrado evidencias de reemplazo metasomático de la roca encajante.

3. Con base en las relaciones de contacto entre los cuerpos de mineral y las rocas encajonantes, se define que la edad de mineralización en la región estudiada va desde el Cretácico Temprano al Terciario temprano.

GYM-05

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LAS POSIBLES MENAS DE LOS ELEMENTOS DEL GRUPO DE LOS PLATINOIDES

Rafael Rodríguez Torres y Mario H. Campos Morales
Renatura

Las principales características de los minerales de este grupo de metales conocidos como: "Metales Nobles", son el resultado de su propia cualidad química de no reaccionar con el H, S, O, C, etc., para formar compuestos; por lo tanto casi todas las menas conocidas son: metales nativos (platino, nativo).

Otras características se deben, a los procesos de segregación masmatita propia de su origen, pues todas las menas son originalmente ortomagmáticas; por lo que generalmente se encuentran como disseminaciones ó masas amorfas dentro de los principales minerales huéspedes como son: la cronita, la magnetita y el Fe, nativo, como aparentes contaminantes.

Finalmente se tienen casos de amalgamas ó verdaderas soluciones solidas, que incluso llegan a formar series isomorfas de no mucha longitud.

En todos estos eventos quedan evidentes los procesos físico/químicos de: sustitución atómica, ó reemplazamiento iónico; entrando en juego ya sea el tamaño ó el peso atómico de los elementos de este grupo, como se aprecia claramente en la tabla periódica.

GYM-06

BISMUTO EN MENAS DE ZIMAPÁN, HIDALGO

M.G. Villaseñor¹, J.A. Gómez-Caballero¹ y E.U. Petersen²

¹ Instituto de Geología

² Depto. de Geología y Geofísica, Universidad de Utah

México ha sido, en los últimos años, uno de los productores de bismuto más importantes del mundo. Este elemento se obtiene como subproducto de la metalurgia de las menas de plomo. En el año de 1999, descendió la producción debido a problemas en la refinería de plomo en Torreón. El bismuto tiene numerosas aplicaciones, principalmente en usos farmacéuticos y cosméticos, así como aditivo en aleaciones. De las menas de la provincia de plata-plomo-zinc de México, en la que se localiza el distrito minero de Zimapán, proviene el bismuto que México produce; sin embargo, se conoce muy poco de las fases mineralógicas en las que se presenta este elemento, pues son escasos los estudios a este respecto.

En el presente trabajo, se presentan los resultados de estudios realizados por microscopía óptica, difracción de rayos X, microscopio electrónico y microsonda electrónica en material de las minas Lomo de Toro y Las Ánimas. Las menas presentan una mineralogía muy compleja destacando la presencia de esfalerita, galena, pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, tetraedrita-tenantita, freibergita, bournonita, jamesonita, meneghinita y minerales de Bi, Te y Sn. Los minerales de bismuto fueron identificados por medio de análisis cuantitativo por microsonda electrónica. En este estudio, se encontró una gran variedad de dichos minerales destacando los de la familia aikinita-bismutinita y lilianita-gustavita; también, se encontró asociado a telurio, entre otras fases, en forma de tetradimita. Por lo menos un mineral de cada una de las familias se consignan por primera vez en México. Asimismo, se encontró que en uno de los cuerpos mineralizados de la mina Lomo de Toro, parte de la plata se encuentra en forma de estos minerales, lo que dificulta su recuperación metalúrgica. La presencia de bismuto, aunada a datos de inclusiones fluidas, indica la relación de mineralización con fluidos magmáticos. En este trabajo, se resalta la importancia de los estudios mineralógicos para el mejor conocimiento de nuestros recursos minerales.

GYM-07

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LAS CHIMENEAS GENERADAS POR LAS VENTILAS HIDROTERMALES DE PUNTA MITA, NAYARIT, MÉXICO

J.C. Cruz Ocampo y R.M. Prol Ledesma
Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: ccarlos@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx

E-mail: prol@servidor.unam.mx

El interés de tener un estudio detallado de estas manifestaciones hidrotermales submarinas, es debida a que en este tipo de depósitos se generan acumulaciones importantes de pirita y Pb, Zn, Cu, Ag, Bi, Ba y otros metales.

Las manifestaciones hidrotermales submarinas de Punta Mita, se encuentran en un área localizada al sureste de esta, sobre la fisura de las Coronas, al noroeste de Bahía de Banderas. Esta manifestación fue reportada recientemente (1997), teniendo una alineación de 400 m de longitud y variaciones de profundidad de hasta un máximo de 20 m, en promedio con profundidades de 11 m, la fisura de las Coronas tienen una alineación N 70° W, generando un sistema hidrotermal submarino a baja profundidad y muy cercano a la costa, estos aspectos facilitan el muestreo lo cual representa un reto en otras manifestaciones de este tipo que se encuentran a más de 1 km de profundidad.

El depósito exhalativo se clasifica como volcánogénico, al cual se le puede caracterizar como depósito pirítico estéril asociado a basaltos, donde generalmente se dan condiciones de alteración hidrotermal. En los análisis petrográficos y minerográficos se puede apreciar que las chimeneas están formadas por dos etapas, estando la primera constituida por una brecha de roca encajonante (basalto), detritos, bioclastos, material arcilloso, soportado por carbonatos esencialmente (calcita y aragonita). En esta zona se han podido identificar las siguientes fases minerales: plagioclasa, olivino, piroxeno, calcita, aragonita, cuarzo, celadonita, zeolitas, minerales opacos (pirita, magnetita, hematita y goethita-limonita), circón. Con la aplicación de catodoluminiscencia se identificaron apatito y barita. También se ha observado una segunda etapa, en la que se precipitan capas con espesores que varían de micras a milímetros, estas capas son intercalaciones de carbonatos esencialmente calcita y pirita, también es posible apreciar detritos de los minerales mencionados en la primera etapa. Se ha podido detectar que en ocasiones estas estructuras se colapsan y empieza con una segunda etapa. Como alteraciones se tienen a las zeolitas y la celadonita que se encuentra esencialmente en los basaltos en la matriz y vesículas, presenta hábito radial y coloforme. Se aprecia una devitrificación parcial asociado a la matriz (basalto), es posible apreciar en la magnetita reemplazamiento por pirita esencialmente en bordes y fracturas, con exclusiones de hematita, estas fases son reemplazadas por goethita. La limonita se encuentra en bordes y fracturas preferencialmente. Otros autores han reportado otras fases minerales con la utilización de microsonda electrónica de barrido y difracción de rayos x, como: zeolitas (heulandita-analcima), pirrotita, apatito, barita, aragonito, ilmenita, cobre nativo y mercurio nativo. Parte de este trabajo a futuro será aplicar técnicas de MSE y DRX para corroborar la información que se ha generado hasta el momento, encontrar otras fases minerales involucradas y determinar los procesos de alteración y relaciones texturales de la mineralogía presente.

GYM-08

SÍNTOMAS GEOQUÍMICOS QUE REVELAN ALTA POTENCIALIDAD EN UN SISTEMA HIDROTERMAL FÓSIL

Carlos Garza González Vélez
Facultad de Ingeniería, UNAM

En los estados iniciales del conocimiento de los clásicos sistemas hidrotermales de metales preciosos, es posible definir la perspectiva de potencialidad económica-minera, a partir de la generación de especial información geoquímica que fundamentalmente se valoriza en el contexto de la evolución estructural de los sectores anómalos.

El modelo de prospección se ensayó en un sistema de filones de plata y oro, ubicado en la porción suroeste del estado de México. Los cuerpos mineralizados ocurren en la parte occidental de una estructura volcánica del Terciario, conformada por andesitas, dacitas, traquiandesitas e ignimbritas de naturaleza andesítica; estas rocas están en contacto con las rocas del complejo metamórfico del sur de México y con una secuencia vulcanosedimentaria del Mesozoico.

En los filones de conocido potencial se establecieron esquemas de dispersión primaria en los halos de alteración hidrotermal, así como las variaciones de elementos traza en minerales selectos de origen hidrotermal. En ambos casos, la distribución y contrastes de los elementos químicos permitieron confirmar en forma notable, la ubicación de los clavos respecto a las zonas de bajo potencial minero.

GYM-09

ARMAZÓN GEOLÓGICO Y POTENCIAL MINERO DEL ESTADO DE CHIAPAS

Jesús Castro-Mora y Luis Enrique Ortiz-Hernández
Consejo de Recursos Minerales

El estado de Chiapas, situado en la frontera sureste de México, posee una gran diversidad de tipos litológicos y un gran potencial por minerales metálicos y no metálicos.

El armazón geológico consiste en formaciones ígneas, sedimentarias y metamórficas cuyas edades varían del Precámbrico al Reciente, distribuidas en tres terrenos tectonoestratigráficos: Maya que ocupa más del 90% del territorio estatal, Chortis localizado en la porción meridional del estado, y Cuicateco, mejor expuesto en el límite estado de Oaxaca.

Los rasgos estructurales mayores son el sistema de fallas Polochic-Mapastepec, que penetra al estado por la región de Motozintla y Chicomuselo y afecta a las rocas cristalinas del Batolito de Chiapas y a rocas sedimentarias y vulcanosedimentarias. Éste representa la continuación del sistema de fallas laterales izquierdas Polochic-Motagua, que define el límite tectónico entre las placas del Caribe y de América del Norte. Otro sistema de fallas laterales es el del Cinturón Chiapaneco de Fallas y Pliegues, de tipo senestral, de dirección E-W y longitud superior a los 300 km, del cual se desprenden diversas fallas subverticales como las de Ocosingo, Mal Paso y Chicoasén-Huixtán, que afectan a sedimentos mesozoicos y terciarios.

Las mineralizaciones metálicas son variadas e incluyen cuerpos irregulares de Fe(¿Au?) en skarns cálcicos; disseminaciones y stockworks de Cu-Mo en pórfidos; vetas y cuerpos de reemplazamiento de Pb, Zn, Ag, Cu (±Au) en calizas; Ti, Cr, Ni en disseminaciones en anortositas; Au en rocas vulcanosedimentarias asociadas con zonas de cizalla; y Fe, Ti, Zr en arenas de placer. Las sustancias no metálicas incluyen ámbar y existe un gran potencial por grava, arena, caliza, roca dimensionable y lateritas calidad Bayer. Los domos salinos en la región septentrional del estado son potenciales por sal y azufre. Éste último se obtiene a partir de la refinación de hidrocarburos, lo que hace a Chiapas el principal productor a nivel nacional.

En este contexto, la minería podría representar en el mediano plazo una actividad importante en Chiapas, considerando el particular almacén geológico y que sólo ha sido explorada su superficie en una mínima parte.

GYM-10

DISTRIBUCIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES EN EL ESTADO DE MORELOS

Frits Werre-Keeman y Luis Enrique Ortiz Hernández
Consejo de Recursos Minerales

El estado de Morelos se sitúa en la porción centromeridional del país, cubriendo una superficie de 4,958.22 km². Cuenta con importantes recursos hidrológicos, agrícolas e industriales, así como una infraestructura carretera privilegiada.

En el territorio morelense confluyen dos elementos tectónicos: la plataforma Morelos-Guerrero (que cubre al terreno Mixteco) y el Eje Neovolcánico Transmexicano.

Los depósitos minerales no metálicos son los más característicos. Las formaciones calcáreas cretácicas Xochicalco, Morelos y Cuautla proporcionan la materia prima para la obtención de cemento, cal hidratada, agregados pétreos, mármol y ónix. Morelos ocupa el segundo lugar nacional en producción de yeso y tierra fuller, éste se obtiene de la Formación Cuayuca (Mioceno-Plioceno) y de la base de la Formación Morelos, mientras que la tierra fuller está alojada en la Formación Cuernavaca (Plioceno). Esta última formación también contiene depósitos de bentonita, puzolana, diatomita, grava y arena.

Roca dimensionable y cantera se obtienen a partir de las formaciones volcánicas oligocénicas de la Riolita Tilzapotla, el Grupo Ixtlilco y el Grupo Tepexco.

Tezontle, pómez, grava, arena y arcillas son los materiales explotados en el Grupo Chichinautin (Holoceno y Pleistoceno).

La mineralización metálica está representada en el estado por las vetas polimetálicas (Ag, Pb, Zn, Au, Cu) del distrito minero de Huautla, encajonadas en andesitas y cuarzotraquitas del Grupo Ixtlilco, asociada posiblemente a una caldera de colapso e intersección de lineamientos regionales; por los skarns auroargentíferos y vetas de Fe-Cu de Tlayca, encajonados en las Formaciones Cuautla y Balsas, intrusadas por un tronco diorítico-granodiorítico; y por los depósitos de Fe-Au(?) del Cerro Colotepec, donde la Formación Xochicalco es afectada por un tronco cuarzomonzonítico.

A pesar que la minería participa únicamente en 0.64% del Producto Interno Bruto estatal, el estado de Morelos es un blanco potencial, especialmente por minerales no metálicos, considerando que sólo un 11% de su superficie está concesionada.

Sin embargo, los programas de exploración geológico-minera deberán considerar las regulaciones ambientales, ya que existen nueve áreas protegidas que cubren el 25.9% de la superficie estatal.

GYM-11

TECHNIQUES FOR ENHANCING THE SPECTRAL RESPONSE OF MINERALS IN TM IMAGES OF GUANAJUATO, MEXICO

M.A. Torres-Vera¹ and R.M. Prol-Ledesma²

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

The use of satellite images in mineral exploration has been very successful in pointing out the presence of key minerals. Here we present the results of spectral enhancing images to detect rocks containing minerals in an area in the Guanajuato district, Mexico to identify and map hematite, goethite and hydroxyl occurrences. Different types of vegetation cover the study area: crops, bushes and others. The methods presented here allow the identification of alteration mineral in areas covered with different vegetation types that do not have a similar spectral response. Field check was performed using a PIMA spectrometer yielded a good correlation of the covered areas with hydrothermally action rock. New areas with argillic alteration were does covered in the Sierra de Guanajuato and the San Anton areas. Those areas were correlated with the presence of main structures.

GYM-12

MAPEO DE ALTERACION HIDROTHERMAL Y ESTRUCTURAS PRINCIPALES CON IMAGENES TM EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LA PRIMAVERA (MEXICO)

Fernández de la Vega-Márquez, T.¹ y Prol-Ledesma, R.M.²

¹ Facultad de Filosofía, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

El campo geotérmico de La Primavera se localiza en la porción occidental del Cinturón Volcánico Mexicano a 15 km al noroeste de la ciudad de Guadalajara (Jalisco), entre los 103°28'-103°43'W y 20°32'-20°43'N. El campo coincide con la intersección del graben de Chapala, el de Colima y el graben de Tepic. Se realizó el procesamiento de las imágenes Landsat TM de La Primavera en seis bandas, con el fin de localizar áreas que presentan alteración hidrotermal y así mismo, identificar estructuras geológicas principales en la zona. Los métodos utilizados en el procesamiento de las imágenes incluyen el análisis estadístico univariado y multivariado y algunas técnicas de realce espectral y espacial. El realce de las características espectrales de algunos materiales aplicado a imágenes multispectrales facilitan su identificación, en este caso se obtuvo la respuesta espectral del óxido de hierro e hidroxilos, los cuales son frecuentemente indicadores de alteración. Se emplearon también la técnica Crosta y el método Loughlin para minimizar la interferencia causada por la vegetación. Se calcularon cocientes de bandas dependiendo de la respuesta de cada material y de la vegetación, y se generaron composiciones en color para tratar de diferenciarlos. Con este mismo propósito se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA).

El realce espacial se aplicó con el propósito de hacer mas visibles las estructuras geológicas predominantes como ciertos lineamientos, y para determinar su relación con la actividad hidrotermal del área. Dicha técnica se ha utilizado en la primera componente principal CP1, por ser la que contiene el 91.98% de la varianza y por lo tanto contiene información relacionada con la topografía y el albedo de las seis bandas no termal restantes. Para poder extraer los lineamientos y su orientación se sigue el que consiste en generar filtros direccionales (filtros de Prewitt). En este caso dichos filtros fueron aplicados en seis direcciones. Las imágenes resultantes se desplegaron tanto en tonos de gris como en composiciones en color para facilitar la visualización de las estructuras principales y las rocas alteradas respectivamente. El programa de procesamiento que se utilizó en este trabajo fue el IDRISI for Windows 2.

GYM-13

CONSERVACIÓN DE LA COLECCIÓN MINERALÓGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Guadalupe del Carmen Alvarado-Arias, Enrique López-Severiano y Alfredo Victoria-Morales
Yacimientos Minerales, Facultad de Ingeniería, UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México, cuenta con un importante acervo mineralógico que se encuentra distribuido principalmente en tres instituciones: Museo de Geología, el Instituto de Geología y la Facultad de Ingeniería.

Uno de los objetivos de la Facultad de Ingeniería es el de preservar y aumentar su patrimonio, dentro del cual, se cuenta su colección mineralógica. Esta colección consta de 2225 ejemplares entre las cuales se tienen 500 especies diferentes principalmente originarias de México y esta ubicado en el laboratorio de Mineralogía del Edificio Principal de la Facultad de Ingeniería en Ciudad Universitaria. La pieza más importante con que se cuenta dada su rareza y calidad museográfica es un amalgama que proviene de Batopilas, Chihuahua.

A pesar de que se trata de una Colección muy antigua, se ha mantenido sin cambios desde hace mucho tiempo, por lo que el proyecto que se esta realizando consiste en ordenarla sistemáticamente, crear una base de datos para tener un mejor control sobre las piezas que la conforman, poder hacer una búsqueda rápida de cualquier espécimen y tener una ficha con las principales características de cada ejemplar, con el objeto de poder facilitar los trabajos de investigación mineralógica.

Se esta preparando material didáctico en forma de muestrarios de acuerdo a las propiedades físicas observables en los minerales a simple vista tales como color, lustre, crucero, habito, etc .

Se trata de recuperar el material que se pierde durante las practicas de laboratorio para la identificación de minerales, que realizan los estudiantes de Ciencias de la Tierra de esta Facultad, aprovechando las salidas de prácticas de campo donde es posible coleccionar éstos materiales.

Un interesante proyecto a futuro es la elaboración de una colección de minerales holotipo mexicano y tener al menos un ejemplar característico de las localidades mundialmente famosas de México y poder contar con material para intercambio.

Otro de los objetivos de este proyecto es hacer una colección para exposición permanente con los ejemplares de calidad museo, que pueda ser visitada por el publico en general, para incrementar el conocimiento de la Mineralogía y hacer una difusión de ésta rama de las Ciencias de la Tierra, dado que a pesar de que México es un país con importante desarrollo en la industria minera, existen muy pocos museos dedicados a éste tópic.

GYM-14

CONCENTRACIÓN DE MINERALES CON EQUIPOS PULSANTES (JIGS)

Jorge Ornelas Tabares
Depto. de Explotación de Minas y Metalurgia, Facultad de Ingeniería, UNAM
E-mail: jornelas@servidor.unam.mx
E-mail: johum@prodigy.net.mx

Los antiguos métodos de separación de minerales basados en sus diferencias en densidad, han adquirido mucha importancia, debido al creciente reciclado de materiales valiosos.

Por esa razón se abren nuevas perspectivas para este campo. Con el objetivo de emplear el equipo Jig (Equipo pulsante) de manera óptima, es importante adquirir conocimientos cuantificables. A pesar de décadas de investigación en universidades no ha sido posible describir este proceso de manera exhaustiva a través de modelos matemáticos, debido a su complejidad. Por lo que el diseño de estos equipos se basa en los conocimientos empíricos ya obtenidos, que deben caracterizar el modelo matemático.

Por lo tanto se puede: asegurar siempre el mismo dimensionamiento para tareas idénticas e integrar las experiencias adquiridas en el modelo ya existente, optimizando el mismo en forma progresiva.

En este trabajo se da una introducción histórica de cómo estos equipos operaban de manera manual, seguido de la descripción del equipo y proceso; diagrama de elevación (carrera) del Jig, Separabilidad del mineral en el Jig; Diseño Técnico de un Jig en húmedo basado en datos determinados de manera empírica, Condiciones de operación, Eficiencia de separación, Número óptimo de elevaciones o carreras, Alimentación específica y finalmente se muestran algunos Tipos de Jigs más utilizados.

GYM-15

CARTA GEOLÓGICO-MINERA COLIMA ESC. 1:250,000

J. Rosas-Elguera¹, J.C. Salinas-Prieto², A. Olguin Galicia², D. Barrera¹, R. Vazquez², G. Perez¹, J. Romo², R. Valladolid¹ y D. Sanchez²

¹ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara
E-mail: jrosas@quantum.ucting.udg.mx

² Consejo de Recursos Minerales

Como parte de un amplio programa de cartografía geológico-minera y una estrecha vinculación con las Universidades nacionales y extranjeras, el Consejo de Recursos Minerales está por finalizar la cartografía de la República Mexicana escala 1:250,000 y tiene un avance del 15% en la escala 1:50,000. Como producto de este programa se presenta la Carta Colima localizada entre las coordenadas 19°00' a 20°00' de Latitud Norte y 102°00' a 104°00'

de Longitud Oeste, cubriendo una superficie de 23,040 km². La Carta Colima es el resultado de un trabajo sistemático que inicia con una síntesis del conocimiento geológico al momento de iniciar su elaboración. Esto va acompañado de un cuidadoso tratamiento de las imágenes de satélite a fin de identificar áreas potenciales de aprovechamiento económico así como todo lo relativo al aspecto geológico de la región. También en la fase de laboratorio se identifican los sitios donde se tomaran muestras de sedimento activo que posteriormente serán analizadas geoquímicamente por 30 elementos. Tanto las muestras para análisis geoquímico como los sitios de verificación geológica son georeferenciados.

La Carta Colima tiene varios niveles de información. Por ejemplo, una unidad litológica representada en el mapa está fundamentada al menos con análisis petrográfico, en el mejor de los casos se tiene, además, la geoquímica y la edad absoluta o por fósiles. Todas las estructuras, en el dominio continuo y discontinuo, deben necesariamente documentarse durante el trabajo de campo. Con el propósito de proporcionar una mejor perspectiva desde el punto de vista de los yacimientos minerales, se realiza un cuidadoso muestreo de esquivras a lo largo de las zonas de alteración lo cual se complementa con el conocimiento de las obras en desarrollo y la geología del área. Toda esta información tiene como propósito esencial contribuir al conocimiento de la geología de la República Mexicana en un formato de fácil acceso a cualquier tipo de usuario.

En la Carta Colima se distinguieron diferentes regiones que por su geología, son potencialmente favorables para la localización de yacimientos de tipo vulcanogénico, hidrotermal, metasomáticos de contacto y pórfidos cupríferos. Sobresalen en la región los depósitos de hierro como en el Cerro Nahuatl y Pihuamo, así como zonas con mineralización por oro como La Codiciada, Ahujullo, Santa María del Oro y Jilotlán de los Dolores.

GYM-16 CARTEL

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DEL CUERPO TEHUIXTLA, DE LA MINA REY DE PLATA, TELOLOAPAN, GRO.

Alfredo Victoria-Morales y Javier Antonio Baez-López
Mineralogía, Geología de Yacimientos Minerales

El cuerpo Tehuixtla corresponde a un cuerpo de forma lenticular encajonado en una secuencia de esquistos de muscovita, el cual tiene valores comerciales de Zn, Pb, Ag, Au, y trazas de Cu.

Localmente se ha dividido con base a las características mineralógicas y distribución de elementos en cuatro tipos de materiales, que son del bajo al alto de la estructura: mena amarilla, mena mixta, mena negra y mena arcillosa.

En los estudios hasta ahora realizados en muestras de este cuerpo se encontró como único mineral de Zn a la esfalerita, de Pb a la galena, de Cu a la calcopirita y minerales de la serie tetraedrita - tenantita, la Ag está contenida en estos últimos minerales. El mineral de ganga mas importante por su abundancia y problemas de contaminación en los concentrados de Zn es la pirita. También contiene cuarzo.

La mena amarilla está compuesta de láminas formadas por un mosaico de cristales xenomorfos de pirita de grano fino con escasa esfalerita intersticial, que alternan con otras constituidas por un mosaico de cristales xenomorficos de pirita de grano medio con calcopirita intersticial.

Contiene algunas láminas de esfalerita con minerales transparentes que presentan parches de galena calcopirita intercrecidos, con algunos cristales euedrales muy finos de pirita. La pirita se presenta además formando láminas constituidas por un mosaico de cristales de sub a euhedrales de grano medio que alternan con algunas en donde la pirita forma framboides.

La mena negra está formada por un mosaico de esfalerita y galena con tetraedrita tenantita intersticial y escasos cristales eudrales de pirita; el mosaico se aprecia brechado por los minerales transparentes. La pirita también se encuentra formando láminas.

La mena mixta presenta características de la mena amarilla y de la mena negra. En la mena arcillosa se encuentra pirita con escasos valores diseminados en una roca foliada constituida por cuarzo y muscovita.

Las características texturales nos indican un periodo de sedimentación de los sulfuros en donde existió una variación en el aporte de los elementos de importancia económica.

El yacimiento fue afectado por un evento metamórfico, que ocasiono la fragmentación de la mena, provocando en algunas partes, alargamiento de los cristales en dirección de la foliación.

La liberación de valores en la mena amarilla, por el tamaño tan pequeño que presentan implica un alto grado de molienda.

GYM-17 CARTEL

LOS DEPÓSITOS HIDROTERMALES DE AU-AG-CAOLÍN DE IXTACAMAXTITLÁN, PUEBLA: PRIMEROS DATOS

Camprubí A.¹, Tritlla J.¹, Terrazas A.², Corona-Esquivel R.¹ y Díaz-Sánchez J.F.³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Luismin S.A. de C.V.

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

El municipio de Ixtacamaxtitlán está ubicado en la mitad norte del estado de Puebla, cerca del límite de dicho estado con el de Tlaxacala, y al sur de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental en su límite con el Eje Neovolcánico Trans-Mexicano.

La geología de la zona consta de formaciones sedimentarias del Jurásico, correspondientes a la Sierra Madre Oriental, y de rocas ígneas extrusivas e intrusivas de edades más recientes. La Formación Pimienta (JurásicoTardío) está constituida por calizas de color gris, de estratificación delgada a mediana, compactas, con lentes y nódulos de pedernal. Sobre esta formación se dispone discordantemente un conjunto de tobas riolíticas de edad terciaria indeterminada, de origen piroclástico, con textura fanerítica. Éstas presentan por lo general una intensa caolinización y silicificación de origen hidrotermal. Intruyendo al conjunto anterior (calizas y tobas riolíticas), se halla un cuerpo de diorita con textura entre porfídica a afanítica con caolinización y silicificación hidrotermal. En el contacto entre este cuerpo intrusivo y las calizas de la Formación Pimienta se desarrollaron hornfels y skarn.

Con posterioridad al emplazamiento de las rocas intrusivas anteriormente mencionadas, se produjo un evento hidrotermal que dio origen a las siguientes formaciones (descritas de abajo a arriba según su disposición espacial):

1. Vetas subverticales de cuarzo y calcedonia de hasta 50 cm de potencia.
2. Vetilleo de cuarzo y piritita, constituyendo un stockwork de escasos metros de potencia.
3. Caolinización y silicificación de las tobas riolíticas y del intrusivo diorítico, dando lugar a cuerpos de alteración de hasta 50 m de potencia.
4. Formación en la paleosuperficie de depósitos de sílice amorfa bandeada. Estos cuerpos presentan estructuras de bioturbación y grietas de desecación o mud cracks de sílice, constituyendo lo que podría ser un sinter fósil.

Durante el tiempo en que los depósitos de caolín de Ixtacamaxtitlán constituyeron un lote del Consejo de Recursos Minerales, se llevó a cabo un programa de barrenación encaminado a la cubicación de reservas de caolín, según el cual se determinó que la potencia media de los cuerpos de caolín es de unos 30 m, cubcados en más de dos millones de toneladas, y se caracterizó dicho caolín como sílico-arenoso. Sin embargo, el caolín no es el único objeto de interés económico o geológico en la zona, puesto que la existencia de las demás formaciones hidrotermales en conjunto permiten suponer la existencia de un importante sistema hidrotermal en la zona. En la actualidad, el denuncia de la zona pertenece a Luismin S.A. de C.V., que ya ha realizado algunos ensayos preliminares para evaluar otras sustancias presentes en la zona. Según los estudios efectuados por dicha compañía, se han localizado anomalías en Au y Ag dentro del vetilleo subyacente a las formaciones de caolín y de sílice amorfa

Aunque la presencia de caolinización en superficie de las rocas encajantes es más característica de los depósitos epitermales de alta sulfuración, este tipo de alteración también puede darse en relación a un sistema epitermal de baja sulfuración en formación, dado el caso que en profundidad exista una ebullición intensa de los fluidos hidrotermales. La ebullición en profundidad se traduce básicamente en un enfriamiento de la solución salina restante, un aumento en el pH de la misma, y una pérdida de gases que migran hacia la superficie con el vapor de agua. Dentro de dichos gases se encuentran H₂S, HCl y CO₂ que, en superficie, se condensan y son en último término responsables de reacciones que originan alteraciones hidrotermales del tipo ácido-sulfato (alunita-caolinita). La presencia de estas alteraciones en depósitos epitermales de baja sulfuración se asocia comunmente, bien a aguas freáticas ácidas y sulfatadas calentadas por vapor a niveles muy someros, sin mineralización asociada, o bien se trata de una superposición tardía (White y Hedenquist, 1990).

La presencia de anomalías en Au y Ag, junto con las características de las formaciones hidrotermales (sílice bandeada, alteración caolinítica), podrían ser indicativas de la existencia de un depósito epitermal de baja sulfuración en profundidad. La aparición de estructuras de tipo sinter en superficie es común en todos los depósitos epitermales de baja sulfuración, si bien no es común que estas estructuras se hallen bien preservadas.

GYM-18 CARTEL

ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS DE FLUORITA DEL DISTRITO MINERO DE TAXCO

Teresa Pi¹, Yuri Taran², Jesús Solé¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

La fluorita suele presentarse como mineral tardío en muchos depósitos minerales, desde los de baja temperatura hasta los magmáticos. Ha sido usada en numerosas ocasiones como indicadora de la presencia de mineralización, principalmente cuando se encuentra como ganga en depósitos de Ag-Pb-Zn. Su contenido en elementos traza y REE ha sido utilizado por algunos autores para establecer la fuente de los elementos asociados a la mineralización. Esta posible utilización como trazador se debe a la facilidad que presentan los átomos de Ca de la fluorita de ser sustituidos por cationes de igual carga o radio iónico parecido.

México ha sido durante muchos años uno de los principales productores mundiales de fluorita ya que en su territorio se encuentran algunos de los mayores yacimientos conocidos de este mineral. Con excepción de algunas recopilaciones generales y diversos estudios puntuales, los yacimientos de fluorita situados al S del Eje Neovolcánico no han sido hasta el momento bien caracterizados.

Estamos realizando un estudio con el que pretendemos caracterizar geológica y geoquímicamente los yacimientos de fluorita del distrito minero de Taxco con el fin de deducir su origen y su posible relación con los depósitos epitermales de metales de base y plata. Entre los depósitos a estudiar destacan las minas «La Azul» y «El Gavilán». En el área de estudio afloran las calizas de la Formación Morelos, los conglomerados de la Formación Balsas y las riolitas de la Formación Tilzapotla. Debido a la existencia de otros depósitos e indicios en las cercanías de este distrito (Zacualpan y Sultepec), no se descarta la ampliación del presente estudio a dichas áreas.

Se ha realizado una cartografía general de la mina «La Azul». Se está trabajando con unas 120 muestras de las cuales 45 son fragmentos de núcleos de barrenación y las restantes son muestras de superficie. La mayoría de ellas pertenecen a ésta mina, mientras que unas 20 muestras se tomaron de otras mineralizaciones de menor tamaño. Todas estas muestras se han estudiado macroscópicamente para observar su textura y de 60 se ha realizado lámina delgada para su estudio microscópico. Se han identificado fluorita, cuarzo, calcedonia, calcita, siderita, dolomita, sericita, baritina, óxidos y minerales de alteración (principalmente caolinita y halloysita).

La datación de la fluorita es difícil debido a su composición química, pero necesaria para comprender mejor los procesos magmáticos y tectónicos de la zona y establecer su relación genética con los yacimientos polimetálicos de Taxco. En la actualidad estamos realizando experimentos con los métodos Sm/Nd en fluorita, K/Ar y Ar/Ar en sericita.

Hemos determinado los lantánidos y otros elementos traza en fluoritas de distintas generaciones. Actualmente se están realizando análisis de isótopos estables de C, O, H y S en cuarzo, calcita, baritina y minerales de alteración. También se ha iniciado un estudio de inclusiones fluidas que tiene como principal objetivo obtener la

temperatura y salinidad de los fluidos mineralizantes que, combinado con los resultados de los isótopos estables, permitirán elaborar un modelo termodinámico del proceso de mineralización.

GYM-19 CARTEL

RECOGNITION OF BLIND STRUCTURES WITH THE AID OF DEMS. THE REGIONAL EXPLORATION OF ORE DEPOSITS IN THE CENTRAL PART OF MEXICO

L.F. Vassallo, V.I. Starostin, N.N. Shatagin, M.A. Ortega and J.G. Solorio

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM
E-mail: vassallo@servidor.unam.mx
Moscow State University, Moscow, Russia
E-mail: ore@geol.msu.ru

At the central part of Mexico, in an area of about 40,000 km², it has been made a reconnaissance with DEMs (digital elevation models) and ER Mapper software, to localize regional structures, that have relation with the control and distribution of ore deposits. It has been mapped several structures that have regional meaning and in conjunction with the regional geology could be of great value in the search and exploration of ore deposits.

The use of DEMs in the regional exploration of ore deposits has been applied for several kinds of ore deposits.

At the south-eastern part of the analyzed area we have several skarn deposits that have reflected the regional structures in the orientation of the ore bodies.

The recognized blind orthogonal lineal structures control the emplacement of granitic stocks and dikes of 30-36 my, which in contact with limestones produced skarn deposits along the NW-SE and NE-SW structures, Zimapan and La Negra mining districts are examples of this type of mineralization.

At the south-central part we have hydrothermal deposits of Au-Ag related with continental volcanic rocks of rhyodacitic composition, they appear related with lineal structures of NW-SE trends and domes of volcanic origin that are recognized at the DEMs, the mineralization are related with volcanic breccias of 24-30 my. Typical example is San Martín.

At the north-western part of the area, the lineaments NW-SE of the DEMs limit very well the famous fluorite Las Cuevas district that is related with faults and rhyolitic rocks of 30-34 my in contact with limestones of reefs-karst filiation, the mineralization is along the lineaments seen at the DEMs. The fluorite belt continues to the south-east with the Rio Verde and El Refugio fluorite deposits along the known SW limit of the SLP-Valles platform lineament.

With the aid of DEMs, ore deposits and regional geological maps several metallogenic belts have been recognized, the limits are beyond the studied area, but this example could be the beginning of the study of all the known mining districts and their structural setting with DEMs along the famous silver-gold-basic metallic belt of Mexico.

The ages of the metallogenic belts are very similar, considering the related contemporaneous structures, and only the mineralization are located at different levels of emplacement and geologic environments.

LFV acknowledges the support of CONACYT (grant number 32511-T).

GYM-20 CARTEL

THE GUANAJUATO MINING DISTRICT, STRUCTURAL DEVELOPMENT CONSTRAINTS

L.F. Vassallo, J.J. Aranda, F.W. McDowell, M.A. Ortega and J.G. Solorio

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM
University of Texas, Austin, Texas

The Guanajuato Mining District (GMD) is located in central México. It has been traditionally considered as formed by three distinct NW-trending, precious metals, fault-vein systems: La Sierra, Veta Madre and La Luz. A fourth system, the San Antón de las Minas region, located East of La Sierra, has been excluded from the definition of the GMD because it is separated from La Sierra by Los Martínez topographic depression. This feature was considered a major graben. Nevertheless, San Antón displays similarities in type of mineralization (Ag-Au quartz veins), host rock nature, vein orientation and relation to mid-Tertiary volcanism, to those observed in other parts of the district. Based on the compilation of several smaller maps at different scales, interpretation of satellite images and digital elevation models (DEM's) and regional reconnaissance mapping we propose that the San Antón area and the region immediately SE of La Saucedá graben must be included as a part of the GMD.

Today's Sierra de Guanajuato is a mountain range bounded by a complex array of Cenozoic normal faults with two dominant directions: NW and NE to ENE. The same array of structures is also observed within the sierra, and together with the location of Oligocene volcanic centers controlled ore deposition in the hydrothermal veins.

K-Ar dating (sanidine, 33.6 ± 0.7 and 34.1 ± 1.1 Ma) of a NW-trending, near vertical, rhyolitic dike swarm exposed in Los Martínez depression suggests that: 1. The sequence of andesitic lavas and breccias that hosts the dikes is older than the Calderones Formation, exposed near the Veta Madre system, 2. These rhyolites are older than the Chichindaro Formation (~30 Ma) and perhaps equivalent in age to the Bufa rhyolite, and 3. Los Martínez topographic depression is not a graben, as older rocks are exposed in the area where the downthrown block is supposed to be. Furthermore, dikes that represent a deeper level of erosion than the lava domes of the Chichindaro Formation, are exposed in Los Martínez area.

Interpretation of the DEM's helped to identify circular topographic patterns, mainly annular and/or radial drainage systems, and to establish their association with volcanic domes, stocks, dikes and the regional sets of normal faults. Near the southern end of the redefined district exist Ag-Au veins hosted in the felsic domes. The San Gregorio mine is a good example of a NE-trending vein similar to those associated with the Veta Madre system (e.g. the Amparo vein). NW-SE lineaments observed in the DEM's limit very well the San Miguel de Allende-Dolores Hidalgo basin, which we consider the NE boundary of GMD.

Small volcanogenic marine Fe-Cu-Zn deposits exposed in the pre-Cenozoic basement of the north-central part of the Sierra de Guanajuato must be excluded from the definition of the GMD as

they represent another metallogenic period, different from the one that formed the precious metals, epithermal, vein systems.

GYM-21 CARTEL

**PRODUCTOS DE LA CARTOGRAFÍA
AEROMAGNÉTICA DEL CONSEJO DE RECURSOS
MINERALES**

Efraín Bori Segura
Depto. de Edición, Gerencia de Geofísica, COREMI

EL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES TIENE COMO MISIÓN FUNDAMENTAL PROPORCIONAR A LA COMUNIDAD MINERA Y GEOCIENTÍFICA, LA INFRAESTRUCTURA GEOLÓGICO-MINERA DEL TERRITORIO NACIONAL MEDIANTE LA REALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA Y LA PUBLICACIÓN DE MAPAS IMPRESOS Y DIGITALES A ESCALAS 1:250,000 Y 1:50,000.

EL AVANCE DEL CUBRIMIENTO AEROMAGNÉTICO REGIONAL ACUMULADO AL AÑO 2000 HA PERMITIDO CUBRIR UN 70% DEL PAÍS. ESTA INFORMACIÓN SE ESTÁ PUBLICANDO CON UN AVANCE DE 60 CARTAS MAGNÉTICAS A ESCALA 1:250,000, Y 720 CARTAS A ESCALA 1:50,000. A LA FECHA SE HAN CUBIERTO 16 ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

ADEMÁS SE ELABORAN LOS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA BASE DE DATOS COMO SON: LA APLICACIÓN DE FILTROS MATEMÁTICOS PARA OBTENER MAPAS DE REDUCCIÓN AL POLO, DERIVADAS SUCESIVAS, ETC.; ASÍ COMO, SUS DIFERENTES PRESENTACIONES GRÁFICAS (CONTORNOS Y A COLOR, IMÁGENES DE RELIEVE SOMBREADO CON MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN, ETC.).

GP-01

MÉTODO DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA Y SU APLICACIÓN A YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS EN LAS CUENCAS DE BURGOS Y SABINAS, NORESTE DE MÉXICO

Samuel Eguiluz de Antuñano
Activo de Exploración Reynosa, PEMEX

El estado de esfuerzos que actualmente está en el subsuelo puede conocerse de manera indirecta mediante la interpretación de los efectos que dejan las herramientas de perforación sobre las rocas. La orientación preferente de elipticidad del agujero del pozo y las fracturas inducidas observadas con imágenes de pozo (FMI), permiten conocer la orientación de mínimo esfuerzo (Sh min).

La Cuenca de Burgos es de edad Terciario, está situada en la planicie costera del Golfo de México y posee un régimen tectónico distensivo. Los datos de ovalicidad de agujero del campo Arcabuz-Culebra indican que Sh min está en general orientado ENE y perpendicular a la falla más cercana que limita a los bloques estructurales; minifracturas inducidas obtuvieron orientaciones consistentes con Sh min. Extrapolando los datos se tiene que Sh min, regionalmente puede variar de acimut 70° a 100°, orientado transversal al sistema de fallas extensionales (de crecimiento, de acomodo en dominó y antitéticas), orientadas sensiblemente N-S. De los 63 pozos estudiados 15 presentaron ovalicidad de baja calidad, esto pudo ser ocasionado entre otros factores por la presión de poro, resolución de la herramienta de medición, peso de lodo de perforación, etc., sin embargo, el autor considera que esta característica puede deberse a que el esfuerzo máximo (SH máx) está trabajando en un plano vertical.

La Cuenca de Sabinas es de edad Mesozoico, tiene un estilo tectónico compresivo laramídico. La orientación de Sh min interpretada a partir de imágenes FMI y ovalicidad de agujero, indican una disposición regional de acimut 180° a 160°, sensiblemente subparalelo a los ejes laramídicos generalmente orientados 160° ± 10°. Las rocas tienen fracturas naturales simples y conjugadas, en acomodo subvertical de tipo 1 y 2 (según la clasificación de Stearns y Friedman), congruentes con el plegamiento regional orientado NNW-SSE, las fracturas subhorizontales (tipo 3) corroboran que sigma 1 actuó horizontal y normal a sigma 3. Los yacimientos de gas en esta cuenca están naturalmente fracturados y restringidos a la cresta de los anticlinales, la caracterización de yacimientos indica que el flujo de gas está en fracturas de tipo 2 (subparalelas al eje del pliegue), por lo que la orientación de Sh min a partir de los datos de pozos es consistente.

La aplicación económico-petrolera del conocimiento geomecánico sirve para predecir la orientación preferente de flujo de hidrocarburos contenidos en las rocas, ubicar los pozos de desarrollo con espaciamiento y acomodo más conveniente (según la geología de los yacimientos) y mejorar los resultados para extraer el mayor volumen de gas o aceite a menor costo.

Los datos anteriormente citados, integrados con la distribución de focos sísmicos, también pueden ayudar a evaluar regiones de intermitencia tectónica latente y prevenir riesgos naturales a la población.

GP-02

BASE DE DATOS, ÉXITO O FRACASO DE CUALQUIER EMPRESA

Ernesto Del Angel Gonzalez y Marcos Guler
Exploración y Producción, PEMEX, Region Sur

La importancia de contar con una Base de Datos es de vital importancia, ya que de esta dependerá el éxito a fracaso de cualquier empresa.

El presente trabajo ilustra el proceso que se efectuó para la elaboración de este proyecto.

El plan piloto consta de un área de 480 Km². con 30 pozos, la mayor parte de la información son registros de pozos en su totalidad están en forma gráfica; se inició con la selección de los pozos clave para su digitalización, posteriormente validación e interpretación cualitativa.

Apoyándonos en lo anterior, se inicia a obtener curvas de PseudoDT aceptables a partir de resistividades, calibrados contra DT de campo, de los pozos donde se efectuaron; todo esto con la finalidad de realizar la evaluación petrofísica, de donde obtendremos volúmenes de roca y fluidos.

Otra de las etapas importantes es la generación de atributos sísmicos, estos posteriormente son comparados contra datos petrofísicos para su calibración.

Como resultado del proceso se detectaron arenas con posibilidades, estas apoyaran varias localizaciones exploratorias del área en estudio.

Además del apoyo a las localizaciones exploratorias contaremos en el futuro con los procedimientos para optimización de tiempos y a la vez toda la información se almacenara en una Base de Datos, esta información podrá ser llevada a cualquier plataforma de interpretación, para realizar posteriormente trabajos de caracterización o algún otro tipo de trabajo que sea requerido.

GP-03

ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOFÍSICO APLICADO A LOS SEDIMENTOS DEL OLIGOCENO, EN LA CUENCA DE TAMPICO-MISANTLA

Trujillo Alcántara Alfredo, Diego Orozco Arturo, Ramírez Cruz Luis C. y Tellez Flores Rene A.
Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: atrujill@imp.mx
E-mail: adiego@imp.mx

Hoy en día los yacimientos de hidrocarburos, principalmente los de gas, son de importancia para la prospección geológica-geofísica; ya que existe un interés por conocer el entorno y los sedimentos que constituyen a un yacimiento, por lo que existe una amplia gama de herramientas para delimitar y conocer sus características geológicas de los yacimientos.

El estudio que se realizó en la cuenca de Tampico-Misantla consistió en determinar los sistemas petroleros del área de estudio y sus edades a nivel del Paleogeno y Neogeno, para ubicar los sedimentos en función del tipo de roca (almacén, sello, generadora, migración, formación de trampas y preservación).

Los datos obtenidos de los sistemas petroleros se correlacionaron con información de dos pozos existentes en el área, siendo uno de estos productor de gas a nivel del Oligoceno. Esta información obtenida del estudio se integro con la información sísmica; la cual consistió de una malla regular en el área constituida por 7 líneas sísmicas. El procesamiento que se realizó fue con fines estratigráficos (procesamiento por ondícula), dando como resultado secciones migradas en tiempo, a las cuales posteriormente se les aplico atributos sísmicos (amplitud, frecuencia y fase), para obtener la información necesaria de la geometría del yacimiento en prospección y finalmente se realizó una propuesta de un modelo geológico local, al cual se le integro la información obtenida del estudio geológico-geofísico de la cuenca de Tampico-Misantla.

GP-04

PROBABLES NUEVAS PROVINCIAS PETROLERAS DEL NOROESTE DE MEXICO

Rafael Rodriguex Torres
RoToRa, Consultor y Asesor

Tradicionalmente Pemex ha considerado dos provincias dentro del noroeste de Mexico:

1. La Peninsula de Baja California que incluye las cuencas de: Guerrero Negro y Purisima/Iray.
2. Sonora, que incluye las regiones: Noreste, Noroeste, Central, Costera y Marina (que incluye el Delta del Rio Colorado y la plataforma continental de las cuencas: Waener y Delfin).

Las «Probables Nuevas Privincias Petroleras del Noroeste de Mexico» de Mexico, estarian incluidas dentro de:

A) Region «fuera de costa», pacifica, constituidas por las cuencas: San Clemente, Cortes (E y W), Velero, «no name», Animal, San Isidro, Colnett, San Quintin, Soledad y Gapp.

Todas ellas estan localizadas dentro de los terrenos: Rodriguez, Pattom Ridge, San Nicolas y Santa Catalina.

B) Mediterraneas (dentro del Golfo de California, que a su vez son cuencas de extencion de el fondo marino y de sedimentacion): Wagner, Delfin (Superior e inferior), San Pedro Martir, Guaymas, Carmen, Farallon, Pescador e Islas Marias.

GP-05

DELIMITACIÓN EN 2-D DE UN YACIMIENTO PETROLERO AL SURESTE DE MÉXICO A PARTIR DE ATRIBUTOS SÍSMICOS DE REFLEXIÓN

G. Pardo Castro y William L. Bandy
Instituto de Geofísica, UNAM

El objetivo de este estudio es inferir la extensión lateral de un yacimiento petrolero por medio de las características sísmicas que conforman la sección sísmica que contiene el yacimiento. Para poder

determinar el contenido de frecuencias y cambios de fase de las trazas sísmicas, se aplica la transformada de Fourier. Además, se hacen promedios de grupos de trazas y se toman diferentes ventanas temporales para facilitar la comparación entre los datos en una sección sísmica. Lo que se intenta aquí es ver como van cambiando los espectros (de amplitud y de fase) lateralmente, ya que el contenido de hidrocarburos en la litología va a generar un contenido de frecuencias y un cambio de fase diferentes con respecto a los estratos adyacentes al yacimiento petrolero. La probable extensión que proporciona el estudio del espectro de las trazas sísmicas mediante los promedios de las zonas, es del orden de los 320 metros.

Este trabajo presenta los resultados en donde los atributos sísmicos resaltan las características y propiedades del yacimiento que en otra forma no se hubieran apreciado fácilmente en la sección sísmica. Al definir estos atributos se puede delimitar la probable extensión lateral del yacimiento. Los resultados obtenidos a partir de los atributos sísmicos indican que la probable extensión del yacimiento es entre 370 a 400 metros.

Por último se hace una comparación o correlación traza por traza. La correlación se hace en el dominio del tiempo para observar de una manera más directa el parecido de las trazas entre sí.

La probable extensión lateral obtenida por medio de la correlación entre trazas es del orden de 360 metros. Comparando estos resultados con la prueba de presión efectuada en un pozo adyacente a la línea sísmica indica una extensión lateral de aproximadamente 550 metros. Por lo que este análisis indica que la extensión lateral del yacimiento es más pequeña de lo que indicó la prueba de presión.

De esta manera, se puede concluir que el espectro de fase puede ser más útil que el espectro de amplitud para la identificación del yacimiento. Pero más aún, la correlación que se hace traza a traza parece ser un método más efectivo por realizarse en el dominio del tiempo, y por evitar la obtención de los espectros y los promedios entre grupos de trazas.

GP-06

HYDROCARBON TRAPS IN RELAY RAMPS OF EN ECHELON NORMAL FAULTS: A NEW EXPLANATION ABOUT THE ORIGIN OF THE FLYING FOAM STRUCTURE IN JEANNE D'ARC BASIN, OFFSHORE NEWFOUNDLAND

Juan Contreras
Depto. de Geologia, CICESE
E-mail: juanc@cicese.mx

Jeanne d'Arc basin is located at the Atlantic margin of North America, in the Grand Banks region. This is a continental rift basin of late Triassic-Cretacic age. Hydrocarbon production comes from stratigraphic and structural traps located adjacent to the Murre and Mercury bounding fault systems. The Flying Foam structure is an intrabasinal high located at the Nautilus transfer zone, between the Murre and Mercury border faults.

Experimental clay models with a ramp-flat-ramp fault geometry have been able to reproduce this structure (McClay and Scott 1991). However these experiments are two-dimensional and lack the important feature of along-strike fault growth. To reproduce this

structure it is also necessary to assume that the bounding normal faults have a listric geometry.

A computer model is used here to properly simulate the formation of this structure. This model considers the upper continental crust as a thin elastic plate overlying an inviscid fluid (the weak lower crust). The model also takes into account fault growth, flexure of the crust, erosion, sedimentation, and isostasy. Two faults with planar geometry and an en echelon geometry are used to simulate the Murre and Mercury faults. The simulations show that the Flying Foam structure is the product of fault growth. This is, the innermost fault rises the hanging-wall block of the most external fault and produces the characteristic intrabasinal high of this structure. Furthermore, the synthetic stratigraphy shows similar stratigraphic relations to those imaged by seismic reflection methods.

References

McClay, K. R., and A. D. Scott, 1991, Experimental models of hanging-wall deformation in ramp-flat listric extensional fault systems. *Tectonophysics*, v. 188, p. 85-96.

GP-07

EVOLUCIÓN DE LA SUBSIDENCIA EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES)

Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
Subdirección de Exploración y Producción, IMP

Uno de los estudios más importantes para definir los diferentes regímenes tectónicos de la creación del espacio de acomodo, el relleno y la evolución de los mismos, lo constituye el análisis de la evolución de la subsidencia y sus rangos de sedimentación asociados. Mediante este análisis se podrá asociar los diferentes tipos de cuencas a los regímenes detectados.

El análisis de la subsidencia se toma como punto de partida del modelado de las cuencas, y de esta forma poder estructurar la geodinámica del área de estudio (Dumbar *et al.*, 1987).

El área de estudio se encuentra ubicada en el Golfo de México, dentro de las curvas batimétricas 0-200 m, hacia la parte nororiental marina de la Isla del Carmen, Campeche, en las inmediaciones occidentales de la Península de Yucatán, lo que en este trabajo se le denomina Noreste de la Sonda de Campeche.

El objetivo de este trabajo fue el de analizar la historia de la subsidencia, así como los rangos de sedimentación a lo largo del tiempo geológico, para inferir en primera instancia los diferentes eventos tectónicos.

EL modelado de la subsidencia estuvo realizado del Tithoniano al Reciente. Para este trabajo se contó con la información de 19 pozos, cuyos datos nos permitieron obtener los datos y las inferencias siguientes.

En la evolución de la subsidencia en esta área, predominan tres eventos importantes en la mayoría de los pozos. El primero se refiere a una etapa de subsidencia muy fuerte con una taza que va de los 45-120 metros por millón de años (m./m.a.), este evento se observó dentro de un rango de edad de los 144-139 m.a. con una duración muy corta de 4-5 m.a. El segundo evento lo constituye una

atenuación de la etapa I, presenta un rango de subsidencia de 9-16 m./m.a., dentro de un rango de edad que va de los (139-140) a los (25, 16,10 y 5) m.a. dentro de un intervalo promedio de 150 m.a.; asimismo cabe mencionar que dentro de esta segunda etapa tectónica, se presenta una pequeña etapa de reactivación de la subsidencia, la cual se observa de forma muy homogénea de los 49-53 m.a. con rangos de sedimentación que pueden llegar a los 83 m./m.a. La tercer y última etapa de subsidencia que se observó, queda enmarcada de los (25, 16,10 y 5) m.a a la época actual, y está caracterizada por ser una reactivación de la segunda etapa, presentando fuertes rangos de subsidencia que van de los 98-237 m./m.a.

La definición de estas tres principales etapas de subsidencia, conjuntamente con el conocimiento de la evolución tectónica regional, nos permite relizar las siguientes inferencias: el final de la etapa rift asociada a la apertura del Golfo de México se refleja en el primer evento de subsidencia. La finalización de la etapa anterior y la tendencia del regreso a la etapa original prerift, lo cual se traduce en la denominada etapa termotectónica, está claramente representada por la segunda etapa de subsidencia, desde luego con una pequeña reactivación tectónica dentro de la misma. Finalmente, las condiciones tectónicas que dieron origen a la creación de grandes fuentes de detritos que rellenaron las cuencas, e indujeron la creación de un gran espacio de depósito, se observa en la tercer etapa de subsidencia determinada.

GP-08

RANGOS DE SEDIMENTACIÓN EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES)

Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
Subdirección de Exploración y Producción, IMP

Durante el desarrollo de muchos de los trabajos geológicos, la cronoestratigrafía es una de las partes iniciales a establecer, a partir de la cual tendremos la posibilidad de definir las diferentes unidades a lo largo de la evolución geológica. En el momento en el cual se encuentren definidas las diferentes unidades, estaremos en la posibilidad de establecer los rangos de sedimentación presentes para cada una de estas.

La definición de los rangos de sedimentación a lo largo del tiempo geológico es de bastante relevancia, ya que entre otras cosas nos permite inferir los diferentes eventos geológicos presentes, establecer la evolución de la subsidencia, así como la relación que tiene esta con la evolución de los ambientes de depósitos, y poder establecer la evolución de las cuencas; así también podemos ver la estabilidad de las partes positivas en función de las diferentes zonas de aporte de los sedimentos

A continuación se describen los rangos de sedimentación de cada una de las unidades definidas en la porción noreste de la Sonda de Campeche, enmarcada como la porción marina al noreste de la Isla del Carmen, Campeche, y la parte occidental de la Península de Yucatán.

Kimmeridgiano: el rango de sedimentación fue de 89-450 m./m.a., predominando una taza de 122 m./m.a.

Tithoniano: rango de sedimentación de 8-100 m./m.a., predominando el de 14 m./m.a.

Cretácico: Hemos asociado todos los pisos del cretácico debido a que los rangos de sedimentación no varían de manera substancial entre ellos. Los valores de sedimentación para el cretácico en forma global son de 12 m./m.a. siendo la contribución en forma independiente de la siguiente manera: para el Cretácico Inferior se observa de 2-38 m./m.a. con un rango representativo de 13 m./m.a. Para el Cretácico Medio el rango de sedimentación es de 6-17 m./m.a. con un rango representativo de 11 m./m.a. Para el Cretácico Superior se observa un rango de sedimentación de 6-31 m./m.a. con una taza promedio de 11 m./m.a.

Del Paleoceno al Oligoceno se presentan los siguientes rangos de sedimentación representativos: Paleoceno inferior 12 m./m.a. Paleoceno Superior 18 m./m.a., Eoceno Inferior 33 m./m.a., Eoceno Medio 11 m./m.a., Eoceno Superior 16 m./m.a., Oligoceno Inferior 23 m./m.a., Oligoceno Medio 12 m./m.a., Oligoceno Superior 9 m./m.a. De los datos anteriores se desprende que en este lapso de tiempo descrito, el Eoceno Inferior presenta los mayores rangos de sedimentación desde el Tithoniano.

Del Mioceno al Reciente se incrementa notablemente los rangos de sedimentación, presentándose como siguen: Mioceno Inferior 28 m./m.a. Mioceno Medio 69 m./m.a. Mioceno Superior 193 m./m.a. Plioceno-Reciente 142 m./m.a.

En este trabajo podemos ver que los rangos más importantes son los siguientes: en las etapas iniciales de la sedimentación el kimmeridgiano presenta un rango altísimo, probablemente asociado a las partes finales de la etapa rift dentro de la apertura del Golfo de México, para el Cretácico-Paleoceno Superior disminuyen notablemente los rangos, estando asociados a la sedimentación carbonatada del Cretácico y la transición de esta a las facies terrígenas del terciario, teniendo un incremento en cierta forma anómala para el Eoceno Inferior, continuando con la tendencia baja del Eoceno Medio al Oligoceno Superior, para finalmente incrementarse de la base del Mioceno al Reciente, presentándose las tazas más altas durante el Mioceno Superior y del Plioceno al Reciente.

GP-09

EVOLUCIÓN LITOESTRATIGRÁFICA EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES)

Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
Subdirección de Exploración y Producción, IMP

La definición de la evolución litoestratigráfica de una columna a lo largo del tiempo en forma puntual, así como la distribución litológica para las diferentes etapas o eventos geológicos, es uno de los trabajos que se realizan en las fases preliminares de la mayoría de las investigaciones geológicas. De forma tal que los resultados producto de esta fase de investigación, son materia prima para otros tipos de estudios que siguen en etapas subsecuentes.

Dentro de los trabajos de geología que se realizan en la parte de investigación relacionada a la búsqueda de hidrocarburos, el establecimiento de la evolución litoestratigráfica constituye uno de los pilares fundamentales a partir del cual se desarrollan una serie de trabajos orientados a la caracterización económica de las diferentes unidades litoestratigráficas, en función de lo cual se obtendrá la definición de las rocas generadoras, conductoras, trampas y sello que desde el punto de vista económico es el objetivo final

Desde el punto de vista de evolución tectónica, existe una estrecha relación entre el evento tectónico existente en un momento dado, y el tipo y cantidad de sedimento que se está depositando para formar las rocas, asociado al mismo.

En relación con la subsidencia, esta va a estar regida en gran parte por el tipo de litología, densidad de sedimentos, espesores de las unidades litológicas, y velocidad de sedimentación, lo cual nos induce la magnitud de la subsidencia.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio de la evolución de las secuencias litológicas depositadas en el Noreste de la Sonda de Campeche del Tithoniano al Reciente,

La sedimentación inicia durante el Kimmeridgiano con una secuencia inferir terrígena de lutitas la cual pasa a una secuencia predominantemente carbonatada, para después durante el Tithoniano, tener una litología conformada por lutitas, Mudstone-Wackestone y dolomías. En lo que respecta del Cretácico Inferior a la parte inferior del Cretácico Superior, se observa una secuencia muy consistente de carbonatos y, el cual culmina con los depósitos de la brecha en el límite Cretácico Superior-Paleoceno, haciendo de esta secuencia carbonatada del cretácico, la unidad más representativa de carbonatos dentro de la evolución litológica del área de estudio.

Para el Paleoceno se inicia en muchas de las localidades una etapa de transición entre las facies de carbonatos que predominaron durante el cretácico y las facies posteriores de terrígenos que dominaron hasta el reciente. En General la litología representativa de esta unidad se puede conceptualizar de una manera general de la siguiente forma: exclusivamente carbonatos al acercarnos tanto a la Península de Yucatán, así como a la parte continental hacia el sur del área de estudio; Una combinación de facies carbonatadas y terrígenas en las zonas de transición de las partes someras a las verdaderamente desarrolladas como profundas para entonces, y finalmente las facies exclusivamente terrígenas asociadas a las partes más profundas de depósito en la formación de las cuencas de esta edad.

Para el Eoceno las facies predominantes están constituidas por terrígenos finos (lutitas), con algunas intercalaciones de carbonatos y solamente los pozos que se ubican en las inmediaciones de la plataforma de Yucatán y el continente en la porción sur del área de estudio presentan facies exclusivamente calcáreas.

En lo que concierne al Oligoceno podemos mencionar que es el horizonte más heterogéneo, ya que en muchos de los pozos o no aparece o está incompleto. Su litología la constituye casi exclusivamente terrígenos de grano fino (lutitas) y solamente en un pozo se observan esporádicos horizontes de carbonatos.

Durante el Mioceno las condiciones de sedimentación se empiezan a homogeneizar, observando predominantemente facies terrígenas finas de lutitas con algunas intercalaciones de carbonatos en la parte inferior de la unidad (Mioceno inferior). El Mioceno Medio se observa casi sin carbonatos con un poco más de arenas, y finalmente la parte correspondiente al Mioceno Superior con Lutitas y un mayor porcentaje de arenas.

Del Plioceno al Reciente podemos observar casi exclusivamente una mezcla litológica correspondiente a lutitas y areniscas, predominando la primera sobre la segunda.

LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO Y EL IMPACTO ECONÓMICO PARA MÉXICO

Arellano-Gil J., Charles-Galindo M. y Morales-Barrera W.
Facultad de Ingeniería, UNAM

Los precios del petróleo en el mercado internacional se rigen fundamentalmente por la ley de la oferta y la demanda, influenciados por factores socioeconómicos o políticos de los países con alta productividad y/o los países consumidores a gran escala. En los últimos 25 años han ocurrido grandes variaciones en los precios por barril de aceite crudo, por lo que países como México y Venezuela, cuyas economías dependen en gran medida de la venta de petróleo han sufrido severas crisis cuando los precios bajan considerablemente. Los ingresos de divisas al fisco mexicano por la venta de petróleo son muy importantes, en 1996 representaron el 39.3 %, en 1997 el 37.90 %, en 1998 el 33.40 % y en 1999 el 31.10 %, porcentajes que nos muestran que la economía de México es dependiente del petróleo y es vulnerable afectándose negativamente cuando este insumo baja de precio.

El precio promedio del aceite crudo mexicano tipo mezcla ha sufrido grandes cambios en los últimos años; de 1976 a 1981 se dio un incremento importante ya que subió de 17.5 a 33.19 dólares por barril, pero en los siguientes 5 años ocurrió una rápida caída, tocando fondo en 1986, donde el precio bajo a 11.86 dólares. De 1987 a 1997 el precio por barril de aceite crudo se mantuvo en promedio en 16 dólares, pero en los siguientes tres años nuevamente hubo una baja significativa, llegando a su mínimo en diciembre de 1998 con un precio histórico de 7.67 dólares. En 1999 ocurre una buena recuperación ya que en agosto de ese año el precio subió a 17.76 dólares, en febrero del 2000 se incremento a 25.78 dólares y para el mes de agosto de este año la cotización es de 24.25 dólares. Tomando en cuenta los precios antes mencionados y comparándolos con los costos de producción se observa una diferencia significativa, ya que el costo promedio de producción es de solo 2.52 dólares por barril, siendo menor en la región marina con 1.86 y de 3.21 en la región Sur; en la región norte el costo de producción es más alto, con 8.29 dólares por barril, sin embargo, en esta región se tiene gran productividad de gas natural. Si analizamos a PEMEX como empresa, esta representa un excelente negocio, ya que la diferencia entre el costo de producción y el costo de venta de aceite crudo es muy grande, aún en tiempos de crisis, por lo que el negocio del petróleo mexicano es muy atractivo.

Con relación al volumen de exportaciones de aceite crudo que realiza México, este es muy importante. En 1974 era una cantidad insignificante, cantidad que fue creciendo hasta 1983, cuando rebasó los 1,500, 000 barriles diarios, alcanzando su máximo en 1997, cuando se vendieron al exterior 1,721,000 barriles diarios en promedio; en abril del 2000, el volumen de exportaciones fue de 1,680,000 barriles diarios. Si a lo anterior se adicionan los ingresos económicos que se aportan por la venta de petróleo en el mercado interno, se puede valorar la importancia económica, política y social que representa PEMEX para el país.

GET-01

ANÁLISIS DEL FRACTURAMIENTO EN LA DEFORMACIÓN DEL ÁREA DE SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO

Sergio Yussim y Gustavo Tolson

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

El área estudiada se encuentra en la región central de la Sierra Madre Oriental, en donde aflora una columna sedimentaria con las formaciones Trancas, El Doctor, Tamaulipas y Soyatal, abarcando un intervalo temporal desde el Kimmeridgiano hasta posiblemente el Campaniano. Esta secuencia fue afectada por un evento de deformación de edad laramídica, caracterizado por pliegues y cabalgaduras en donde el estilo de deformación es controlado principalmente por la geometría y litología de los bancos carbonatados. La dirección de transporte durante la deformación fue hacia el NE.

Uno de nuestros objetivos de trabajo fue el estudiar las fracturas rellenas de cuarzo y calcita (vetillas). Se han definido al menos 5 sistemas de estas, con espesores que varían de un milímetro hasta un par de decímetros, con rellenos de calcita y cuarzo. De estos sistemas de vetillas, al menos uno, presenta un segundo periodo de deformación sobrepuesto; en la Formación Trancas tiene una orientación S40°E, 54°SW, y en la Formación Soyatal S05°E, 52°SW. En estas estructuras se han observado pliegues isoclinales, a escala centimétrica, con vergencia hacia el noreste, con un segundo plegamiento, muy abierto, en la dirección NW-SE. En otro sistema con rumbo S45°E y buzamiento al SW, asociado a la estratificación, se presentan vetillas-falla como resultado del movimiento capa a capa, en donde se aprecia toda una gama de estrías que van desde las verticales hasta las horizontales. En algunos casos estas muestran una trayectoria recta, mientras que en otros la trayectoria es sinuosa y compleja. Las relaciones de campo indican que las estrías horizontales parecen ser las más recientes.

Adicionalmente, en el área se observaron fallas con orientación NW-SE, que buzcan en general hacia el SW, con movimiento lateral derecho y componente normal. En este sistema y en otro, orientado E-W, se emplazó una serie de diques basálticos con espesores desde uno a tres metros.

Estos datos pueden ser explicados por dos hipótesis: a) la continuación de la fase compresiva NW-SE con una reorientación NE-SW de la deformación, en una fase tardía, debido a la morfología de la zona de despegue, y b) la existencia de otra fase diferente de deformación compresiva, orientada NW-SE.

GET-02

DETERMINACION DEL TIEMPO DE GENERACIÓN DE UNA ESTRUCTURA CABALGANTE, EJEMPLO LA CABALGADURA DE LA SIERRA DEL DOCTOR EN QUERETARO

J.J. Valencia Islas¹, R. Hernandez Jauregui¹ y V. Gonzalez Casildo²¹ Análisis de Cuencas, Instituto Mexicano del Petróleo² Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN

El tiempo en que una estructura tectónica se genera, es uno de los factores de incertidumbre en los estudios de geología estructural. En el ámbito petrolero el conocer cuanto lleva una estructura en formarse y estimar la velocidad del desplazamiento de las fallas tiene importancia relevante en el modelado numérico de la generación de hidrocarburos.

Esta investigación tuvo como objetivo conocer el tiempo de generación de la cabalgadura del banco calcáreo del Doctor que se localiza en el límite de los estados de Querétaro e Hidalgo, aplicando en estudios de campo, un método de análisis tectónico estratigráfico y micropaleontológico. Posteriormente con los parámetros obtenidos se realizó una simulación numérica informática

Se caracterizaron los sedimentos originados por la erosión contemporánea a la deformación en 5 secciones, los cuales constituyen importantes indicadores cronológicos. Estos sistemas de tipo turbidítico del Turoniano han sido denominados como Formación Soyatal en la región.

El tiempo calculado para la generación de la estructura fue de 7 M.A. el cual fue examinado en un modelo numérico progresivo por medio del programa Thrustpack. Se observa en los sedimentos sintectónicos una tasa de sedimentación de 0.1 mm/año, con un acortamiento 3.6 % y una velocidad de la falla 0.4285 mm/año.

Se concluye que la generación de las estructuras plegadas y cabalgadas son en intervalos de diferentes velocidades, pero en términos generales la cabalgadura del Doctor llevo en formarse aproximadamente 7 M.A.

GET-03

HYDROGEOLOGIC AND TECTONIC INTERRELATIONS OF CENTRAL MEXICO RED CONGLOMERATES

Jesús Nájera-Garza

Hidrogeología Regional, Consultor Privado

The very close interrelations of Tectonics and Hydrogeology, in Central Mexico region, are so outstanding that it seems as if one and the other were simultaneously acting over the upper portion of the crust of the Earth; for most of the more striking tectonic and geomorphic features, on the surface of the land, are very close correlated with fluids, and their influence upon the viscosity and friction forces by which such tectonic and geomorphic features were produced.

The Zacatecas Red Conglomerate depositional basin, is an evidence of some of these characteristics, such as a N-S extension in the very early Tertiary; besides, its more than 100 km East-West

trend is very similar to that of the Guanajuato Red Conglomerate, which was dated as late Eocene-early to middle Oligocene, this fact makes it younger than the middle Paleocene-early Eocene (60-46 Ma) Zacatecas Red Conglomerate, dated by means of pollen grains of *Bernapollenites* sp. near Valparaíso, Zac. Both of these depositional basins, apparently might have some hypothetical correlation, with a very speculative weakness (based on mantle olivine crystals in quite small Q-basaltic volcanoes nearby) under the lower crust, that in the very late Tertiary and the Quaternary caused the outpouring of the TransMexican Volcanic Belt, in Central Mexico.

These taphrogenic structures were later transected by Basin and Range tectonism, in the middle Tertiary, that caused the morphotectonic features which even nowadays are active, probably lubricated by the deep groundwater flow, that also have enriched some ores, once considered to be of hydrothermal magmatic origin. The transcendence of this interrelations is worth considering, in the view of their possible economic importance, in the development or enlargement of some mining districts, located or probably still laying buried, in and under, such hydrogeologic and tectonic provinces; for such interrelative phenomena were or are today still in action. This last possibility, is actually being verified, by means of the assertive use of stable isotopes like $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, D/H, T/H, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$.

GET-04

LAS MEGACIZALLAS DEL SUR Y ESTE DE MÉXICO: IMPLICACIONES EN LA SISMICIDAD Y VOLCANOLOGÍA ACTUALES

Jaime Rueda-Gaxiola

Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

Los bloques tectónicos de Huizachal-Peregrina, Huayacocotla, Tlaxiaco y Chiapas-Yucatán están limitados por las megacizallas de Tampico-Lázaro Cárdenas, Teziutlán-Acapulco, Pico de Orizaba-Laguna Superior y por la gran falla Nautla-Pico de Orizaba (Rueda-Gaxiola, 1998).

El origen de las cuencas sedimentarias mesozoicas y terciarias, así como el tipo y magnitud del depósito en ellas, han dependido de los movimientos verticales y laterales de estos bloques.

La distribución de la actividad sísmica en México, comprende principalmente la región hacia el SE de la Megacizalla de Tampico-Lázaro Cárdenas en los bloques de Huayacocotla, Tlaxiaco y en la parte SW del Bloque de Chiapas-Yucatán. Los sismos de mayor magnitud se presentan en sus oarles marginales.

Los focos sísmicos, en la zona de subducción de la Fosa de Acapulco, tienen una distribución vertical y horizontal relacionada con las características marginales de los bloques subducidos por las placas de Rivera y de Cocos, así como por su velocidad de subducción. La Brecha de Acapulco corresponde al Bloque de Huayacocotla, que está hundido con relación a los marginales de Huizachal-Peregrina y de Tlaxiaco.

La actividad volcánica en el Cinturón Volcánico Transmexicano, geográfica y temporalmente, está relacionada más con el proceso distensivo, originado por la dirección de la subducción de las placas de Rivera y de Cocos, que motivó el desplazamiento del Bloque de Chortis, que con el compresivo que

ésta origina. El cinturón no es el arco volcánico de la zona de subducción. La distribución de las principales calderas volcánicas coincide con la de las megacizallas de Tampico-Lázaro Cárdenas y de Teziutlán-Acapulco.

Los cauces de los principales ríos están controlados por las megacizallas y por los sistemas de fallas asociados a ellas.

GET-05

ESTRATIGRAFÍA Y DEFORMACIÓN EN EL SECTOR CENTRAL DE LA SIERRA DE ZACATECAS

Olvera-Carranza K.P.¹⁻², Centeno-García E.² y Chávez-Cabello G.²¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL² Instituto de Geología, UNAM

El área de estudio se localiza en el sector central de la Sierra de Zacatecas. Ahí aflora la secuencia volcanosedimentaria de la Formación La Borda del Cretácico, que forma parte del terreno Guerrero y representa uno de los afloramientos más próximos al límite norte con el terreno Sierra Madre. La Formación La Borda está constituida por dos miembros: 1) El miembro Pánuco, que está conformado por un volumen considerable de derrames basálticos y andesíticos almohadillados intercalados con flujos piroclásticos y, 2) El miembro Ciprés, que es una secuencia sedimentaria que contiene capas de pedernal con microfósiles de radiolarios, tobas, flujos piroclásticos, lutitas calcáreas y areniscas. Ambos miembros están cortados por diques diabásicos y gabroicos, intercalados tectónica y deposicionalmente entre sí. Por sus asociaciones litológicas se interpreta que la Formación La Borda se depositó en un ambiente de cuenca «tras arco» profunda y es correlacionable a la Formación Chilitos, en Fresnillo, y a la secuencia volcanosedimentaria de la localidad de El Saucito, en Zacatecas, ambas del Cretácico.

Esta secuencia experimentó dos fases de deformación compresiva dúctil-frágil. La primera fase está representada por cabalgaduras cuyo rumbo del plano es NNE, con desarrollo de zonas de cizalla con foliación desde incipiente hasta penetrativa y plegamiento isoclinal en los sedimentos del miembro Ciprés. La segunda etapa desarrolló plegamiento abierto a apretado en la foliación preexistente y formación de kink bands con rumbo NNW. Los indicadores cinemáticos principales dentro de la secuencia señalan una dirección de transporte tectónico hacia el NE. El rumbo de los planos de las cabalgaduras coincide aproximadamente con la dirección del desplazamiento, lo cual puede ser interpretado como producto de un transporte cuya dirección fue oblicua respecto a los planos de cabalgaduras, o bien, a un basculamiento posterior que reorientó dichos planos. Además es posible distinguir un fallamiento extensional más joven que desplaza a las cabalgaduras principales y está representado por fallamiento lateral izquierdo y normal; este fallamiento controla principalmente la mineralización hidrotermal característica del distrito minero de Zacatecas. El metamorfismo presente en la zona es de bajo grado (esquistos verdes) y es producto de la primera etapa de deformación.

ANÁLISIS DE UNA SECCIÓN GEOLÓGICA EN LA REGIÓN ARCABUZ-CULEBRA DE LA CUENCA DE BURGOS, NE DE MÉXICO

Arturo Ortiz Ubilla^{1,2} y Gustavo Tolson Jones¹

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Instituto Mexicano del Petróleo

La región Arcabuz-Culebra se ubica hacia la porción occidental de la Cuenca de Burgos, una provincia geológica-petrolera que se encuentra distribuida en la Planicie Costera del Golfo de México en la parte oriental de Nuevo León y norte de Tamaulipas. La Cuenca de Burgos se caracteriza con una importante sedimentación clástica cenozoica asociada con fallamiento normal de crecimiento, desarrollada sobre depósitos mesozoicos, cuya evolución se relaciona con la del Embahamiento del Río Grande, del cual se considera su parte Sur.

La sección de estudio tiene una longitud de 45 Km, guardando una orientación sensiblemente ENE-WSW y su interpretación se realizó a partir de una sección sísmica. La secuencia estratigráfica presente comprende un basamento, probablemente de carácter metamórfico de edad paleozoica, y una cubierta sedimentaria Jurásico Medio (?) - Eoceno constituida por varias unidades litoestratigráficas. Estructuralmente, un marcado comportamiento disarmónico de la secuencia permite caracterizarla con dos paquetes mayores: uno con el basamento y las unidades mesozoicas, y el otro con las unidades paleógenas. El primero, a grandes rasgos, exhibe una disposición continua y homogénea a lo largo de la sección y conforma una estructura homoclinal con un echado general hacia el oriente, en donde la secuencia sedimentaria mesozoica se define con un espesor relativamente constante, con excepción de las porciones donde se observan algunos acunamientos de la unidad basal. El paquete paleógeno, por el contrario, se encuentra deformado y afectado por varias fallas normales, la mayoría de forma lítrica y con inclinaciones predominantemente hacia el oriente, las que muestran hasta 55° en sus porciones superiores, sin llegar a afectar la secuencia mesozoica aparentemente, ya que se flexionan y quedan hacia el límite mesozoico-cenozoico. Esto se interpreta como un sistema despegado, el cual se califica como de carácter sintético, teniendo en cuenta la orientación de las fallas principales o mayores, con la presencia de algunas fallas antitéticas. La geometría de las fallas y las unidades afectadas indican una deformación rotacional. Las diferentes unidades de este paquete paleógeno muestran un paulatino engrosamiento hacia el oriente, lo cual parece más relacionado a procesos sedimentarios que estructurales. Esto caracteriza al fallamiento como post-depositacional. Cuando menos dos discordancias regionales se ven afectadas por el fallamiento. Sólo hacia la porción más oriental de la sección se manifiestan engrosamientos en la secuencia Eoceno superior posiblemente relacionado a falla, lo que podría indicar la edad del fallamiento y por lo tanto la zona podría ser una continuación del Sistema de Despegue Eoceno Superior definido en el Sureste de Texas.

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE UNA DEFORMACIÓN POR GRAVEDAD EN EL NORESTE DE SONORA, MÉXICO

Rodríguez-Castañeda J.L.¹, García y Barragán J.C.¹, y Anderson T.H.²

¹ Instituto de Geología, UNAM

E-mail: jlrod@servidor.unam.mx

² Department of Geology and Planetary Sciences, University of Pittsburgh

Una cartografía reciente al sur de Cananea en el noreste de Sonora, región del rancho San Antonio, revela una compleja secuencia de rocas marinas y continentales no fechadas, las cuales se encuentran localmente deformadas. Estas rocas se utilizan para caracterizar el estilo de deformación que ocurrió a finales del Cretácico Temprano en esta región del estado de Sonora y su posible extrapolación a otras áreas del mismo, así como para validar el modelo que se propone comparándolo con aquellos modelos ya propuestos.

Los procesos por gravedad han creado una variedad de estructuras cuya localización, distribución y estilo de deformación son consistentes con una tectónica extensiva a lo largo de los aproximadamente 120 km de la Falla San Antonio, la cual forma el límite sur del propuesto Alto de Cananea y a la vez la margen norte de la cuenca San Antonio - Banámichi. Grandes bloques carbonatados y de conglomerado son el resultado de movimientos de la Falla San Antonio asociados a extensión.

Al sur de la Falla San Antonio rocas derivadas de la Caliza Mural definen una serie de bloques cuya distribución sugiere procesos asociados a deslizamientos por gravedad. En particular los bloques que se encuentran más alejados de la Falla San Antonio registran un plegamiento orientado noroeste-sureste con vergencia al suroeste, indicando la dirección de deslizamiento hacia un depocentro. El desarrollo de estos pliegues, los cuales se ubican en la base de los bloques, es consistente con modelos donde la gravedad es el factor principal y que puede ser la razón por la que la deformación laramídica es pobremente entendida.

La edad de estas estructuras puede ser inferida a partir de su relación con otros depósitos de edad conocida como son las rocas del Grupo Bisbee y las rocas de la Formación El Tuli, del Cretácico Temprano y del Cretácico Tardío, respectivamente.

El modelo propuesto se desarrolló con la idea de sugerir o proponer que colapsos gravitacionales ocurrieron a fines del Cretácico Temprano lo cual tiene importantes implicaciones geodinámicas tanto para el Cretácico Temprano como para el Cretácico Tardío en esta parte del país.

GET-08

SCALES OF SEGMENTATION OF THE SIERRA JUAREZ ESCARPMENT AND MECHANICAL EVOLUTION OF MESA TRIANGULAR SYNTHETIC ACCOMMODATION ZONE, NE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Ramón Mendoza-Borunda¹, Gary J. Axen², John M. Fletcher¹
and Francisco Suárez-Vidal¹

¹ Depto. de Geología, CICESE

E-mail: rmendoza@cicese.mx

² Department of Earth & Space Sciences, University of California

The Sierra Juarez escarpment is composed of multiple NW-striking fault strands that predominately accommodate right lateral, east-down normal shear. Vertical offset across the faults is ~ 1,500 m. The Mesa Triangular region (MT) in the central Sierra Juarez forms a synthetic accommodation zone at a prominent right step between two of the largest, dextral-normal fault segments that cut the Central Sierra Juárez (CSJ) region. The combined strike length of the two faults is ~60 km. The overlap length of the faults in the MT accommodation zone is at least 4 km and the spacing between them is ~ 2.5 km. In the overlapping zone the two faults form a SE-dipping, broken relay (breached relay) ramp structure of ~ 10 km² where the displacement is transferred between the faults. The secondary faults that cut the relay ramp strike north-south and have a greater dip-slip component of motion. The azimuth of the slip direction on both faults is ESE, and the extension direction obtained from the striae analysis is ENE-WSW. The kinematics of faults in the accommodation zone is more complex; however, most are nearly pure normal faults with EW-trending striae and extension directions.

Fault segmentation is widely recognized to control patterns of seismicity and coseismic surface ruptures. The MT accommodation zone is associated with the most seismically active portion of the Sierra Juarez escarpment. Within the past 25 years, hundreds of earthquakes (four of which had magnitudes (M_s) > 5.0) have been recorded in the MT region by regional seismic networks in northern Baja California and Southern California. Many of the epicenters fall along the trace of the northern fault, but most are located in the footwall of the northern fault and are aligned with the northern extension of the southern fault. Although these two faults are affecting the Miocene and Mesozoic basement rocks and do not cut Quaternary deposits, the distribution of seismicity suggests that they are active.

GET-09

QUATERNARY SLIP ACROSS THE BAJA-PACIFIC PLATE MARGIN: BAHÍA MAGDALENA AND THE SOUTHWESTERN BORDERLAND OF BAJA CALIFORNIA

Fletcher J.M.¹, Eakins B.W.², Sedlock R.L.³, Mendoza-Borunda R.¹, Walter R.C.¹, Edwards R.L.⁴ and Dixon T.H.⁵

¹ CICESE

² Scripps Institution of Oceanography, Geological Sciences

³ San Jose State University, Department of Geology

⁴ University of Minnesota, Department of Geology and Geophysics

⁵ University of Miami, RSMAS, Division of Marine Geology and Geophysics

The continental borderland of southern Baja California is cut by an extensive array of active faults that accommodate slip between the Baja California Peninsula and the Pacific plate. Most seismic activity is associated with the easternmost strands of the array, which are exceptionally well exposed in the Bahia Magdalena (BM) region. In contrast to the gently west-sloping plains of the western peninsula, the islands of BM are topographically rugged and rise to elevations in excess of 500 m. The islands trend parallel to the Baja coast and are bounded on both sides by NW-striking Neogene faults. Faults on the SW margins strike N50°-60°W, dip moderately to steeply in both directions and accommodate normal-dextral slip. An undulating low-angle normal fault can be traced for ~35 km along the NE margin of Isla Santa Margarita (ISM). This detachment fault dips 20-30°NE and is composed of multiple strands that juxtapose blueschist facies metamorphic rocks in the footwall with low grade rocks, predominately metachert and metagreywacke, in the hanging wall. Quaternary scarps, up to 10 m in height, also follow the irregular NE margin of ISM and typically occur in the immediate hanging wall of the detachment. All scarp-forming faults dip NE, but their strikes are highly variable and range from N0°W to N80°W. Abrupt changes in strike of the Quaternary scarps roughly coincide with changes in orientation of the detachment. On southern ISM, one scarp changes strike by 60° and curves around a structural dome defined by a package of foliated cataclasite that may be related to the detachment. The coincidence of the position and orientation of the scarps relative to the detachment suggests that the island-bounding detachment may be active. Faults along both margins of the islands yield subhorizontal extensional kinematic axes that trend N60°E and subvertical contractional kinematic axes.

A diverse assemblage of Quaternary mollusks, ± corals and marine fish and mammal bones, are found in unconsolidated sand and gravel deposits at some of the highest elevations of both islands of BM. This suggests that the islands emerged from below sea level in Quaternary time. Tectonic uplift is recorded by numerous wave-cut terraces. The islands also contain at least three flights of alluvial terraces which formed after their emergence of from below sea level, probably in response to downcutting during glacial lowstands. Marine fossils are found on top of the alluvium, which suggests that the subaerial deposits were periodically submerged below sea level during interglacial high-stands. Four coral samples found on top of the intermediate alluvial terrace (ranging from 20 to 60 m asl) are being dated by U-Th thermal ionization mass spectrometry techniques. All coral samples are fresh and contain 99-100% aragonite, which indicates that they are likely to be no older than

middle Quaternary in age. Based on the total relief of the islands we speculate that they experienced uplift rates of about 0.5 mm/yr over the last several hundred thousand years. Horizontal slip rates would likely be an order of magnitude faster. This component of slip would make the total Pacific-North American plate motion vector faster and more westerly than estimates based on spreading rates at the mouth of the Gulf of California.

GET-10

PLATE BOUNDARY STRUCTURES OF THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA

J.M. Stock¹, P. Persaud¹, A. Martin-Barajas², M. Steckler³ and
A. Gonzalez-Fernandez²

¹ Caltech 252-21, Pasadena, CA., 91125, USA

² Depto. de Geología, CICESE

³ Lamont-Doherty Earth Observatory, Palisades, NY., USA

In May and June of 1999 we conducted a 3-week cruise aboard the CICESE ship Ulloa, to do high-resolution multichannel seismic studies of active faulting and seismic stratigraphy in the northern Gulf Basins (principally the Wagner and Delfin basins). We used LDEO's portable high-resolution MCS system with differential GPS navigation; a 48-channel, 600 meter streamer; two GI guns fired every 5 seconds; and recorded sample data for 2-3 seconds with a 1 ms sample rate. We were able to image 1-1.5 seconds in most cases and occasionally see basement down to 1.8 seconds two-way travel time. 48 sonobuoys were deployed using a 10 sec shot interval and recording 7 sec of data to provide constraints on seismic velocities to greater depths. The data reveal the overall pattern of the main Gulf basins as mapped by previous studies but show a wealth of detail concerning the small-scale structure. For example, the connection between the Lower Delfin Basin and the Upper Delfin basin is not a simple transform fault, but rather a complex pull-apart zone, in the center of which volcanic rocks are exposed on the seafloor. The southern end of the upper Delfin basin has an extensive layer of volcanic rocks beneath a thin sedimentary cover. This contrasts with our lines across the Wagner Basin, which image mainly a thick package of sedimentary rocks. Usually, we see no reflectors that could be pre-Gulf basement beneath the sediments, except adjacent to the Puertecitos Volcanic province, where basement reflectors dip fairly uniformly NE into the Gulf and are cut by a series of small-displacement normal faults. By comparison to the coastal geology, these «basement reflectors» are tentatively interpreted to be latest Miocene or Pliocene tuffs of the Puertecitos Volcanic Province, and thus contemporaneous with the development of the early Gulf. One exception to this pattern of dips is the active volcanic center of Isla San Luis, which lies along the projection of a strike-slip fault along which the basement is locally elevated. By comparison to the geological history from the conjugate margins of the Upper Delfin Basin, exposed in coastal Baja California and Sonora, we infer that the zone of diffuse faulting imaged in our seismic sections has formed in lithosphere created since about 6 Ma, and that most of the rocks we see are Pliocene or younger. It appears that the active structures are still somewhat broadly distributed, and that the plate boundary deformation here has not completely localized into discrete spreading centers and transform faults.

GET-11

IMPLICACIONES TECTÓNICAS AL NORTE DE LA CORDILLERA DE MÉRIDA A PARTIR DE MECANISMOS FOCALES, MÉRIDA, VENEZUELA

José Choy¹, Christl Palme² y Maria Morandi¹

¹ Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Laboratorio
de Geofísica, Mérida, Venezuela

E-mail: choj@ciens.ula.ve

E-mail: maria@ciens.ula.ve

² Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael
Rangel" Centro Regional de Investigación Humanística,
Económica y Social
Trujillo, Venezuela

E-mail: cpalme@cantv.net

Se estudian las implicaciones tectónicas de 42 mecanismos focales de eventos sísmicos ocurridos en la cordillera de Mérida, 22 de los cuales fueron determinados para este trabajo. La región estudiada se ubica al norte del Páramo de Mucubají, comprendiendo parte de los estados Trujillo, Mérida, Lara y Zulia.

Se encontraron diversos regímenes de esfuerzos en el área bajo estudio, obteniéndose régimen de fallamiento inverso en la zona del piedemonte nor-andino y en el sistema Burro Negro - Mene Grande y un régimen transtensional en la zona comprendida entre las fallas de Boconó y Carache. En esta última zona la falla de Boconó parece dividir dos regímenes tectónicos diferentes, ya que del lado sureste de la falla se obtiene un régimen inverso. También se encontró que actividad sísmica reciente se puede asociar a una posible extensión del sistema Burro Negro - Mene Grande hacia Agua Viva.

GET-12

THE PACIFIC MARGIN OF COSTA RICA RECORDS A LONG HISTORY OF SUBDUCTION EROSION— EVIDENCE AND THOUGHTS ABOUT TECTONIC PROCESSES GOVERNING THE EVOLUTION OF THE MIDDLE AMERICA MARGIN

David W. Scholl¹, Paola Vannucchi² and Martin Meschede³

¹ Department of Geophysics, Stanford University

E-mail: dscholl@pangea.stanford.edu

² Dipartimento di Scienze della Terra Università di Modena

E-mail: paolav@steno.geo.unifi.it

ODP drilling (Site 1042, Leg 170) 7 km landward of the Middle America Trench off the Nicoya Peninsula of Costa Rica encountered a ~30-m-thick sequence of fossiliferous, well-lithified calcarenite breccia at a depth of ~4000 mbsl. Fossil, textural, calcite paragenesis, and sedimentological observations document that the calcarenite was formed, brecciated, and cemented in a nearshore setting. Sr isotope ratios place the depositional age at 16-17 Ma—latest early Miocene—and establish that the breccia section is stratigraphically upright. It is overlain by ~320 m of unconsolidated slope mud and rest unconformably above an older sequence of well-lithified rock of unknown age and type. The unconformity can be traced on reflection records to the Nicoya coast where it crops out and separates Neogene and younger neritic and non-marine beds from underlying early Tertiary and Late Cretaceous basement rocks of deformed sedimentary and mafic igneous units.

The exposed rock framework of the Nicoya Peninsula thus extends seaward below Miocene and younger slope sediment to near the inner trench wall. Here, 16-17 Myr ago, crustal basement rock underlying the Neogene limestone beds must have been at least 10-15 km thick—it is now reduced to ~1 km. Crustal thinning of this magnitude can best be attributed to the consequences of subduction erosion, which, since the early Miocene, has also caused the trench axis to migrate landward at least 50 km (~3 km/Myr).

The Costa Rica observation that subduction erosion rather than accretion controls the evolution of this margin matches the implications of drill data from the Guatemala sector of the Middle America Trench (DSDP Legs 67 and 84), new geophysical studies of the Costa Rica and Nicaragua margins, and published onshore and offshore geologic findings for the southwestern (Acapulco-Huatulco) and central (Jalisco) sectors of the Mexican margin. The reported existence of a wide (20-30 km) and thick (~5+ km) body of accreted oceanic sediment fronting the Guerrero margin appears anomalous and appeals to reconfirmation.

GET-13

SEABEAM IMAGES ALONG THE INNER SLOPE OF THE MIDDLE AMERICA TRENCH — OFFSHORE THE MICHOACAN, GUERRERO AND OAXACA STATES

C.A. Mortera-Gutiérrez¹, N.G. Pias², A.C. Mix², C. Goldfinger², M.W. Lyle³, L.M. Liberty³, A. Molina-Cruz⁴ and L. Pérez-Cruz⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² COAS, Oregon State University

³ CGISS, Boise State University

⁴ IMCyL, UNAM

During transit to the Gulf of Tehuantepec in the NEMO-03 oceanographic cruise, the inner slope of the Middle American Trench (MAT) was surveyed and imaged by SeaBeam sonar on the R/V Melville in May, 2000. This SeaBeam survey integrated with other previous SeaBeam surveys along the MAT margin evidence some geotectonic indicators that are shaping the inner trench slope, offshore the Mexican states of Michoacan, Guerrero, and Oaxaca. Offshore Michoacan, SeaBeam images show cross cutting canyons due to river drainage at the inner trench slope, as it was expected for a coastal region with a steep, high foretell, mountain range with an annual large raining precipitation. Echelon ridge structures parallel to the trench trend are observed near the toe of the inner trench slope, resulting from the recent thrusting of the convergent oceanic lithosphere. A large slope slumping site (in a shape of horse bite) is imaged near the canyon of the Rio Balsas. This slumping site could be formed as result of the occurrence of large earthquakes that is characteristic of the region. Offshore Guerrero, the SeaBeam survey imaged few cross-cutting canyon in the trench slope and evidenced few structures that limit our study in the deformation of the inner slope. Offshore Oaxaca, the upper part of the inner trench slope is carved by many cross cutting canyons, as evidenced by the NEMO-03 survey. The Oaxacan continental margin is mainly formed of a Cambrian, cratonic terrane, composed of crystalline rock. This large number of transversal canyons to the inner slope in Oaxaca coast possible indicates that accretion prism in Oaxacan continental margin is reduced in dimensions.

GET-14

COCOS PLATE, TRENCH AXIS, AND NEAR TRENCH ACCRETIONARY PRISM STRUCTURE OFF GUERRERO AND OAXACA

Nancy Kanjorski and LeRoy Dorman
Scripps Institution of Oceanography, UCSD

We present complete bathymetric maps of the Middle America Trench between 95 and 102 Degrees W. This data defines the subducting Cocos Plate structure, trench, and near-trench accretionary prism morphology compiled primarily over the last six years from SeaBeam 2000 and 2100 multibeam data. New magnetic anomaly maps which provide age information of the Cocos plate and allow an interpretation of the origin and history of the structure are also presented.

We find that previous assumptions about the intersection and subduction of the East O'Gorman Fracture Zone at the Middle America Trench are incorrect. There is no evidence magnetically or structurally that the East O'Gorman Fracture Zone exists near the trench axis. There are several linear seamount chains that intersect the subduction zone along this margin which promote the breakup of the subducting plate into discrete crustal slivers. This is supported with earthquake evidence and potentially has profound influences on the shallow subduction zone seismicity.

The trench axis morphology has been influenced by the subducting structure of the Cocos Plate. We find sediment pools along the axis separated by the structural highs of unfractured subducting seamounts. These traps likely influence the volume and distribution of sediments entering the «subduction factory» which in turn may provide distinct seismic wave guides. We have no direct knowledge of the down dip extent of these subducting seamounts and therefore can not recommend their invocation to explain inland volcanic tracers.

The influence of the perpendicular intersection of linear volcanics are evident along the accretionary wedge. The subducting seamounts have gouged small erosional scours into the prism. These seamounts appear to be entering the trench axis intact and we find morphologic evidence of their structure descending into the subduction zone unbroken beneath the accretionary prism.

GET-15

AN INTERPRETATION OF SUBDUCTION ZONE DYNAMICS USING GPS OBSERVATIONS: WHAT POSTSEISMIC DEFORMATION MIGHT TELL US ABOUT FAULT SLIP

Wallis Hutton¹, Chuck DeMets², Osvaldo Sanchez⁴, Joann Stock³ and Gerardo Suarez⁴

¹ University of Washington

² University of Wisconsin

³ Caltech

⁴ UNAM

Subduction zone kinematics have been extensively studied worldwide. These data are collected in an effort to understand how subduction zones behave during the coseismic portion of the earthquake cycle. Kinematic data show how a subduction zone ruptures but do not provide information about why afterslip is often

observed. The next logical step for a more thorough understanding of the subduction process uses kinematic data as the basis for testing dynamic models.

The Jalisco GPS network provides high quality kinematic data spanning the (Mw=8) Colima-Jalisco earthquake of 9 October 1995. We use this GPS geodetic data to test two models that may describe the mechanism responsible for postseismic fault slip. Non-linear inversions of the horizontal time series can be used to determine whether crustal motion described by the displacement is best fit by a logarithmic or an exponential expression. A logarithmic curve describes rate and state variable frictional (RSVF) behavior thus implying continued slip on the subduction fault plane. An exponential expression, on the other hand, suggests that viscoelastic behavior may predominate via relaxation of the lower crust. A reasonable fit using either method could imply that the mechanisms responsible for afterslip are more complex than for coseismic rupture and perhaps consist of a combination of elastic and viscoelastic processes.

GET-16

ANÁLISIS DE PALEOESFUERZOS UTILIZANDO FALLAS EN LA PARTE NORTE DE LA CURVATURA DE MONTERREY

Cossio-Torres T., Chávez-Cabello G. y Peterson-Rodríguez R.H.

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

La característica geomorfológica más importante dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental (SMO), lo constituye su parte norte la cual es conocida como La Curvatura de Monterrey. La SMO está compuesta principalmente por un extenso paquete de rocas sedimentarias carbonatadas y terrígenas de edad Mesozoico, que se depositaron y evolucionaron sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico. Esfuerzos compresivos asociados a la deformación Laramida, ocasionaron los amplios plegamientos y cabalgamientos durante el Paleoceno tardío-Eoceno temprano.

En la porción Norte de la Curvatura de Monterrey, se llevó a cabo un análisis de los patrones deformacionales con la intención de obtener las direcciones de paleoesfuerzos, examinando estructuras como: planos de fallas, fracturas de extensión y de cizalla, ejes de pliegues, planos de estratificación, planos de esquistosidad, juntas y picos estilolíticos en Formaciones geológicas que cubren un rango estratigráfico del Jurásico superior al Cretácico superior. Hasta el momento, los resultados de este estudio han permitido identificar dos direcciones principales de paleoesfuerzos, producto de un solo evento de deformación (Laramida). Las direcciones de paleoesfuerzo obtenidas son N-S y WNW-ESE. La dominante y más antigua, corresponde a la dirección N-S y está impresa en estructuras como fallas inversas y de rumbo, ejes de pliegues, estilolitas tectónicas, fracturas de tensión y juntas de cizalla dentro de toda la columna litológica del área. La segunda dirección, producto de la inversión de los esfuerzos durante deformación progresiva, corresponde a la WNW-ESE. Este último paleoesfuerzo está registrado en fallas de rumbo paralelas a la estratificación, fracturas en arreglo de escalón, estilolitas tectónicas y en cambios de rumbo e inmersión de ejes de pliegues. La permutación del paleoesfuerzo principal de una orientación N-S, durante la etapa principal e inicial de la deformación Laramida, a WNW-ESE en la etapa final, al parecer no documentado en la literatura,

interpretamos que debe responder a un control ejercido por la geometría del basamento (Isla de Coahuila y Archipiélago de Tamaulipas.) en el NE de México.

GET-17

DETERMINACIÓN DE PALEOESFUERZOS EN LOS CAÑONES DE LA CASITA, TANQUE NUEVO Y BOCA DE DOMINGO EN EL ANTICLINORIO DE PARRAS, COAHUILA, MÉXICO

Rolando Heberto Peterson Rodríguez y Odranoel Quintero Legorreta

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Se realizó un estudio de mesoestructuras con la finalidad de obtener direcciones de paleoesfuerzos en la porción Oriental del Anticlinorio de Parras, Coahuila. Se analizaron poblaciones de juntas, fallas, ejes de pliegues, planos de esquistosidad, clivaje de fractura, estilolitas y arreglos en escalón, en rocas sedimentarias marinas (calizas y lutitas) con un rango estratigráfico Jurásico Superior - Cretácico Superior.

El resultado del análisis de poblaciones de mesoestructuras, permitió identificar 4 direcciones de paleoesfuerzos, los cuales quedan divididos en 2 grupos. El grupo 1 reúne a las direcciones de compresión y el grupo 2 a las direcciones de extensión. Las direcciones de compresión se observan muy bien en toda el área estudiada y se infiere con base a observaciones de campo, que la dirección NNE-SSW ó fase 1 es anterior a la WNW-ESE ó fase 2. La fase 1 está representada por la mayoría de las mesoestructuras analizadas, indicando la dirección principal de compresión en el área de estudio. La fase 2 se representa solo por fallas de rumbo, picos de estilolitas y una posible sinuosidad en los rumbos de los ejes de los pliegues en el ámbito regional. Ambas fases pertenecen a un solo evento asociado a los esfuerzos compresionales de la Orogenia Laramida (Paleoceno-Eoceno). El grupo 2 representado por las direcciones de extensión, presentan una orientación SSW-NNE ó fase 1 y ESE-WNW ó fase 2, las dos fases representadas por fallas normales y localizadas en posiciones cercanas a zonas de charnela en pliegues. Entendiendo los procesos de plegamiento se deduce que la fase 1 es anterior a la fase 2 y que ambas fases corresponden a un control durante los procesos de plegamiento.

GET-18

ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE FALLAS DE QUERÉTARO, QRO.

Reyes-Zaragoza M.A.^{1,2}, Alaniz-Álvarez S.A.² y Nieto-Samaniego A.F.²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

La región de estudio se localiza en la intersección de las provincias geológicas Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Faja Volcánica Transmexicana; abarca la carta Querétaro 1:50,000 de INEGI y cubre aproximadamente 918 km² de superficie.

La historia geológica de la región tiene registro desde el Mesozoico hasta el Plioceno. Las calizas y lutitas pertenecientes a la provincia de la Sierra Madre Oriental afloran en la localidad de Juriquilla, Qro y se observan plegadas por efecto de la Orogenia

Laramide. Lavas de composición andesítica afloran El Salitre, a esta unidad se le correlaciona con la Andesita El Cedro de 30 Ma.

Al oriente del volcán San Pedro, se observa la presencia de domos de composición riolítica a rodacítica cuya edad se presume oligocénica; están alineados con un tren estructural de dirección NE paralelo al sistema de fallamiento Chapala-Tula. Este evento volcánico se relaciona con un periodo caracterizado por efusiones ignimbríticas de tipo fisural documentado en la Mesa Central. Se asocia esta actividad volcánica con evento de deformación que formó un medio graben con buzamiento al SE, paralelo al alineamiento de los domos.

El emplazamiento de los volcanes La Joya y San Pedro, de composición andesítico-basáltica, se ha atribuido al inicio de la actividad de la Faja Volcánica Transmexicana en el Mioceno hace aproximadamente 10 Ma. Los volúmenes grandes de material piroclástico ampliamente distribuidos en la carta bajo los basaltos de las mesetas de Querétaro se correlacionan con los depósitos de estos volcanes, sin embargo no se conoce su fuente.

Hace aproximadamente 8 Ma se emplazaron amplias mesetas de basalto de olivino, éstas fueron levantadas por las fallas del sistema Taxco-Querétaro las cuales posteriormente fueron segmentadas por fallas del sistema Chápala-Tula, formando la actual fosa de Querétaro. En el norte de la carta se encuentra un alineamiento de cuatro edificios volcánicos, uno de ellos fue fechado en 6 Ma, dos son conos cineríticos y el mayor forma mesetas de Basalto. Al dique que los une se les nombra dique El Patol y tiene una dirección NE.

Por ultimo se emplazó el Volcán El Jocoque de composición basáltica, está alineado en una dirección N-S con otras mesetas, se correlacionan con otras fuentes volcánicas de edad pliocénica al sur del área.

Basándose en la reconstrucción de la historia geológica y estructural, se pueden determinar 4 cambios en la dirección de los esfuerzos principales en la carta:

1° En el Oligoceno la dirección de máxima extensión fue NW - SE, corroborado por la formación de un medio graben y el emplazamiento de los domos en fisuras con dirección NE.

2° La dirección de la máxima extensión cambió aproximadamente 90° a una dirección ~ E-W, activo al Sistema Taxco-Querétaro formando las fallas Cimatarío, 5 de Febrero, El Tlacote y Obrajuelo; estas fallas cortan a basaltos fechados en 8.1 Ma.

3° El dique El Patol muestra una extensión en la dirección NW-SE hace 6.1 Ma, probablemente en este tiempo se reactivó al sur otra falla paralela que corta a las fallas N-S.

4° El evento de deformación se infiere con extensión E-W por el lineamiento de volcanes pliocénicos sobre la traza de la falla San Miguel de Allende y por el sismo ocurrido cerca de Querétaro en la falla de Sanfandila con dirección N-S y desplazamiento normal. Este evento se considera menor ya no hay registro estratigráfico que evidencie una extensión considerable.

GET-19

LAS ESTRÍAS COMO INDICADORES DE LA ACTIVIDAD SIMULTÁNEA DE FALLAS INTERACTUANTES

Alaniz-Alvarez S.A.¹, Nieto-Samaniego A.F.¹, Morán-Zenteno D.J.² y Reyes-Zaragoza A.¹

¹ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

E-mail: alaniz@servidor.unam.mx

² Instituto de Geología, UNAM

En las últimas décadas, las estrías de falla han sido utilizadas como un indicador dinámico asumiendo que son paralelas al esfuerzo de cizalla máximo resuelto sobre el plano de la falla y que el movimiento de la falla fue independiente de las estructuras que la circundan. En bloques corticales que contienen más de un sistema de fallas, la interacción cinemática entre fallas es un fenómeno común. Deducimos que hubo interacción cinemática entre dos fallas cuando éstas se activaron simultáneamente y el movimiento del bloque limitado por ambas fallas es paralelo a la intersección de ellas. Se genera la interacción debido a que para moverse simultáneamente, el plano que corta requiere, para iniciar el deslizamiento, un esfuerzo de cizalla más grande. El resultado de esta condición es que se producirá una estría paralela a la línea de intersección de las fallas y las demás estrías tendrán direcciones distintas. Con el propósito de establecer la cinemática de regiones que contienen patrones de fallas múltiples se estudiaron casos en la Falla de Oaxaca y a lo largo del sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende.

Dentro de la zona de falla de Oaxaca, se encontraron evidencias de interacción cinemática en la deformación cenozoica, tanto en rocas mesozoicas como miocénicas. En la región de Taxco, la deformación más reciente ocurrió en el Oligoceno con fallamiento lateral izquierdo en las fallas N-S. En el campo de domos riolíticos de Taxco, la interacción de estas fallas con fallas WNW de movimiento lateral derecho y planos preexistentes de rumbo NE, generó un patrón peculiar de fallas que forman bloques alargados y truncados en su parte septentrional; este patrón asemeja teclas de piano. Las estrías evidencian la actividad simultánea de las fallas.

El Sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende limita al oriente al sistema de fallas Chapala-Tula. En varias regiones de la Faja Volcánica Transmexicana, donde las fallas con orientación NE o ENE atraviesan al sistema Taxco-San Miguel de Allende, es posible observar en los datos publicados, que numerosas estrías se ubican en la intersección de los dos sistemas presentes. En la región de Querétaro, donde se cruzan con un ángulo de 70°, se estudiaron las fallas de ambos sistemas; el arreglo de las estrías de falla parece indicar que ocurrió interacción al menos entre las fallas mayores.

GET-20

APLICACIÓN DE LA TESELACIÓN DELAUNAY PARA LA ESTIMACIÓN DE DISTORSIÓN EN ROCAS DEFORMADAS

Alejandra Aguilar Hernández¹, Gustavo Tolson²

¹ Facultad de Ciencias, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

El método de centro a centro para determinar la distorsión finita de rocas deformadas utiliza la distribución de objetos de una muestra geológica que se encuentra en estado deformado y las distancias entre los centros de objetos que eran vecinos inmediatos en el estado no deformado. La elección de vecinos inmediatos iniciales se hace por inspección visual, lo cual implica una inversión considerable de tiempo.

La teselación Delaunay identifica (de manera matemática) los vecinos inmediatos de cada punto de una población de puntos distribuidos uniformemente. La teselación Delaunay de una población de puntos del estado deformado no coincide necesariamente con la teselación del estado inicial. Sin embargo, aquí reportamos que la teselación del estado deformado registra suficiente información para poder obtener la elipse de distorsión interna.

Trabajamos con poblaciones sintéticas de puntos con propiedades estadísticas comparables a poblaciones obtenidas de materiales geológicos no deformados. A estas poblaciones les aplicamos distorsiones conocidas e investigamos el comportamiento de sus teselaciones Delaunay en función de la distorsión interna. Utilizamos estos datos de poblaciones sintéticas con deformaciones conocidas para calibrar el método de centro a centro a partir de las teselaciones del estado deformado de materiales naturales. Otro resultado de esta investigación indica que el análisis de centro a centro tiende a sobreestimar la distorsión interna.

El método aquí propuesto se ha implementado en un programa para PC con el cual se pueden llevar a cabo el análisis de distorsión de manera automatizada. El programa estará en el dominio público.

GET-21

REVIEW ON DYNAMICS OF GRANITIC ASCENT, TRANSPORTATION AND EMPLACEMENT

Xu Shunshan
UNICIT, UNAM

Magma dynamics is a new overlapping branch highly synthesized by igneous petrology, fluid mechanics, non-equilibrium mechanics and structural geology and mainly deals with mechanisms of magma origin, liquation, ascent and emplacement. In recent years, physical processes which explain how magmas are separated from their source regions, transported long distance and emplaced as large plutons and batholiths have been key issues in debates on the fundamental nature of continental magmatism.

Structural and textural patterns of granitic bodies strongly depend on their emplacement dynamics and regional tectonics (Castro, 1987). There are often spatial and temporal relationships between regional structures and magmatism. The coincidence of granitic plutonism and major transcurrent shear zones has been

recognized for a long time (Hutton and Reeve, 1992; D'Lemos, 1992; Tikoff, 1994; Roig *et al.* 1998). Therefore, structural study of both granitic bodies and host rocks is necessary to understand regional tectonism and pluton emplacement. Deformation plays an important role in determining the location and geometry of a magmatic body. Some granitic intrusions may spatially associated with major strike-slip shear zones. Granites are also emplaced in regions undergoing compression or during an extensional phase (Vigneresse, 1995). The root zones are oriented at a high angle to the direction of maximum compression when magma emplace in a plastic crust, and the roots are aligned with the maximum compression.

Main advancement of granitic ascent and emplacement dynamics is as follows:

About intrusive mechanism, over the last two decades, diapirism has been questioned by more and more geologists. A diapir is only a transitional period of dome structure (Pons and Brun, 1984). Dome, diapir and ballooning are different stages of magma emplacement (Dixon, 1975; Petford, 1993; Lafrance, 1995). Date on the spacing of pluton, volume of intruded magmas, as well as geophysical information on the shape of plutons at depth do not favour a diapiric ascent. Channeling of magma through small conduits is thought more likely. An increasing number of works have suggested that the dominant mechanism of granitic magma ascent is through fractures, either pre-existing faults (Petford *et al.* 1993, 1994) or fractures created by the magma itself (Emmerman and Marrett, 1990). In either case, if the initial dyke is wide enough, and the magma viscosity low enough to prevent freezing, magma transport is quite rapid. In addition, spiral emplacement mechanism have been proposed by many geologists. The concept thinks that magmatic ascent is a spiral movement (Li Dongxu, 1986; Pitch, 1987; Hippert, 1994; Castro, Fernandez 1998).

About faulting and magmatism, since theory of granitization has been proposed by Read (1945), relationship between faulting and granite has been studied thoroughly. In recent years, geologists proposed that shear zone, tensile faults, compressive faults are the places of magma ascent and emplacement (Paterson, 1991; Bonchez, 1992; Wang Deci, 1995). Hutton (1992) insisted that there is spatial relationship between magmatism and large transcurrent faults. Dehls (1998) drew a model for fracture-controlled ascent and emplacement of magma, with space being created for the pluton by vertical displacements on pre-existing fracture sets.

Magma enclave is thought highly of by many geologists (Ci Xiaoguo, 1995). Magmatic enclave can reflect more information at depth. The location of enclave in magma reflect history of magmatic ascent and movement. The ascent velocity of enclave is related magma composition and physical property. So enclave is important to study magma emplacement mechanism.

In addition, Stress is thought as an important factor influencing magma ascent and emplacement. Gravity is not only force driving magma ascent and emplacement. Leake (1991) suggested granitic ascent and emplacement relate to crust movement. Carso (1987) argued that the main factor controlling granitic ascent and emplacement is combination of buoyancy and regional stress. Hogan (1998) explained why different magmas are emplaced in different depths, and why plutons adopt different shapes by magmatic calculate. Magma effect on deformation and metamorphism of wall rocks is attached importance to by many geologists. Subhorizontal strength anisotropy may be the main

reason of emplacement (Hogan et al., 1998), but most geologists argued that magmatism may lead to detachment and extension (Lynch, 1987; Dapais, 1993; Parsons, 1994; Spencer, 1995). Parsons, Thompson (1993) proposed that magmatism influence horizontal stress at least in two aspects: (1) Volume increasing in middle crust and upper crust can reduce tension stress. High pressure magma can cause local compression stress. (2) thermodynamics make it easy to produce rheological deformation.

Room problem of magmatic emplacement is discussed by geologists. During the emplacement of pluton, sufficient space must be created locally for the influx of new magma. This space can be made in a number of ways. Regional deformation may allow lateral wall rock displacement by folding or faulting; The roof of the pluton may be lifted, if it is not too thick. The wall rocks may be fractured, allowing blocks to be stopped and sink into the pluton, a single large block may sink into the underlying magma chamber.

The simulation of magmatic emplacement is also developed swiftly. Numerical simulation has achieved 3-dimensional period. Guglielmo (1993) simulated magma emplacement, local change and structural strain of pre-, syn-, and post-tectonic period by 3-dimensional model. Yoshinobu, Okaya and Paterson (1998) use numerical modeling to study the fault slip rates that enable conductively cooled granite plutons to grow. The results suggested that homogeneous plutons, if created by successive magma batches and not by one magma pulse, require very low rates of heat loss between magma pulses, which indicate that slip rates on faults where space is created for plutons may be very rapid.

Petrology and Geochemistry were mostly concerned in studying magma dynamics before. Recent years, structural researches have been emphasized, being introduced a lot of basic theories and methods of structural geology. The structural mapping method is useful for obtaining structural types of granitic bodies (Castro, 1986, 1987). In addition, many methods are used for studying granitic structure and magma dynamics such as isotopic, porphyroblast of wall rocks, geochronology, strain measurement, Landsat imagery, gravity modelling, microstructure, TEM, magnetic fabric.

References

- Hutton D H W. Granite sheeted complexes: evidence for the dyking ascent mechanism. *Trans Roy Soc Edinb. Earth Sci.*, 1992.
- Nieto-Samaniego, A.F., Ferrari L., Alaniz-Alvarez S A., et al. Variation of Cenozoic extension and volcanism across the southern Sierra Madre Occidental volcanic province, Mexico. *Geological Society of America Bulletin*. 1999, 3:347-363.
- Petford N., Kerr R C., Lister J R. Dike Transport of granitoid magmas. *Geology*, 1993, 21:845-848.
- Paterson S R. The influence of large ductile shear zones on the emplacement and deformation of the Wyangala Batholith, SE Australia. *Journal of structural geology*, 1990, 5/6: 639-650.
- Vigneresse, J L. Control of granite emplacement by regional deformation. *Tectonophysics*, 1995, 249:173-186.

GET-22 CARTEL

RELATIONSHIPS BETWEEN HEAT FLOW AND TECTONIC PROVINCES OF MEXICO

Harris R.N.¹, Fletcher J.M.², Suarez-Vidal F.², Espinosa-Cardena J.M.², Romo-Jones J.M.², Mendoza-Borunda R. y Romero-Espejel H.²

¹ University of Utah, Dept. Geology and Geophysics

² CICESE

The temperature distribution in the lithosphere greatly influences geologic processes and rock properties through its influence on strength of the lithosphere and modes of deformation, depth distribution of earthquakes, concentration and orientation of stresses, metamorphism, density, and crustal magnetism. The thermal state of the lithosphere, in turn, is a manifestation of tectonism, magmatism and sublithospheric flow. As such, thermal processes are a fundamental component to understanding the geodynamic state of the lithosphere and modes of extensional deformation.

While heat flow measurements in northern Mexico are relatively sparse, there are enough measurements to broadly characterize heat flow provinces [e.g., Smith et al., JGR, 1979, pg. 2371-2379]. These values indicate that the Baja peninsula is area of relatively low heat flow (35-52 mW m⁻²), the Gulf Extensional Province (GEP) and the Mexican Basin and Range (MBR) have relatively high heat flow values, both with means of 82 mW m⁻² similar to those from the Southern Basin and Range of the U.S. (82 mW m⁻²) [Sass et al., JGR, 1994, pg. 22,093-22,118]. However, nascent oceanic spreading centers in the GEP form the largest and highest heat flow anomalies in all provinces. The Sierra Madre Occidental has a mean heat flow of 74 mW m⁻², while the Sierra Madre Oriental has a mean heat flow of 55 mW m⁻². Heat flow in the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) ranges from 72-107 mW m⁻². The lowest heat flow (13-39 mW m⁻²) is found in the forearc region of the middle Americas trench. The relatively high heat flow of the GEP and MBR is consistent with geologic estimates of extension. High heat flow in the TMVB is likely related to both Neogene extension and extensive volcanism.

We are preparing to undertake a new campaign of data collection in Mexico to better define heat flow provinces and constrain geodynamic processes that contribute to the observed surface heat flow. These studies will help characterize lithospheric architecture and add insight to the time-space patterns of deformation and volcanism in Mexico.

GET-23 CARTEL

FBF, UN PROGRAMA PARA CONSTRUIR SECCIONES ESTRUCTURALES BALANCEADAS

Juan Contreras
 Depto. de Geología, CICESE
 E-mail: juanc@cicese.mx

Este trabajo presenta una serie de mejoras hechas al programa de cómputo para el modelado directo de deformación por fallamiento en dos dimensiones de Contreras y Suter (1990) y Contreras (1990). Este programa permite modelar el estilo estructural observado en cinturones de pliegues y cabalgaduras. El algoritmo utilizado desplaza el bloque de superior de cabalgaduras de manera

paralela a la traza de la falla. Las fallas tienen una geometría compuesta por segmentos de recta. Por lo tanto, la geometría del estado final deformado está formada por una serie de pliegues acofrados. La función de deformación empleada conserva volumen por lo que el programa puede ser utilizado para construir secciones estructurales balanceadas.

Los cambios hechos al programa son los siguientes: (i) ahora es posible definir regiones con geometría de cuña, (ii) las líneas axiales pueden tener cualquier orientación, (iii) el programa puede modelar erosión y sedimentación sintectónica.

El programa es distribuido gratuitamente bajo una licencia GNU y se encuentra disponible en la siguiente página web <http://www.cicese.mx/~juanc/fbf.html>

Referencias

- Contreras J. Y M. Suter, Kinematic modeling of cross-sectional deformation sequences by computer simulation: *Journal of Geophysical Research*, v. 95, no B13 p. 21,913-21,929, 1990.
- Contreras J., Kinematic modeling of cross-sectional deformation sequences by computer simulation; coding and implementation of the algorithm: *Computer & Geosciences*, v. 17, p. 1197-1217, 1991.

GET-24 CARTEL

USING HIGH-PRECISION GPS TO CONSTRAIN VERTICAL AND HORIZONTAL CRUSTAL MOVEMENT NEAR LAKE CHAPALA, MEXICO

Zarate-Del Valle P.F.¹, C. Demets², W. Hutton², O. Sanchez³
and J. Stock⁴

¹ CUCEI, Universidad de Guadalajara

E-mail: pzarate@ccip.udg.mx

² Geology & Geophysics, UW

³ Instituto de Geofísica, UNAM

⁴ California Institute of Technology

We will review the status of continuous and episodic GPS measurements near Laguna Chapala and their implications for vertical and horizontal crustal movements related to extension within the lake and across the Citala graben just south of the lake. Since 1995, we have made annual GPS measurements in a network of 25 GPS stations in Jalisco, Colima, and Michoacán to study crustal strain accumulation and strain release caused by subduction of the Rivera and Cocos oceanic plates west beneath Mexico's Pacific coast. Following the 9 Oct 1995 M=8 earthquake along the Rivera subduction zone, GPS measurements indicate that sites in Jalisco have moved as much as 200 millimeters in response to post-seismic slip along the Rivera plate subduction fault, with sites close to Laguna Chapala having moved 40-50 millimeters toward the southwest. Displacements due to subduction fault slip are far larger than the expected horizontal rifting rates across the Chapala and Citala grabens, 0-1 mm/yr, thereby illustrating the difficulty in extracting local fault slip from a velocity field that is strongly contaminated by strain from the nearby Rivera subduction fault. GPS measurements from 1999 suggest steady-state interseismic strain accumulation is resuming along the coast, but that transient postseismic slip continues near Laguna Chapala. Assuming that this transient phase ends in the next few years, we will eventually be

able to use GPS to place upper bounds on the cumulative strain across the Chapala and Citala grabens. Determining vertical rates will be extremely challenging and may require decades given the present level of accuracy and expected slow vertical rates.

GGA-01

DOCUMENTACION DE LOS GEOINDICADORES AMBIENTALES EN LA CUENCA Y VASO DE LA PRESA CERRO PRIETO, LINARES, N.L., MEXICO

Hector De Leon Gomez y Francisco Medina Barrera

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

E-mail: hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx

E-mail: fmedina@ccr.dsi.uanl.mx

A través de los años de operación y funcionamiento de la presa Cerro Prieto, desde 1982, se han venido observando que dicha fuente de abastecimiento de agua potable se encuentra en un estado de operación y conservación muy deficiente.

A través de la documentación física de la serie de geoindicadores de impacto ambiental, se pudieron identificar tanto en su cuenca de captación, como en las cercanías de ésta, los siguientes indicadores: las lagunas de oxidación compuestas de todo el drenaje sanitario de los 100,000 habitantes de Linares y sus colonias conurbadas; el basurero municipal que alberga toneladas de desechos de origen doméstico, municipal e industrial. Estos focos de contaminación se localizan en la cuenca y a 3 km de distancia del vaso de la presa. En esta zona se tienen detectados por la SSA/1997 casos de inicios de «cólera» en las localidades de La Petaca y El Diez en sus norias y pozos de abasto; las descargas industriales de la ciudad industrial (óxidos y pinturas) que descargan sobre el río Camacho, afluente del río Pablillo y al vez colector principal de la presa; los derrames de hidrocarburos de la estación de servicio PEMEX del ejido Camacho, la cual derramó más de 40,000 litros de gasolinas, infiltrándose en el acuífero de grietas y poros y contaminando los pozos de abasto del Fraccionamiento Residencial Arboledas del Valle y los pozos de abasto del propio ejido. Además contaminó las aguas del río Camacho; las descargas clandestinas de talleres mecánicos de diversa índole que descargan directamente al colector de drenaje principal; las descargas domésticas de los asentamientos humanos ubicados en el lecho del río Pablillo; las descargas del centro turístico «Cerro Prieto», que se localiza en la margen norte del vaso de la presa; usos del suelo del vaso de la presa para fines agrícolas (pesticidas y fertilizantes) y ganaderos (Nitratos!!); los eventos deportivos oficiales en el vaso en la época de la «Semana Santa» a través de la Motonáutica; banda árida debido a los niveles de almacenamiento tan bajos; las enormes filtraciones (>800 l/s) de la cortina y diques 1 y 2; los deslizamientos de traslación de los diques y promontorios naturales; la aportación de basura en áreas recreativas hacia el vaso; alteración de los niveles freáticos debidos a los cambios extremos de almacenamiento del vaso.

Una vez identificados, clasificados y evaluados en su totalidad los geoindicadores, se elaborarán programas de prevención, remediación y saneamiento para los parámetros de los grupos de geoindicadores que así lo requieran y no sigan impactando el Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Monterrey.

GGA-02

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOFÍSICO EN UN ÁREA DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR UN RELLENO SANITARIO

Daniel Garza-Rocha, Sóstenes Méndez Delgado y Gabriel

Chávez Cabello

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Con la finalidad de determinar los problemas de aspecto geológico, que pudieran presentarse en la construcción de un Relleno Sanitario, para la Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales, en el Municipio de Salinas Victoria, Nuevo León, se realizaron estudios de Geología Superficial y Geofísica Somera con los objetivos de ubicar el nivel freático, la profundidad a la roca firme y determinar la presencia de fallas o fracturas en la formación Méndez (Lutitas). En el área de estudio no fue posible observar el contacto entre los sedimentos aluviales con las lutitas de la Formación Méndez, sin embargo, con la técnica de Refracción Sísmica se estimaron espesores entre 15 y 29 metros del material aluvial. Otro punto importante es que con el estudio Sísmico se observó un cambio en el relieve del contacto sedimentos aluviales con la roca del basamento (Formación Méndez).

Con base en la hidrogeología realizada en el área y en mediciones de conductividad eléctrica aparente (método electromagnético) se logró estimar la profundidad del nivel freático.

Los resultados obtenidos con Geofísica y Geología fueron corroborados mediante tres perforaciones realizadas en el área.

GGA-03

DETERMINACION DE CONTAMINACION AMBIENTAL EN AREAS DE DUCTOS POR MEDIO DE TERMOMETRIA

Sergiy Sadovnychiy, Igor Bulgakov, Juan Manuel Lopez C. y

Juan Carlos Valadez Perez

Gerencia de Tecnologia de Produccion, IMP

El problema de protección ambiental en el área de ductos de gas y petróleo en México, país que cuenta con más de 50,000Km. de ductos, es muy importante. La industria de la tubería ha hecho un trabajo óptimo en diseñar, construir, y operar dichas tuberías para asegurar que su operación proporcione la seguridad e integridad del público así como del mismo ducto.

Pero así como cualquier sistema técnico, las propiedades de las tuberías pueden alterarse o perderse con el transporte de material o con el paso de los años; preocupación que se ve acrecentada dado que muchas de ellas se instalaron entre los años 1950 a 1960. [1]

Para poder reducir las pérdidas es necesario efectuar una inspección periódica, dando a conocer los daños a fases tempranas de evolución. Existen diversos métodos para la detección de fugas en ductos, entre los más usados son: El de balance volumétrico y el de balance de fluido. La ventaja que presentan cualquiera de estos es la detección inmediata de la fuga. La desventaja es que en ambos solo es posible detectar fugas mayores de 1.25; 1.5% del fluido, aproximadamente (25 litros por minuto). Una fuga con un diámetro de 0.8 mm en un ducto con presión de 20 atmósferas causa una pérdida de 1,5 litros/minuto (pérdida menor a la sensibilidad de los

métodos). Que equivalen a 100 toneladas de petróleo en un lapso de 2 meses (tiempo aproximado para que el petróleo emerja a la superficie considerando una profundidad promedio del ducto). Por esta razón es necesario usar métodos alternativos para la detección de fugas.

El método que proponemos es por medio de termometría con ayuda de cámaras de bandas infrarrojas y vídeo. La oportunidad de inspección utilizando este, se basa en la segunda ley de JOULE, debido a que bajo la presión con la que se fuga el petróleo, una parte del producto pasa de un estado líquido a un estado gaseoso. Como resultado la temperatura ambiente se reduce en el lugar de la fuga. Por lo tanto, alrededor del lugar de la fuga (sobre la superficie del terreno) se formaran sitios locales con menor temperatura, las cuales podrán registrarse por el equipo infrarrojo. Un efecto similar se tendría en las tuberías de gas.

El modelo matemático de transferencia de temperatura o diferencia térmica entre el área de fuga y la superficie ambiental, es posible presentar según la siguiente función:

$$Tr = F(e, T_n, T_o, a, R_{at}, S, Lat, Ltr, H)$$

donde: T_n temperatura de pared del ducto (K);

T_o - temperatura del tierra en la profundidad del ducto (K);

e - coeficiente de radiación térmica;

a - coeficiente de traspaso del color de superficie de la tierra ($Wt/m^2 \cdot K$)

Ltr - conductividad térmica de la tierra ($Wt/m \cdot K$);

Lat - conductividad térmica de aislación térmica ($Wt/m \cdot K$);

H - distancia entre eje del ducto y superficie (m);

R - radio exterior del ducto (sin aislación térmica) (m);

R_{at} - radio exterior del ducto con aislación térmica (m);

S - grosor de aislación térmica (m).

Para un ducto con diámetro de 0.5m con aislación térmica utilizando cinta de betún de 2mm, con una profundidad de 1.5m y con una diferencia de temperatura de 3°K, la diferencia de la temperatura en la superficie será de 0.3°K. Dicho valor es suficiente, para ser detectado con ayuda de la cámara infrarroja, que tiene una sensibilidad de 0.1°K.

El artículo presentará el modelo matemático para el cálculo de transferencia de temperatura vía la distancia sobre la fuga.

Las anomalías térmicas determinadas no siempre se asocian con un defecto, dado que estas pueden formarse por medio de anomalías de temperaturas ambientales, y esto puede ser causa de falsas alarmas. Por lo que es necesario complementar con equipo de vídeo[3], para minimizar las probables causas de las falsas alarmas y reducir el tiempo de inspección.

Además, en el presente artículo se presentarán los resultados de la inspección de ductos un Rusia, que muestran la efectividad de este método. [4]

En conclusión, podemos decir que se cuentan con las bases teóricas para detectar la contaminación del ambiente en áreas de ductos por medio de equipo infrarrojo.

1. Joseph C. Caldwell. The state of pipeline safety in the US. Proceedings of the Pipeline Reliability Conference, Houston, USA. 1996.
2. Geocological inspection of oil industrial enterprises. Edited by V.A. Shevnin and I.N. Modin, RUSO, Moscow, 1999.
3. Aleev R.M., Ovsiannicov V.A., Chepurskiy V.N. Equipo infrarrojo a bordo para inspección de ductos del petróleo. Moscu, 1995.
4. R.B. Kulkarni and J.E. Conroy. Development of a pipeline inspection and maintenance optimization system (phase I). Final Report GRI, Chicago, Illinois, No.38, 1991.

GGA-04

OBSERVACIONES EXPERIMENTALES Y DE CAMPO SOBRE LA LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS DERIVADOS DE JALES HISTÓRICOS DE LA MINA MONTE SAN NICOLAS, GTO: IMPLICACIONES AMBIENTALES

Carrillo-Chavez Alejandro¹, Oelsner Gretchen², Drever James², Morton Ofelia³ y Hernandez Elizabeth³

¹ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

² Depto. de Geología y Geofísica, Universidad de Wyoming

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Resultados preliminares de experimentos de la celda húmeda (ECH) y de experimentos de lixiviación en columnas son comparados con resultados de muestras de lixiviados naturales tomadas en campo en los jales históricos de la mina Monte San Nicolás, Guanajuato. Esto se hace con el objetivo de evaluar el potencial de contaminación de metales pesados al agua y suelo de la cuenca de San Nicolás-Presa de Mata. Los jales históricos se encuentran localizados al noreste de la ciudad de Guanajuato y en la parte superior de la cuenca San Nicolás-Presa de Mata. Las pilas de jales fallaron y se erosionaron significativamente (aproximadamente un 15 % del total) durante una excepcional temporada de lluvias muy intensas hace unos 40 años. Como resultado de esto, una capa mas o menos continua de 5 a 10 cm de espesor de material de los jales se depositó entre los sedimentos aluviales de la planicie de la Presa de Mata, a unos 5 km aguas abajo de los jales. Los resultados de 10 semanas de ECH en jales indican que los sólidos disueltos totales (SDT) en los lixiviados se incrementan hacia la cuarta semana, y empiezan a disminuir hasta la semana número 9. Los principales elementos en los lixiviados son: Ti, Mn, Fe, and Se. Se tomaron 19 muestras de agua en el campo inmediatamente después de una de las primeras tormentas de la temporada (junio/2000) y otras 25 a mediados de agosto, durante el pico de la temporada de lluvias.

Las primeras muestras se asume que representan los primeros lixiviados de la temporada. Los resultados indican que estos lixiviados naturales tiene ligeramente menor SDT y menores concentraciones de Ti, Mn, Fe, As y Se que los lixiviados de los ECH. Esta diferencia es lo que se esperaría puesto que los ECH aceleran el proceso de intemperismo y lixiviación. Se están

desarrollando también experimentos de lixiviación en columnas con material de los jales y sedimentos. También se están desarrollando extracciones secuenciales en jales y sedimentos para determinar la disponibilidad y movilidad de los metales detectados. Los ECH se desarrollarán por otras diez semanas. La combinación de resultados de laboratorio y de muestras de campo provee información básica sobre los controles geoquímicos de los metales y su potencial de liberación al medio ambiente.

GGA-05

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA DE LAS PRESAS DE JALES DE LA MINA DE ZACUALPAN, MEXICO

Bocanegra Gerardo y Carrillo-Chavez Alejandro
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Se combinan métodos geofísicos y geoquímicos para caracterizar la movilidad de metales pesados en las presas de jales activas de la mina de Zacualpan, Estado de México. Esta mina esta localizada en una región montañosa a unos 164 km al suroeste de la ciudad de México. El clima de la región es templado y semi-lluvioso. El área donde se localiza la mina drena hacia el Río Ayotusco y eventualmente hacia al Río Balsas, principal río de la parte central-pacífico de México. La mina de Zacualpan explota sulfuros de Ag, Pb y Zn en vetas de cuarzo encajonadas por rocas metamórficas. Actualmente, existen dos presas de jales, una casi siempre seca y la otra parcialmente saturada. El volumen combinado acumulado es de unas 400,000 toneladas de jales. Se muestreo agua del interior de la mina y de algunos manantiales cercanos a la mina. Las concentraciones de metales en los manantiales aguas arriba de la mina se consideran como valores de fondo. También se muestrearon lixiviados de las presas de jales y los resultados de los análisis se comparan con los valores de fondo. Se realizaron 2 sondeos eléctricos verticales perpendiculares con abertura máxima $AB/2 = 100$ m, y 8 sondeos azimutales con abertura de $AB/3 = 1$ m. Se detectaron tres capas internas en los jales: a) zona no saturada; b) zona saturada; y c) basamento. Las zonas no saturada y saturada presentan capas con alta anisotropía en diferentes direcciones y a diferentes profundidades. Se han instalado 5 nidos de piezómetros en diferentes partes de las presas de jales. También se están desarrollando experimentos de lixiviación en columnas. La combinación de resultados de laboratorio, y de geofísica y geoquímica de campo ayuda a caracterizar la movilidad de metales en esta tipo de yacimiento mineral y en esas condiciones climáticas.

GGA-06

METODOLOGÍA PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS

Maciel-Flores Roberto
CUCBA, Universidad de Guadalajara

Los desastres ocurridos en el Estado de Jalisco y otras partes del mundo, por causas naturales y por intervención del hombre, así como la presencia de enfermedades infecciosas asociada a residuos y sustancias peligrosas, consideradas como una de las causas de muerte en el mundo, han motivado investigaciones de áreas diversas como es de ciencias naturales y de salud, realicen estudios, como el presente, sobre la asociación de La salud de los ecosistemas, como un parámetro ambiental de la salud humana.

El estudio presentado, analizan a los Bancos de Material Geológico (BMG), como una de las actividades antropogénicas, que más alteran a un ecosistema y en consecuencia la salud de la población. Se selecciono este tema debido al creciente número de BMG, en las inmediaciones de centros en desarrollo, como es la Metrópoli de Guadalajara, y, por los antecedentes de que la mayoría, los BMG en antaño tuvieron un mal manejo ambiental, y en consecuencia representan un riesgo para la Salud Ambiental, porque a su termino, se generaron zonas inestables (con derrumbes o una topografía irregular) y se ha permitido dentro de, ó en zonas adyacentes, la creación de basureros o viviendas.

Para tener una idea de la dimensión del problema, entre 1995 a 1997, época en que por la economía del país y la construcción no demandando un gran volumen de material, se trabajaron 76 BMG, que ocupan aproximado 520.32 Has. De 1980 a 1995, se estima que los BMG requirieron mas de 3,000 Has. Para evitar que esta superficie quede inhabilitada, urge desarrollar dos acciones: a) promover la restauración o rehabilitación de BMG para minimizar zonas de riesgo en zonas urbanas y b) impedir que estos se conviertan en basureros.

A partir de este estudio se desarrolla una metodología que ofrece una solución para restaurar BMG, antiguos o nuevos y contribuir a evitar, o minimizar, problemas de salud e impacto ambiental, así como, peligros derivados de estos proyectos. Su implementación requiere: Un diagnostico ambiental, para BMG antiguos; Estudio de impacto ambiental para BMG nuevos; Aplicación de medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos; Revisión y planeación del uso del suelo y Modelación de la morfología del lugar para integrarlo a un uso productivo, posterior al aprovechamiento. Esta metodología incluye el estudio de los peligros naturales en la localidad, para definir las obras y acciones necesarias para minimizar tanto la vulnerabilidad de la población, presente o futura, así como sus riesgos.

Los basureros creados en los BMG, han generado problemas de salud ambiental, directos e indirectos, sobre todo en aquellos en que se permitió, al termino de su relleno, la construcción de habitaciones. Actualmente se presentan: Problemas sociales; Emisión de lixiviados y gases (metano); Hundimientos (en habitaciones construidas sobre basureros); Inundaciones; Deslizamientos; Cambio de uso y valor del suelo; Impacto al paisaje; Desarmonías; Degradación de la calidad de vida salud e higiene; Corrosión de estructuras; Concentración de fuentes de contaminación microbiana, que han generado diversas enfermedades infecciosas, pulmonares, intestinales, septicemia, deficiencias de la nutrición, de la piel y del tejido celular subcutáneo; de ojos y sus anexos y de vías urinarias.

Como estudio de caso se aplica esta metodología, en un BMG, en el cual se crea un proyecto de abandono a desarrollar en casi 20 años, el proyecto es acorde con las necesidades ambientales específicas del lugar y de financiamiento de los propietarios. El proyecto, considerando parámetros como: Aspecto social; Restauración morfológica; Conducción apropiada del agua; Reincorporación de suelo, Vegetación y Regreso de fauna al predio. El proyecto de abandono contempla dejar el terreno apto para áreas verdes, estacionamientos, parque publico, almacenes y zona habitacional. Se obtuvo su aprobación por parte de los promoventes y autoridades involucradas. Con esta aplicación, se demuestra que es factible hacer el aprovechamiento sustentable de la roca como recurso natural y tener un uso de suelo productivo posterior a la explotación, que satisfagan las necesidades de la sociedad sin

menoscabo de la calidad de la salud ambiental y sin una afectación al patrimonio de los futuros propietarios de los terrenos donde se desarrolle un BMG.

Así como fue factible desarrollar un proyecto de abandono para restaurar el BMG tomado como estudio de caso, se estima que en otros BMG, se pueden revertir los daños a ecosistemas alterados, mediante proyectos que permitan una nueva fase de aprovechamiento con tendencias a la restauración biológica, mecánica, este tipo de proyectos deben de tener la finalidad de minimizar, los impactos adversos causados en antaño al ecosistema, los riesgos a la salud y a la calidad de vida. Aún cuando lo óptimo por costos y ambientalmente, es realizar el aprovechamiento de un BMG siguiendo un proyecto de abandono previamente desarrollado, que considere que al final el predio se deje apto para su aprovechamiento (agrícola, forestal, urbano, etc.).

GGA-07

ANÁLISIS DEL ENTORNO NATURAL DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO: UN ENFOQUE DE GEOLOGÍA URBANA

Mitre Salazar Luis Miguel, Martínez Reyes Juventino y Arzate Flores Jorge Arturo
UNICIT, UNAM

La ciudad de Querétaro capital del Estado del mismo nombre se ha caracterizado en los últimos años por un crecimiento poblacional considerable si se le compara con el de otras ciudades mexicanas, lo cual ha traído como consecuencia directa una serie de modificaciones importantes al entorno natural.

En este trabajo se analiza la problemática que este crecimiento ha tenido sobre el medio natural, desde un enfoque de la Geología Urbana, poniendo énfasis en las características morfoestructurales del paisaje natural y como éstas en determinadas circunstancias han sido factores limitantes del desarrollo urbano y en otras han sido seriamente afectadas por las actividades antrópicas en detrimento del desarrollo sustentable esperado para esta urbe e incorporando riesgos potenciales para la población y sus bienes.

En Querétaro, como en otras ciudades mexicanas el desarrollo urbano basado en una planeación armónica con el medio natural ha estado ausente a pesar de los esfuerzos que se han venido realizando mediante la elaboración de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, tanto municipales como delegacionales, siendo en la actualidad completamente obsoletos e inoperantes.

En dichos planes se manifiesta explícitamente la intención de establecer un proceso de desarrollo territorial estructurado y equilibrado mediante la regulación de los usos del suelo, la definición de directrices a seguir en materia de estructura e infraestructura urbana así como en protección e impacto al medio ambiente y riesgos urbanos. Sin embargo, el ritmo acelerado del crecimiento de la zona urbana entre otros factores, ha impedido que se alcancen dichos objetivos, en detrimento del medio y poniendo en riesgo evidente que se pudiera alcanzar el desarrollo sustentable en esta urbe.

Un ejemplo y reflejo de lo anterior se manifiesta por el crecimiento de las nuevas zonas habitacionales las cuales prácticamente han ahogado a las zonas industriales, anteriormente diseñadas para estar alejadas de las primeras, tanto por cuestiones de ordenamiento como por seguridad.

De esta manera, la distribución actual de los diferentes componentes urbanos es desordenada, incorporando con ello, una problemática en la distribución de los servicios básicos y aumentando el riesgo potencial a la población por algún desastre derivado de la industria.

El cambio de uso de suelo, de zonas favorables para la agricultura a zonas para uso urbano se ha hecho a un ritmo considerable, provocando serios problemas de erosión y degradación del suelo.

El paisaje natural en términos generales muestra alteraciones importantes y en ocasiones ha sido seriamente modificado por la presencia de numerosas canteras de explotación tanto de material pétreo como arenoso para resolver la enorme demanda de material para la creciente industria de la construcción, ocupada principalmente en la vivienda de interés social.

En estos casos, adicionalmente al impacto ambiental que produce este tipo de obras los ecosistemas, cuando son abandonadas son el lugar «idóneo» para la disposición clandestina de basura, convirtiéndose en un foco potencial para la contaminación del suelo y de los mantos acuíferos. De igual manera, las canteras constituyen una de las fuentes más importantes para la contaminación del aire.

El medio natural actualmente esta soportando las presiones tanto de los cambios de uso del suelo, como de la extracción de agua para satisfacer las demandas cada día mayores de la creciente población y de la industria.

En este último caso, ya es manifiesto el desequilibrio que se ha tenido de manera que se ha producido una sobre explotación de los mantos acuíferos, forzando con ello a las autoridades competentes a encontrar fuentes alternas para el abastecimiento del vital líquido a la población.

Es evidente de lo anterior que la capacidad de carga que esta región tenía era mucho menor que la demanda por parte de las actividades antrópicas impuestas durante los últimos años. Adicionalmente a la limitación para disponer de un mayor caudal de agua subterránea, se han manifestado en el entorno urbano de Querétaro los efectos de esta sobre explotación por varios sitios donde la subsidencia es por demás evidente.

La ciudad de Querétaro está ubicada dentro de la Provincia Geológica de la Faja Volcánica Transmexicana, caracterizada por un relieve mixto de naturaleza volcánica y pequeñas cuencas sedimentarias con influencia volcanoclástica.

Hacia la parte meridional de la ciudad, el paisaje está dominado por el volcán el Cimatarío, cuyos productos eruptivos se extienden hacia el norte hasta la parte urbana y al SW en los alrededores de La Negreta, se confunden con derrames andesítico-basálticos más antiguos.

Al Este y Norte inmediato de la ciudad, el paisaje esta conformado por una serie de mesas compuestas por sedimentos terrígenos, lacustres y tobaceos coronados por basaltos, más o menos planas, cortadas por arroyos según una dirección preferencialmente E-W. Estas mesas que en su extremo occidental se muestran tabulares, terminan al Este de la ciudad en forma puntiaguda, conformando mesetas triangulares, el límite de este paisaje se ubica a lo largo de una línea imaginaria entre el Salitre y San José El Alto. La altura máxima promedio alcanza los 2000 m.s.n.m.

Inmediatamente al norte de esta línea, el paisaje esta compuesto por mesetas morfológicamente similares a las anteriores, pero compuestas por una mayor predominancia de tobas y en mucho menor cantidad por sedimentos lacustres y terrígenos, coronadas por basaltos; estas mesetas son menos definidas en sus rasgos, y combinadas con la presencia de conos volcánicos en la parte superior, y disectados por un drenaje esencialmente orientado según una dirección similar a la anterior, es decir, E-W. Este elemento paisajístico, termina en su parte norte a la altura de Santa Rosa Jaúregui. La altura de las mesas por lo general es superior a los 2000 m.s.n.m., rebasando los 2300 m.s.n.m. los conos volcánicos más elevados.

La parte occidental de la ciudad de Querétaro se caracteriza por un paisaje volcánico típico de esta provincia geológica, pudiendo destacar algunas diferencias en su parte septentrional y meridional.

En la primera, practicamente todo el espacio esta conformado por amplios lomeríos constituidos por derrames volcánicos andesítico-basálticos, destacando en el paisaje las formas cónicas de algunos aparatos volcánicos, llama la atención en esta región la alineación de algunos de estos conos, sugiriendo un origen asociado directamente a la presencia de alguna fractura, las direcciones sobre las cuales se alinean estos elementos son sensiblemente E-W y NE-SW. Las altura de las lomas es superior a los 2000 m.s.n.m. en tanto que los conos volcánicos superan los 2700 m.s.n.m. En algunos casos, hacia la parte oriental de esta región es posible observar unidades continentales subyaciendo a los derrames lávicos.

La segunda esta limitada por una línea que une a las poblaciones de Ixtla El Bajo con Tlacote El Bajo, y en su parte oriental el paisaje esta conformado por una amplia meseta rectangular, orientada sensiblemente N-S, constituida por sedimentos lacustres, terrígenos y tobáceos, sobre los cuales descansan una secuencia basáltica, la cual corona la mesa, con alturas máximas de 2000 m.s.n.m.; la parte occidental esta marcada por un escalón estructural correspondiente con una falla, destacando en su parte septentrional elementos volcánicos (lomeríos de derrame y conos), con elevaciones hasta 2100 m.s.n.m. y mesas coronadas por basaltos en su extremo meridional, a una altura promedio de 1800 m.s.n.m.

La ciudad de Querétaro, propiamente dicha ocupa las partes más bajas de esta región, con una elevación promedio de 1750 m.s.n.m., y esta sentada sobre un relleno sedimentario reciente que cubre a los productos volcánicos y lacustres más antiguos, que afloran en las parte más altas que rodean el valle.

La parte más antigua de la ciudad, esta protegida al Este, por las mesetas basálticas orientales y por los derrames del Cimatario al Sur, formando un rectángulo con la presencia de tres elementos morfológicos de origen volcánico, correspondiendo con derrames andesítico-basálticos entre los cuales destaca el célebre Cerro de Las Campanas de importancia histórica. Hacia el Este, el paisaje es dominado por un valle, hasta encontrar el elemento morfológico de las mesetas de Tlacote. De esta manera, el valle correspondería aparentemente a una fosa tectónica orientada N20°W y limitada en sus bordes oriental y occidental por las mesetas volcánicas, y su límite meridional correspondería con los derrames volcánicos del Cimatario, en tanto que su límite norte serían los elementos volcánicos septentrionales.

Dentro de esta planicie y hacia su parte meridional se observan algunos cerros aislados similares a los que se encuentran en la parte centro oriental, de composición andesítica emergiendo del valle por la presencia de algunas fallas.

El paisaje antes descrito, si bien puede ser diferenciado por su morfología puede también individualizarse por sus características litológicas, por un desarrollo distinto en la red de drenaje y por algunas características estructurales.

Las fronteras entre los paisajes naturales reconocidos por lo general corresponden con sistemas de fallas, con dos direcciones preferenciales, resultados preliminares del levantamiento gravimétrico confirman lo anterior.

El primer sistema de fallas muestra en general una orientación N-S y es responsable de la formación de la fosa tectónica de Querétaro y de los escalonamientos que se observan en las mesas occidentales.

Los límites de la fosa de Querétaro son:

Al oriente una falla que va desde el flanco oriental del Cimatario hasta el poblado de San Pedrito el Alto, mostrando una interrupción por una falla del segundo sistema (E-W). Un poco más al W, existe una segunda falla orientada también N-S, que corre prácticamente paralela a la carretera Querétaro- San Luis Potosí y que se extiende desde la colonia Los Olvera en el sur, hasta los alrededores de Santa Rosa de Jaúregui en el norte.

Al poniente una falla con una traza más o menos continua, con dirección N-S, desde el poblado de Balvanera en su extremo meridional hasta el poblado de Mompani en su límite septentrional. Al oeste de esta falla existe otra de igual dirección, aunque ligeramente convexa hacia el Este desde el poblado de Marroquin en el Sur hasta Ixtla El Bajo en el norte.

La naturaleza diversa del paisaje natural de esta zona responde directamente a factores de carácter litológico y estructural, como procesos internos y a un modelaje general por los procesos externos, dominados principalmente por efectos eólicos e hidráulicos.

Desde el punto de vista estructural existen rasgos por demás evidentes que corresponden con sistemas de fallas y fracturas que afectan a casi todas las unidades presentes en la región excepción hecha con los sedimentos del relleno del valle de Querétaro. En algunos casos las fallas ubican los límites entre las diversas unidades morfológicas reconocidas, aportando por una parte información para entender la evolución tectónica de la región, y por la otra para poder entender la diferenciación del paisaje natural.

De esta manera se pudieron reconocer diversos bloques, delimitados por fallas de tipo normal, que corresponden a dos sistemas cuyas orientaciones dominantes son N-S y E-W.

El análisis individual de cada uno de estos bloques por su diferente naturaleza litológica, por su expresión morfológica, por el arreglo estructural que presenta es de suma importancia para poder evaluar la vulnerabilidad y peligro que pudieran presentar para las diversas actividades antrópicas y al mismo tiempo se puede evaluar el grado de presión que cada uno de estos bloques esta soportando por el desarrollo urbano.

Tomando en cuenta lo anterior es de suponerse que debido a estas diferencias naturales, cada uno de ellos deberá responder de manera distinta, considerando la capacidad de carga de cada uno de ellos como respuesta a la demanda de recursos y de uso de suelo tan diverso como es el caso de la Ciudad de Querétaro.

La vulnerabilidad natural que presenta el entorno natural del área estudiada se restringe a los cambios de uso de suelo que se han venido sucediendo en los últimos años, y tiene mucho que ver con el grado de preparación que se ha tenido para armonizar el desarrollo urbano con las condiciones y vocación natural del área.

En este aspecto se debe insistir en que este proceso ha estado ausente, trayendo como consecuencia directa en algunos casos el desequilibrio entre los factores natural y antrópico, caracterizando la región como muy alterada desde el punto de vista ambiental.

Según las tendencias demográficas actuales y movimientos migratorios puede considerarse que la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro rebasará el millón de habitantes al año 2000, con una tasa de crecimiento de 6.7% medio anual, por lo tanto es urgente que se tomen las medidas adecuadas para corregir las tendencias actuales del crecimiento urbano y que este se lleve a cabo con estricto apego con la capacidad de carga que ofrece el medio natural, de lo contrario, los problemas que se presentarán en esta urbe en los próximos años tendrán consecuencias graves e irreversibles.

GGA-08

UN INVENTARIO DE LOS PELIGROS NATURALES QUE AFECTAN EL ESTADO DE SONORA

Minjarez Sosa Jose Ismael¹ y Villa Teran Alberto²

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora

² Unidad Estatal de Protección Civil

El Estado de Sonora se localiza en la porción Noroeste de la República Mexicana y dada su ubicación geográfica especial, es propenso a muy diversos peligros naturales, algunas veces difíciles de comprender por el contraste que se presenta entre ellos mismos.

Dentro de los agentes perturbadores de origen meteorológico que más destacan, debido a su frecuente incidencia y a los importantes daños humanos y materiales que causan, son los huracanes, que en los últimos 60 años, 24 han tocado tierra. De acuerdo a lo anterior, a Sonora le corresponde el 9% del peligro de impacto por este tipo de meteoros del total del Pacífico Mexicano. El Sur de la Entidad ha recibido el 70% del total de los ciclones, siendo los municipios de Huatabampo, Navojoa, Cajeme, Etchojoa, Benito Juárez, Alamos, BÁCUM, Empalme, San Ignacio Río Muerto y Guaymas, los que más expuestos a este peligro, y en menor medida Hermosillo, Magdalena, Caborca, Puerto Peñasco y Santa Ana. Una de las mayores consecuencias que provocan los fenómenos meteorológicos son las inundaciones, correspondiéndole al Estado el 9.7% de todas las inundaciones fluviales del País. Se acusa una mayor incidencia relativa a las inundaciones por avenida extraordinaria. Por otra parte en los últimos 40 años, 21 municipios han registrado inundaciones pluviales, con un promedio anual de 0.44 localidades afectadas (período de retorno de casi 2 años). Debido a sus características geomorfológicas son vulnerables a este tipo de inundaciones todos los municipios costeros, así como, Nogales, Agua Prieta, Naco, Alamos, Magdalena, Santa Ana y las localidades asentadas en la cercanía de los ríos Sonora, San Miguel

y el Yaqui. En lo que respecta a inundaciones debido a mareas de tormenta se encuentran expuestas las localidades de Empalme, Guaymas, Puerto Peñasco y Yavaros.

En contraste a lo anterior en la Entidad se han identificado 70,093 Km² con sequía permanente, ubicadas hacia la porción costera, representando el 12% del total de los municipios y el 38% en razón de la superficie del territorio sonorense.

Otro peligro natural para los habitantes de Sonora, son los de origen geológico, sobre todo los sismos, siendo posible agruparlos de acuerdo a su origen en dos zonas: los relacionados con el Sistema de fallas de San Andrés, que tiene como zona de influencia los municipios colindantes con el litoral Sonorense: Huatabampo, Navojoa, Cajeme, Guaymas, Empalme, Hermosillo, haciéndose énfasis en las localidades de San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco; la otra se ubica en la parte Noreste, en los municipios cercanos a la Falla de Pitaycachi, sobre todo los poblados de Bavispe, Fronteras, Esqueda, Agua Prieta y Granados.

Otros fenómenos geológicos que inciden en el Estado, de acuerdo a sus condiciones geológicas y topográficas, son los deslizamientos y movimientos de suelos. Las zonas más afectadas en cuanto a derrumbes y movimientos de masa son: Guaymas, Nogales, Hermosillo, Naco, Naco, Naco y Cananea. Colapsos de suelo han sido reportados en Hermosillo, Empalme y Caborca.

GGA-09

MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y RESTAURACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

S. Manzo, A. Torres, J.A. Avalos, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando
CIIDIR, IPN, Michoacán

No existe en México un inventario de sitios contaminados con hidrocarburos (HC), ni programa de evaluación de riesgos de estos sitios. La contaminación del suelo y del agua subterránea asociada a los hidrocarburos es la más común en nuestro país, sin embargo no existen programas ni procedimientos de restauración de sitios contaminados.

Con esta propuesta se busca desarrollar un modelo de simulación matemática utilizando algoritmos computacionales para cribar sitios con suelo contaminado, utilizando SSL específicos, con la finalidad de seleccionar sitios sujetos a estudios de evaluación de riesgos y restauración en forma rápida y económica y diseñar un modelo de selección de tecnologías de restauración en sitios contaminados con HC. Adicionalmente se modificará y aplicará una metodología de evaluación de riesgos al ambiente y a la salud NAS-EPA para su utilización en México.

La zona de estudio abarca el estado de Michoacán el cual cuenta con una superficie total de 59,864 km². El universo de estudio esta constituido por noventa y cinco estaciones de servicio las cuales corresponden, aproximadamente, al 50% del total de estos establecimientos ubicados en el estado (el total de gasolineras es de 186).

Actualmente se ha realizado la fase de investigación preliminar en las 95 estaciones de servicio, lo que nos ha permitido observar fugas de combustible en diferentes puntos, falta de mantenimiento general, desuso de los codos de descarga, tierra física inadecuada, uso de materiales inadecuados, entre otros.

Al finalizar el estudio se contará con un inventario de los riesgos presentes en estaciones de servicio que han contaminado el suelo y el agua subterránea en el estado de Michoacán, adicionalmente se establecerán estrategias de restauración para las gasolineras afectadas, en el caso de que resulten contaminadas. Los resultados que se obtengan podrían ser aplicados en el resto del país.

GGA-10

MODELO DE CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

J.A. Avalos, A. Torres, S. Manzo, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando
CIIDIR, IPN, Michoacán

Nuestro país carece de un inventario de sitios contaminados con hidrocarburos (HC), y además carece además de un programa de caracterización de estos sitios. La contaminación del suelo y del agua subterránea asociada a los hidrocarburos, es la más común en la República Mexicana, sin embargo no existen programas ni procedimientos de restauración de sitios contaminados.

Esta investigación busca establecer un modelo de simulación matemática utilizando algoritmos computacionales para predecir en forma rápida y económica el comportamiento de los H.C., en un sitio contaminado con gasolina y diesel; este modelo se utilizaría además como una poderosa herramienta que permita aplicar medidas urgentes en caso de derrames accidentales aislando o neutralizando la mancha de contaminantes. Asimismo se desarrollaría modelos de caracterización de sitios contaminados con HC y se diseñarían matrices de cribado de tecnologías de caracterización y restauración guías de aplicación para sitios contaminados con HC.

Actualmente se ha realizado la fase de investigación preliminar en las 95 estaciones de servicio, lo que nos ha permitido observar fugas de combustible en diferentes puntos, falta de mantenimiento general, desuso de los codos de descarga, tierra física inadecuada, uso de materiales inadecuados, entre otros.

Al finalizar el estudio se contará con un inventario de estaciones de servicio, que han contaminado el suelo y el agua subterránea en el estado de Michoacán, adicionalmente se establecerán estrategias de restauración para el 51% de las Estaciones de Servicio del estado, en el caso de que resulten contaminadas. Elementos indispensables para definir las políticas de control y restauración de sitio contaminados con HC en Michoacán.

GGA-11

IDENTIFICACIÓN DE VARIACIONES ESTRATIGRÁFICAS EN DEPÓSITOS RECIENTES UTILIZANDO EL RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE

Carreón Freyre Dora Celia, Kouzoub Nikolai y Salas Solis Federico

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Se evalúa la capacidad de detección del Radar de Penetración Terrestre (RPT) para fines estratigráficos en secuencias alternantes de arcillas, arenas y cenizas volcánicas, comunes en varias cuencas fluviales y volcano-lacustres del país. Se presentan los primeros resultados de una serie de levantamientos llevados a cabo en algunas localidades de México, Querétaro y Nuevo León. Además, se menciona el procesamiento de datos que se considera mas adecuado para enfatizar las variaciones estratigráficas de un perfil de suelo sin disturbar la señal recibida.

Para este trabajo se efectuó un análisis de las condiciones de detección del RPT en medios con una estructura geológica conocida, con el fin de identificar la respuesta de las ondas electromagnéticas al propagarse en medios anisótropos y reflejarse en diversos tipos de discontinuidades geológicas, generalmente asociadas a discontinuidades eléctricas. Las secciones radar fueron levantadas con diferentes frecuencias y con dos radares diferentes; con el ZOND 12c se utilizaron las antenas de 300 y 900 MHz y 2 GHz, y con el RAMAC/GPR se utilizaron las antenas de 100 y 200 MHz.

La ventaja principal que ofrece este método de prospección radica en la posibilidad de realizar perfiles continuos del subsuelo hasta de 20 m de profundidad, dependiendo de las propiedades eléctricas de los materiales geológicos. Además, en medios granulares y con las frecuencias utilizadas por el RPT (de algunas decenas de Megahertz a algunas unidades de Gigahertz) la propagación y reflexión de las ondas electromagnéticas depende en gran parte del contenido de agua y de la salinidad de la misma, así como de las características texturales y mineralógicas de la fase sólida. Estudios recientes demuestran que es posible establecer una relación directa entre las propiedades eléctricas de materiales arcillosos con algunas de sus propiedades físicas y mecánicas.

GGA-12

EL PELIGRO DE INUNDACIONES EN UN CENTRO HABITADO: EL CASO DE LA CIUDAD DE MORELIA, MICH., MÉXICO

Arreygue-Rocha E.¹, Garduño-Monroy V.H.¹, Canuti P.², e Iotti A.²

¹ IIM, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo
E-mail: arrocha@zeus.ccu.umich.mx

² Università degli Studi di Firenze, Italia

Todo desarrollo urbano necesita de nuevas áreas, esta necesidad está ligada a la interacción de diversos factores socio-económicos. Uno de los factores que está comprometido con el crecimiento urbano de un determinado territorio, es su morfología así como también el tipo de procesos geomorfológicos.

Desgraciadamente se presentan áreas que tienen una morfología muy buena desde el punto de vista urbano, debido a que son planicies o fácilmente accesibles, pero en realidad estas están caracterizadas de un elevado riesgo hidrogeológico.

Es evidente que una correcta expansión urbana debe tener las bases en un conocimiento profundo del territorio, desde el punto de vista geológico, geomorfológico e hidráulico.

En la ciudad de Morelia existen diferentes áreas conocidas desde hace tiempo debido a sus constantes inundaciones. El fuerte desarrollo urbano que ha afectado la ciudad ha hecho que en los últimos diez años una gran parte de estas áreas hayan sido afectadas por los asentamientos habitacionales, ahora potencialmente zonas de riesgo hidrogeológico.

La red hidrográfica que afecta la ciudad está constituida por tres ríos: Río Grande (el principal), Río Chiquito y Río La Hoya.

En el presente estudio se considera la situación del Río Chiquito, afluente de derecha del Río Grande. Se trata del río caracterizado por los problemas hidráulicos más significativos y del cual se tiene mayor información.

El río Chiquito se localiza en la parte sur de la ciudad y su longitud es de aproximadamente 20 Km, su cuenca hidrográfica tiene una extensión de 85 km², su cauce fue rectificado en 1939 y en particular sus secciones fueron redimensionadas para un gasto máximo de proyecto de 125 m³/seg.

Actualmente el cauce se ve afectado de una fuerte sedimentación y de una espesa cobertura vegetal, todo esto lleva a una sensible reducción del área hidráulica y a un aumento de la peligrosidad por inundaciones en las zonas inmediatamente adyacentes al curso de agua. Estudios recientes sobre la capacidad hidráulica efectiva del Río Chiquito, en ausencia de los puentes, han evidenciado un gasto de 70 m³/seg. Tal reducción del gasto está directamente relacionado con la fuerte sedimentación y a la presencia de la cobertura vegetal. Existen además diversas estructuras en el río, algunas de las cuales afectan directamente las secciones reduciéndolas sensiblemente.

Con el objeto de hacer una estimación de los posibles tiempos de retorno del Río Chiquito se analizaron los gastos máximos, según la ley de los valores extremos de Gumbel sobre los gastos máximos registrados en la estación hidrométrica del río, actualmente en desuso.

El tramo del río examinado tiene una longitud de 3380 m con un desnivel de 17 m aproximadamente. Para este estudio se utilizó el programa Hec-Ras, que permite evaluar el desplazamiento del perfil libre en condiciones de movimiento permanente, así como las condiciones geométricas y el valor del gasto, también es posible tomar en consideración las influencias de las estructuras de los puentes según su geometría.

El estudio realizado ha permitido reconocer desde un punto de vista cuantitativo, la ineficiencia de diferentes puentes, antes que del mismo río. Una condición de particular peligro está constituido por el puente "Camelinas" que, sea por su reducida sección hidráulica como por su desarrollo longitudinal, representa un obstáculo al desagüe de las avenidas.

En particular, según cuanto es evidente en el estudio, el sistema del río entra en crisis con un gasto de 47.7 m³/seg., valores caracterizados por tiempos de retorno de aproximadamente cinco años.

GGA-13

EFFECTO QUÍMICO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN EL RÍO GUANAJUATO

I.E. Torres Jaime y J.A. Randall Roberts
Facultad de Ingeniería Civil, Instituto de Ciencias Agrícolas,
Universidad de Guanajuato

El agua del Río Guanajuato tiene una composición alcalina, con un pH que varía de 8 a 8.5, y con una conductividad moderada con valores de 300 a 1000 Mmohs/cm². Existen dos causas que dan estas propiedades al agua del río y ambas son resultado de la contaminación, la primera es debida a la cantidad de agroquímicos empleados en los campos de cultivo. La segunda causa tiene origen en las aguas residuales provenientes de la ciudad de Guanajuato, Gto., las cuales aportan Zn, As y F. Es obvio que los nitratos de los fertilizantes aumentan la conductividad y el PH afectando en parte los estudios hechos en el Río Guanajuato por métodos geofísicos. Las alteraciones en los estudios se observan en la agudeza de las curvas obtenidas con el método del potencial espontáneo (P.E.) y posiblemente también con sondeos eléctricos verticales (S.E.V.).

Los análisis químicos hechos al agua se basan en muestras tomadas de norias y pozos profundos cercanos a la zona de estudio que han permitido comprender la causa de la alteración en los trabajos hechos con métodos geofísicos.

Cuando se hacen exploraciones subterráneas para buscar agua se obtiene una mejor respuesta en las aguas mineralizadas que en las aguas que gozan de un cierto grado de pureza. Dado que el P.E. mide una señal causada por el agua, debida en sí al movimiento dentro de la roca de los iones disueltos en el agua, es necesario entonces entender el fenómeno electroquímico para estudiar los acuíferos.

GGA-14

RIESGOS RELACIONADOS CON EL PUERTO INTERMODAL PICAL-PANTACO, AZCAPOTZALCO, D.F.

María de la Paz Hernández Rivero, Gabriel Villegas
Hernández, Jacinto Morales Roque y Adán Castro Flores
Facultad de Ingeniería, UNAM
Dirección General de Protección Civil, GDF

Considerando que las características físicas del Puerto Intermodal son de tipo industrial, habitacional, con equipamiento de comunicaciones y transporte con diversas vías de acceso, es necesario conocer los riesgos derivados. Por lo cual, se deben consolidar las estructuras y mecanismos de operación del sistema de Protección Civil, incrementando la participación de los sectores social y privado, para que con el esfuerzo conjunto y corresponsable de todas sus instancias y de la población misma, se reduzca la pérdida de vidas y bienes, como resultado de desastres de origen natural o humano.

Para llevar a cabo y conformar un trabajo donde se analicen y evalúen riesgos, es necesario partir de una metodología que se basa principalmente en dos características: a) Analizar la probabilidad de que un evento ocurra (identificar todas las características físicas y condicionantes del área de estudio, así como clasificar y jerarquizar el tipo de riesgo presente), y b) Conocer las causas que originan el riesgo.

Partiendo de lo anterior se pueden identificar los siguientes riesgos relacionados con el Puerto Intermodal.

El principal riesgo detectado en la zona es por hundimiento, el cual se puede atribuir principalmente a que: a) El área de interés se encuentra localizada en la zona geotécnica dos del Reglamento del Construcciones para el Distrito Federal (zona de transición), conformada principalmente por arcillas, arenas y gravas y b) La extracción de agua a través de pozos profundos acelera el proceso de hundimiento debido a la pérdida de ésta.

Este problema se conoce de tiempo, afectando principalmente a las Colonias Jardín Azpeitia, U.H. Pantaco y U.H. Cuitláhuac, teniendo como consecuencia la presencia de fracturas, alteraciones en vías de comunicación y afectación a inmuebles. A través de la Delegación se están realizando estudios de mecánica de suelos, para determinar las zonas más susceptibles y conformar un banco de datos que sirva como regulador para la construcción de nuevas edificaciones y modificar las ya existentes; también se propone la infiltración de agua con pozos profundos (pozos de absorción profundos), con la finalidad de reducir el asentamiento, así mismo es recomendable que se eviten y repararen a la brevedad las fugas de agua, dando mantenimiento continuo a la red de la zona.

Otro de los riesgos que puede presentarse es la ocurrencia de un Sismo, el cual sería el detonador de otro tipo de riesgos como los físico-químicos (incendios), médico-sanitarios y socio-organizacionales.

Dada la complejidad y el alto grado de interdependencia de los sistemas urbanos es necesario que se establezca un plan de contingencias capaz de responder a los diversos riesgos e impactos a los que está expuesta la Ciudad y que por norma se requiere de una respuesta múltiple de diversas instituciones y sectores.

GGA-15

MEXICO CITY AS SEISMIC RESONATOR

V.V. Grimalsky¹, S.V. Koshevaya², G.N. Burlak² and J. Sanchez-Mondragon²

¹ National Institute for Astrophysics, Optics, and Electronics
E-mail: vgrim@inaoep.mx

² Autonomous University of Morelos, CIICAP

The monitoring of seismic hazards is very important problem for cities like Mexico City, San Francisco, and a number of Japanese cities. A distinctive feature of some pointed above cities is a non-uniform background structure and surrounding by the mountains. Therefore, under seismic excitations, those cities can behave like non-uniform acoustic resonators. Investigations on modeling the seismic excitation of pointed above resonators are of great importance to estimate a possible destruction under strong earthquakes. The report is devoted to an analysis of the dynamics of seismic excitations of the resonator concerning to possible earthquakes in Mexico City.

The background of the city is modeled as a non-uniform two-dimensional resonator excited by external seismic shocks. The shape of the resonator is rectangular ($0 < y < L_y$; $0 < z < L_z$) with an inhomogeneity localized near the point (y_c, z_c) . The characteristic sizes of the inhomogeneity are $\sim 0.1 L_y$, $0.1 L_z$. In the vicinity of (y_c, z_c) , the elastic modules are much smaller than in another background, the viscosity and elastic nonlinearity are much bigger, and also viscoelasticity is presented there. The origin of such the inhomogeneity is mud inclusions with soil. The elasticity theory equations in Lagrange frame are used for a description of stimulated acoustic oscillations in the resonator. The averaging on the vertical coordinate x is made. Components of the stress tensor obey the equations of linear viscoelasticity theory with different characteristic times. The boundary conditions for the acoustic displacement are $u(z=0, L_z; y=0, L_y) = 0$. The possible parameters of Mexico City background are used. The values of elastic modules in the center of inhomogeneity are ~ 20 times lower than in another background; density is 2-3 times lower; nonlinearity is ~ 10 times greater; viscosity is more than 10 times greater. The stimulating force is the sequence of short shocks distributed randomly within the background.

Numerical simulations have been done by operator factorization methods developed both for the displacement $u(y,z,t)$ and for the velocity $v = \partial u / \partial t$. The ratio between the values of viscosity in the center of inhomogeneity and in another background is within 20. The main goal of our simulations is to specify the ranges of parameters (maximal viscosity, difference of elastic modules in the background and in the center of inhomogeneity) when the distinctive increase of the elastic deformation ($\partial u_k / \partial x_k \equiv \text{div } u$) or of the velocity v take place within the inhomogeneity region, comparatively with the background. It has been got that the seismic excitation of acoustic inhomogeneous resonator causes the extreme deformations and velocities in the place of mud inclusion. This is valid for essential values of mud viscosity and nonlinearity, and also for different cases of external excitations. This peculiarity should be taken into account under the planning of building constructions in Mexico City and similar ones.

GGA-16

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

Roberto Maciel Flores y Miguel Magaña Virgen
Universidad de Guadalajara
E-mail: romaciel@cucba.udg.mx

Los desastres ocurridos en el Estado de Jalisco y otras partes del mundo, por causas naturales y por intervención del hombre, así como la presencia de enfermedades infecciosas asociada a residuos y sustancias peligrosas, consideradas como una de las causas de muerte en el mundo, han motivado investigaciones de áreas diversas como es de ciencias naturales y de salud, realicen estudios, como el presente, sobre la asociación de "La salud de los ecosistemas, como un parámetro ambiental de la salud humana".

El estudio presentado, analizan a los Bancos de Material Geológico (BMG), como una de las actividades antropogénicas, que más alteran a un ecosistema y en consecuencia la salud de la población. Se selecciono este tema debido al creciente número de

BMG, en las inmediaciones de centros en desarrollo, como es la Metrópoli de Guadalajara, y, por los antecedentes de que la mayoría, los BMG en antaño tuvieron un mal manejo ambiental, y en consecuencia representan un riesgo para la Salud Ambiental, porque a su termino, se generaron zonas inestables (con derrumbes o una topografía irregular) y se ha permitido dentro de, ó en zonas adyacentes, la creación de basureros o viviendas.

Para tener una idea de la dimensión del problema, entre 1995 a 1997, época en que por la economía del país y la construcción no demandando un gran volumen de material, se trabajaron 76 BMG, que ocupan aproximado 520.32 Has. De 1980 a 1995, se estima que los BMG requirieron mas de 3,000 Has. Para evitar que esta superficie quede inhabilitada, urge desarrollar dos acciones: a) promover la restauración o rehabilitación de BMG para minimizar zonas de riesgo en zonas urbanas y b) impedir que estos se conviertan en basureros.

A partir de este estudio se desarrolla una metodología que ofrece una solución para **restaurar** BMG, antiguos o nuevos y contribuir a evitar, o minimizar, problemas de salud e impacto ambiental, así como, peligros derivados de estos proyectos. Su implementación requiere: Un diagnostico ambiental, para BMG antiguos; Estudio de impacto ambiental para BMG nuevos; Aplicación de medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos; Revisión y planeación del uso del suelo y Modelación de la morfología del lugar para integrarlo a un uso productivo, posterior al aprovechamiento. Esta metodología incluye el estudio de los peligros naturales en la localidad, para definir las obras y acciones necesarias para minimizar tanto la vulnerabilidad de la población, presente o futura, así como sus riesgos.

Los basureros creados en los BMG, han generado problemas de salud ambiental, directos e indirectos, sobre todo en aquellos en que se permitió, al termino de su relleno, la construcción de habitaciones. Actualmente se presentan: Problemas sociales; Emisión de lixiviados y gases (metano); Hundimientos (en habitaciones construidas sobre basureros); Inundaciones; Deslizamientos; Cambio de uso y valor del suelo; Impacto al paisaje; Desarmonías; Degradación de la calidad de vida salud e higiene; Corrosión de estructuras; Concentración de fuentes de contaminación microbiana, que han generado diversas enfermedades infecciosas, pulmonares, intestinales, septicemia, deficiencias de la nutrición, de la piel y del tejido celular subcutáneo; de ojos y sus anexos y de vías urinarias.

Como estudio de caso se aplica esta metodología, en un BMG, en el cual se crea un proyecto de abandono a desarrollar en casi 20 años, el proyecto es acorde con las necesidades ambientales específicas del lugar y de financiamiento de los propietarios. El proyecto, considerando parámetros como: Aspecto social; Restauración morfológica; Conducción apropiada del agua; Reincorporación de suelo, Vegetación y Regreso de fauna al predio. El proyecto de abandono contempla dejar el terreno apto para áreas verdes, estacionamientos, parque publico, almacenes y zona habitacional. Se obtuvo su aprobación por parte de los promoventes y autoridades involucradas. Con esta aplicación, se demuestra que es factible hacer el aprovechamiento sustentable de la roca como recurso natural y tener un uso de suelo productivo posterior a la explotación, que satisfagan las necesidades de la sociedad sin menoscabo de la calidad de la salud ambiental y sin una afectación al patrimonio de los futuros propietarios de los terrenos donde se desarrolle un BMG.

Así como fue factible desarrollar un proyecto de abandono para restaurar el BMG tomado como estudio de caso, se estima que en otros BMG, se pueden revertir los daños a ecosistemas alterados, mediante proyectos que permitan una nueva fase de aprovechamiento con tendencias a la restauración biológica – mecánica, este tipo de proyectos deben de tener la finalidad de minimizar, los impactos adversos causados en antaño al ecosistema, los riesgos a la salud y a la calidad de vida. Aún cuando lo optimo por costos y ambientalmente, es realizar el aprovechamiento de un BMG siguiendo un proyecto de abandono previamente desarrollado, que considere que al final el predio se deje apto para su aprovechamiento (agrícola, forestal, urbano, etc.).

GGA-17

CONTAMINACIÓN POR NITRATOS EN POZOS: MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Pacheco A.J., Steinich B., Cabrera S.A. y Marín L.E.

UNAM

Universidad Autónoma de Yucatán

La geohidrología del estado de Yucatán, presenta características kársticas que le confieren altos valores de permeabilidad y porosidad, presencia de conductos de disolución, fracturas y cavernas en la matriz rocosa, así como una escasa cubierta vegetal; éstos factores, facilitan el arrastre de contaminantes hacia el agua subterránea que es la única fuente de abastecimiento. La contaminación por nitratos en los abastecimientos de agua con fines de bebida, es un problema común en todas las naciones. Su presencia se ha incrementado a través de ciertas prácticas antropogénicas como la agricultura, la inadecuada disposición de los desechos domésticos y el incremento en la cría de ganado tanto bovino como porcino. Las Normas Oficiales Nacional e Internacionales, establecen como límite máximo permisible en aguas para beber, una concentración de 45 mg/l de nitrógeno como nitratos; cantidades en exceso, pueden ocasionar casos de cianosis y posibles desarrollos de cáncer, tanto en humanos como en algunos animales de sangre caliente. Se han observado altas concentraciones de nitratos en el agua que subyacen las regiones eminentemente agrícolas, en regiones donde se utilizan los desechos porcícolas como fertilizantes y en la región rural donde se ubica el principal campo de pozos para el abastecimiento de agua para la ciudad de Mérida, capital del estado de Yucatán. Las concentraciones de nitratos en el estado de Yucatán, para diversas regiones, se han estudiado desde 1983 a la fecha. Los datos se obtuvieron de pozos profundos (20 metros) usados principalmente para consumo y de pozos someros utilizados principalmente para riego y ocasionalmente para beber. Esta situación, puede presentar implicaciones para la salud de las poblaciones rurales cuya única fuente de abastecimiento es el agua subterránea. Debido a que el costo para realizar estudios de contaminación por nitratos en el agua subterránea es elevado, se determinó un índice de contaminación por nitratos con base en las concentraciones determinadas en estudios anteriores y en variables socioeconómicas y ambientales de la región. Se propone probar dicho índice con los resultados de proyectos actuales. Además, como no existen normas para la prevención de este tipo de contaminación, se proponen algunas medidas opcionales para reducir la concentración de nitratos en el agua subterránea en pozos de abastecimiento doméstico en áreas rurales y para preservar la calidad del agua en el principal campo de pozos que abastece a la ciudad de Mérida.

GGA-18

EVALUACIÓN E IMPACTO DE LOS PROCESOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA ZONA DE LOS ENEBROS, GALEANA, N.L., MÉXICO

Francisco Medina Barrera y Héctor De León Gómez.
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
E-mail: hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx.

En los últimos ocho años se han estudiado en una región ubicada en la parte central de la cadena montañosa de la Sierra Madre Oriental, zonas con emanaciones de vapor y calcinación de materia orgánica, las cuales presentan una morfología reciente y en constante modificación. Las localidades se ubican en la zona de transición hacia el Altiplano Mexicano, dentro de una estructura tipo Bolsón, la cual esta enmarcada con sedimentos estratificados calcáreos de edad Cretácica y Jurásica. Cabe mencionar que estas se encuentran alejadas de antiguos cuerpos magmáticos o de zonas volcánicas activas.

Dentro de esta zona se pueden observar estructuras de colapso presentando escarpes en forma de pequeños grabenes. Los sedimentos orgánicos finos muestran restos de un ambiente lacustre, con gran cantidad de organismos y una alta concentración de carbonatos y precipitación de los mismos formando costras de travertino. Además se observa una alternancia de estratos orgánicos y concentraciones de carbonatos, lo cual muestra que la deposición se llevó a cabo en un tiempo geológico determinado.

La situación hidrogeológica muestra que desde hace más de 30 años se ha estado explotando el acuífero calcáreo para fines agrícolas, el cual esta formado por pozos, con profundidades promedio de hasta 120 m, con un nivel estático de 11 a 20 m y gastos de extracción de 30-80 l/s. El descenso del nivel freático debido a la sobreexplotación del acuífero, ha impactado los sedimentos lacustres perdiendo el contenido de agua y formándose vacíos, los cuales dan lugar a hundimientos del terreno. Estos representan un alto riesgo geológico para la carretera federal No.57, que comunica la ciudad de México con la ciudad de Piedras Negras, en la frontera norte.

Las muestras de sedimentos se pudieron calcinar totalmente en ensayos. Las temperaturas de vapor de agua alcanzan valores hasta de 75°C. También se pudo observar precipitaciones de azufre en forma de pequeños cristales, en las paredes de grietas por las que se reconoce la emanación activa de vapor. El azufre es transportado a la superficie por una fase de vapor húmedo. Probablemente se trate de una disociación del H₂S presente en la materia orgánica, durante las reacciones de la combustión.

Las observaciones obtenidas en estas zonas, nos indican que la calcinación subterránea de estos sedimentos son propios de una acumulación de turbas, las cuales son altamente combustibles y pueden incendiarse por si solas o bien en forma indirecta. Por otro lado, el efecto ecológico impacta de manera directa en los suelos que no pueden ser cultivados por la presencia de estos incendios subterráneos, ya que este tipo de fenómenos consume la vegetación superficial cambiando el paisaje a una zona desértica, sin producción de tipo agrícola. El riesgo geológico puede ser controlado en áreas donde no existan asentamientos humanos. Sin embargo el efecto que este fenómeno puede causar asentamientos del terreno sobre el cuerpo de la carretera, debido a que la superficie

de rodamiento de la autopista, está construida con losas de concreto por lo tanto representa un alto riesgo para el tráfico existente, afectando los aspectos económicos principalmente del Noreste de México.

GGA-19

SOIL CRACKING DUE TO WATER WITHDRAWAL

Eduardo Rojas¹, Jorge A. Arzate², Moises Arroyo¹ and Psevolod Yutsis¹⁻³

¹ Posgrado en Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

² UNICIT, UNAM

³ Moscow State University, Department of Geology, Russia

Cracking of soil is becoming a recurrent problem in many countries with serious economical consequences for civil infrastructure. The most common causes of soil cracking found in literature are: superficial water evaporation, underground water flow, hydraulic fracturing, creep failure of slopes, superficial seismic waves during strong earthquakes, saturation of expansive or collapsing soils and excessive water extraction. In this paper, only the case of cracking due to excessive water extraction is analyzed. First of all, some field observations relating water withdrawal with subsidence and soil cracking are presented. Secondly, an approximate potential equation of soil subsidence for a sinusoidal shaped graben is proposed, from which, the equations representing both, vertical and horizontal displacements as well as vertical and horizontal strains are derived. These equations clearly show the existence of a tensile zone with a maximal tensile line going from the soil surface towards the inflection point of the basement with a very steep angle. This line represents the most probable location of the crack onto the soil. Furthermore, when the crack has completely developed, the behavior of the two separated blocks can also be analyzed with the same procedure. This analysis shows that the crack may evolve into a fault if water withdrawal continues. Finally it is shown that a tensile zone may persist close to the crack with dramatic consequences for structures placed there. These results are of the most importance for engineers and architects as potential cracking zones can be easily located and avoided during the construction of new urban developments.

GGA-20

ANÁLISIS DE COMPRESIBILIDAD Y FLUJO DE AGUA EN MATERIALES ARCILLOSOS

Marín Hernández M. y Carreón Freyre D.C.
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

El estudio de la compresibilidad en materiales arcillosos de diferente origen permitió evaluar la relación entre la composición mineralógica de estos materiales con sus condiciones de deformación. En laboratorio, la compresibilidad de un suelo es determinada a partir de la denominada prueba de consolidación (para suelos saturados). Se llevaron a cabo pruebas de este tipo en suelos lacustres de la Ciudad de México, de Chalco y en suelos fluvio-lacustres de los alrededores de la Ciudad de Celaya, Gto. y de Jurica, Qro.. Se presentan los primeros resultados, que muestran la influencia de factores como los contenidos de materia orgánica y de Fe, así como del tipo de arcilla, en la capacidad de deformación de estos materiales. Se presentan además las variaciones de los factores mencionados para diferentes tipos de ambientes de formación de suelos.

En geomecánica, el fenómeno de consolidación involucra el desplazamiento del agua que llena los vacíos del suelo por efecto de una carga aplicada; lo que induce la disipación de la presión del agua de poro y la deformación de la fase sólida. Las condiciones en que sucede el flujo de agua intersticial durante el proceso de consolidación pueden ser inferidas analizando la compresión de la fase sólida en diferentes etapas (consolidación primaria y secundaria). De esta manera la determinación del coeficiente de consolidación C_v para los diferentes suelos permitió identificar las variaciones de la permeabilidad k de los mismos, bajo diferentes condiciones de compresión.

Durante la prueba de consolidación se construye una curva de deformación vs el logaritmo de la carga aplicada a la muestra. El punto en la curva en el que inicia la fluencia de la estructura del material, denominado carga de preconsolidación P_c , indica parte de la historia geológica de estos materiales. Se presenta también el análisis de la variación de estas cargas para los diferentes tipos de suelos.

GGA-21

GEOLOGÍA APLICADA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BALUARTE Y PRESIDIO, DURANGO-SINALOA, MÉXICO

Leovigildo Cepeda Dávila, José María Chávez Aguirre y Jesús Efraín Gómez Sosa

Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE

Los ríos Baluarte y Presidio cruzan la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental de E a W y una pequeña parte de la Llanura Costera del Pacífico. En sus cuencas, que abarcan una área de 12 500 km², predominan rocas del Complejo Volcánico Inferior(CVI) y del Supergrupo Volcánico Superior(SVS), así como intrusivos cretácico-terciarios de composición granítico-diorítica. En menor proporción existen rocas paleozoicas y depósitos fluvio-lacustres terciario-cuaternarios.

La parte alta de las cuencas corresponde a la subprovincia de Mesetas, la cual exhibe espectaculares cantiles con vista al occidente, constituidos por ignimbritas riolíticas tabulares cuyo conjunto mide más de 1000 m de espesor, y se han definido como del SVS de edad Oligoceno-Mioceno.

La parte media o subprovincia de Quebradas se caracteriza por la presencia de secuencias volcánicas de composición intermedia intercaladas con rocas ácidas, ambas afectadas por diques riolíticos, diabásicos y andesíticos, coronadas por remanentes erosivos del SVS. En esta subprovincia son evidentes los basculamientos con echados hasta de 30 grados en diferentes direcciones. El costado occidental de la subprovincia en cuestión parece limitado por los intrusivos graníticos del Batolito Sinaloa que en conjunto con las rocas sedimentarias y algunas volcánicas del CVI, dan lugar a la subprovincia de Colinas de Transición. Hacia el oeste se presenta la Llanura Costera del Pacífico, constituida por rocas fluvio-lacustres, derivadas de la severa erosión a que ha estado sujeto el conjunto de rocas ya mencionado.

En la zona estudiada se determinaron tres sistemas principales de fallas normales y fracturas; el más importante NW-SE, tiene la misma orientación de la sierra; lo sigue el NE-SW, rumbo preferencial de los ríos objeto del estudio, y el tercero y menos frecuente tiene una dirección E-W y define la orientación de algunas corrientes superficiales.

Importante es el desnivel, mayor de 2000 m; el volumen medio anual de agua, de 2007 a 1519 millones de metros cúbicos para el río Presidio y Baluarte respectivamente, así como la infraestructura de las líneas de transmisión de energía eléctrica paralelas a la carretera Durango-Mazatlán, que hacen atractiva la región para proyectar aprovechamientos que permitan generar energía eléctrica. Con tal objeto se propone la construcción de presas pequeñas, para minimizar el impacto al medio ambiente y también para reducir el uso de arcilla, la cual es escasa en la región. Para el estudio y diseño de las obras se recomienda tener en cuenta que se pueden presentar movimientos del terreno, ya sea de origen tectónico o simplemente de gravedad, particularmente en la subprovincia de Quebradas, ya que en ella es intenso el fallamiento y fracturamiento. Además son previsible volúmenes importantes de azolve debido a las condiciones geomorfológicas y climatológicas, con ciclones de importancia!.

GGA-22

MODELO TECTÓNICO DEL SUBSUELO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Marco Antonio Delgado Vázquez^{1,2}, David Barrera Hernández² y Antonio Uribe Carvajal³

¹ Supcia. de Estudios Zona Pacifico Norte, CFE

² Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

³ Depto. de Sismotectónica, CFE

La toma de decisiones en actividades relacionadas con la planeación del desarrollo urbano, diseño de construcciones, prevención de zonas asentamiento y/o agrietamiento del subsuelo como consecuencia de la extracción de agua, comportamiento del subsuelo ante la presencia de un sismo y estudios de ingeniería sísmica, son ejemplos de la necesidad de contar con modelo tectónico del subsuelo en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG).

Se propone un modelo tectónico conformado por cuatro bloques, donde el bloque NE se encuentra hundido y están delimitados por estructuras geológicas con orientaciones NE-SW y NW-SE, que se estima son responsables de la actividad sísmica tipo enjambre característica en esta porción del estado de Jalisco como lo describen los sismos ocurridos en 1844, 1875, 1912 y 1992.

El modelo propuesto se sustenta en la determinación de la profundidad de los depósitos de arenas y gravas en pozos de agua y estudios de mecánica de suelos efectuados en la ZMG (Saborio 1970 - 1995), la interpretación y análisis del procesado de datos obtenidos de una campaña de vibración ambiental (Ramírez et al 1997), suponiendo que el suelo de la ZMG se compone de un solo estrato homogéneo sobre el basamento, el registro de la actividad sísmica de la Comisión Federal de Electricidad, de 1987 a 1993 y de 1994 a la fecha por la red telemétrica analógica y digital del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Guadalajara, esta actividad se localiza predominantemente en las zonas de los cruces de los Ríos Santiago y Verde; Río Santiago y el Graben de Cuquío, las orientaciones de las trazas de fallas obtenidas de la solución del mecanismo focal y manifestaciones físicas de grietas tienen las orientaciones mencionadas.

A los sismos de 1875 y 1912, se les estimo una magnitud de 7.8° y 6.0° respectivamente con profundidades de 33 km., empero dadas las dimensiones de las estructuras que se proponen y que los

hipocentros reportados en la actividad reportada de 1987 a la fecha, son menores a 12 Km. Se deducen que las magnitudes de estos sismos están sobre valorados.

Aunque los valores de intensidad reportados para estos sismos en la ZMG, fueron de VIII y VI respectivamente, pueden ser mayores en la actualidad si ocurriera un sismo de estas características en función del diseño, tipo de material y mantenimiento de las construcciones.

GGA-23

ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE Y SU IMPORTANCIA EN LA PLANEACIÓN DEL USO DEL SUELO

Sánchez Pérez J., Garrido Uribe J.L., García Villegas F., Uribe Carvajal A. y Azuara Z.J.
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE

Los estudios geológicos efectuados por la CFE, entre 1986 y 1998, relacionados con la protección al ambiente, incluyen la localización de: 1) plantas de tratamiento de aguas negras; 2) zonas inestables, 3) sitios para el depósito de desechos sólidos, 4) evaluación de sitios para la construcción de presas de jales y 5) estudios para la seguridad de obras de ingeniería civil ante posibles riesgos geológicos, principalmente de tipo sísmico. Se describen trabajos realizados en los estados de Baja California, Jalisco, Hidalgo, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Entre ellos, destaca la planta de tratamiento de aguas negras de Tijuana, la cual se estudio en 1986, como apoyo a la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y en 1987, cuando tuvo varias fugas de agua.

En Aguamilpa, Nay., Agua Prieta, Jal. y Zimapán, Hgo.-Qro. se realizaron actividades para proteger al ambiente, debido a las inundaciones producidas por los vasos de almacenamiento de agua. En Agua Prieta, Jal. se impermeabilizó el vaso con geomembranas para asegurar el almacenamiento de agua y la protección a los acuíferos en la localidad; para las otras dos presas se realizaron trabajos de estabilidad de laderas y registros de la sismicidad inducida que, para el caso de Aguamilpa alcanzó 2 500 microsismos y produjo fracturamiento en terrenos poco consolidados (Uribe et al, 1996). Los análisis realizados para el trazo de carreteras incluyen vías de acceso a proyectos de CFE y de la Autopista del Sol, que comunican a la Ciudad de México con Acapulco, y en la autopista Puebla-Oaxaca (Moreno et al 1996), la, en las cuales se produjeron deslizamientos importantes que interrumpieron la comunicación y, en la primera, los cortes ocasionaron azolves y daños a la Presa La Venta (Garrido y Renaud 1993). Como apoyo a otras instituciones se efectuaron reconocimientos de campo (aéreos y terrestres) y se propusieron estudios para la reconstrucción de las vías de comunicación afectadas por el Huracán Mitch que, entre otros daños, destruyó el poblado Valdivia en la cuenca del Río Novillero, Chiapas. Respecto a las afectaciones producidas por el Huracán Paulina en 1997 en los ríos Omitlán, Papagayo, Gro y Verde, Oax., se realizaron diversos reconocimientos y trabajos (topográficos, geológicos y geohidrológicos) para la reconstrucción de la infraestructura en la zona, en particular para el abastecimiento de agua potable por encargo de la CNA (Depto. de Geohidrología, 1998) y se hicieron planteamientos respecto al aprovechamiento integral de las cuencas hidrológicas en la región, para una mayor captación de agua y el control de avenidas. Finalmente, se enfatiza la importancia de los estudios geológico ambientales dentro de la

planeación del uso del suelo, que estos se realicen por los profesionistas con experiencia en el tema y considerando las características morfológicas e hidrológicas de las cuencas de drenaje para evitar o prevenir que se construyan carreteras u obras de infraestructura en general en lugares poco apropiados, ya que su destrucción afecta notablemente la infraestructura y la economía de México.

GGA-24

INTERPRETACIÓN GEOMORFOLOGICA DE CARTOGRAFIA TOPOGRAFICA DEL DELTA DEL RIO SONORA

Rafael Rodriguez Torres
Depto. de Geología, Universidad de Sonora

El complejo lagunar/costero del delta del rio Sonora esta integrado por:

1. la Laguna de Barrera Kino, alimentada por las demasias de la Playa San Bartolo, en la cual desemboca el Rio Bacoachi
2. el complejo lagunar costero del Estero Santa Clara, el cual se sostiene con los aportes de: a) Sistema fluvial de los arroyos Santa Edwiges, Pozo Nuevo los cuales se internan al estero a través del paleocanal fluvial Santo Niño; b) Sistema fluvial de los arroyos San Enrique y Las Pasadas, los cuales se introducen al estero a través del paleocanal fluvial El Crucero y c) Un elemento de la porción continental del Delta del Rio Sonora el cual abastece al Estero a través del canal fluvial Guadalajara/El Triunfo.
3. el estero El Cardonal, el cual esta alimentado por otro de los paleoafuentes o canales abandonados del Rio Sonora, a través del paleocanal fluvial Dolores/San Jose.
4. el complejo lagunar costero del Estero Tastiota, el cual tambien recibe agua del Rio Sonora a través de un cauce aparentemente abandonado el cual funciona intermitentemente; ademas recibe los aportes fluviales del Arroyo La Poza y los del Arroyo La Bandera.

GGA-25 CARTEL

GEOLOGÍA Y ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD EN TALUDES DE LA NUEVA CARRETERA PACHUCA-REAL DEL MONTE, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO. PRECIOS DEL PETRÓLEO Y EL IMPACTO ECONÓMICO PARA MÉXICO

Edgar Esquivel Victoria y Sergio Herrera Castañeda
Facultad de Ingeniería, UNAM

En el año de 1997, el gobierno del Estado de Hidalgo da comienzo a los trabajos de construcción de una carretera, en el tramo comprendido entre la Ciudad de Pachuca y el poblado de Real del Monte, con el fin de solucionar los problemas de tránsito vehicular en la carretera Federal #105.

El propósito del estudio fue evaluar los problemas de inestabilidad en taludes a lo largo del tramo mencionado. Para tal efecto se realizó el levantamiento geológico del área, así como la recopilación de diversos datos sobre propiedades (índice y mecánicas) de las rocas presentes en la región, la clasificación de

los macizos rocosos, el cálculo de factores de seguridad, y además se propone un programa de vigilancia mediante instrumentación para la revisión de los tratamientos y la estabilidad de los taludes.

De esta manera, se determinó que los tipos de roca dominantes en la región consisten en derrames de lava de composición dacítica y andesítica, además de un cuerpo intrusivo clasificado como pórfido cuarcífero, junto con un pequeño afloramiento de tobas líticas de composición dacítica.

Apoyándose en la información de datos estructurales, se definió la presencia de un sistema mayor de fallamiento que afecta el área con una orientación de 66° en dirección NW-SE, y dos sistemas de fracturamiento, en donde, el sistema mayor de fracturamiento muestra una orientación de 55° en dirección noroeste-sureste, mientras que el sistema principal menor muestra una orientación de 25° en dirección NE-SW.

Por otra parte, basándose en esta misma información estructural se estableció que el principal modo de falla en taludes es del tipo de falla en cuña y que, en la mayoría de los casos, tienen salida hacia la carretera, además de presentar diversas condiciones para que ocurra deslizamiento.

En lo que respecta a las rocas, se identificaron sus propiedades índice: Porosidad, Peso específico, Absorción; así como algunas de sus propiedades mecánicas como resistencia a compresión simple; resistencia a tensión, mediante el Ensayo Brasileño de tensión indirecta; resistencia al esfuerzo cortante, la cual se determinó haciendo uso del Esclerómetro Schmidt y la relación empírica propuesta por Barton (1976), que involucra parámetros tales como el coeficiente de rugosidad (JRC) y el esfuerzo a compresión uniaxial en las paredes de las discontinuidades (JCS).

Con base en lo anterior se obtuvo una resistencia a compresión baja y módulos relativos altos, a partir de los cuales se clasificaron las rocas de acuerdo con Deere y Miller (1966), los valores de resistencia a tensión obtenidos resultaron variables, al igual que los valores de resistencia al corte, en tanto que los valores medios para el ángulo de fricción oscilan entre 55° y 70° . Así también, las muestras del relleno en fallas mostraron que el principal tipo de arcilla presente es montmorillonita.

Con datos sobre continuidad, separación, tipo de relleno, y rugosidad de las discontinuidades, junto con valores de RQD y resistencia a compresión simple se realizó la clasificación de los macizos rocosos, empleando los sistemas de clasificación RMR ó clasificación geomecánica y el Índice de calidad Q, obteniéndose que los macizos rocosos son: Muy pobre para el RMR y Pobre para el sistema Q.

Haciendo uso del método propuesto por Díaz (1981), el cual está basado en el sistema de Wittke (1964), se calcularon los factores de seguridad para cada uno de los taludes observados en el tramo carretero, tomando en cuenta el tratamiento que recibieron, y encontrándose resultados variables, tanto valores inferiores a la unidad, como de 1 a 2 en otros, lo que indica condiciones de inestabilidad para algunos de estos taludes en la zona.

Durante las visitas al sitio, los tratamientos observados para estabilizar los taludes, consistieron de anclaje con inyección de concreto, malla reforzada, concreto lanzado, drenaje superficial, muros tipo gabión, y el uso de bermas, estos últimos para detener pequeños desprendimientos de roca del talud.

Finalmente se sugirió un programa de vigilancia para los taludes utilizando instrumentos tales como inclinómetros, extensómetros, piezómetros, medidores de presión en anclas (celdas), etc.

GGA-26 CARTEL

GEOLOGIA DE LOS DESLIZAMIENTOS EN EL VASO DE LA PRESA ZIMAPÁN, HIDALGO

Noe Santillan Piña
Facultad de Ingeniería, UNAM

Uno de los factores que requirieren mayor atención una vez que se decide emplazar una presa, es el estudio geológico no solo del área en el que se va a edificar la cortina, sino de las zonas que serán afectadas una vez que estas se vean cubiertas por las aguas, y las cuales pueden representar un riesgo al entorno ante un posible deslizamiento de material. En la Presa Zimapán (ubicada sobre la cuenca del río Tula, en el estado de Hidalgo y el río San Juan, en el estado de Querétaro), una vez que se modificaron las condiciones naturales de la zona para crear el embalse, comenzaron a producirse fallas de masa de tierra por taludes inestables, siendo la gravedad en la forma del peso de la masa de suelo y del agua que se encuentra sobre ella, la fuerza principal que tiende a producir la falla, mientras que la resistencia al esfuerzo cortante del suelo es la principal fuerza resistente.

Es hasta noviembre de 1993, fecha en que se inicio el llenado de vaso de almacenamiento, que se estableció una atención especial al comportamiento y estabilidad de cuatro zonas en el entorno al embalse: zona frente a cortina, frente a vertedores, zona de Aljibes y valle del río Tula, las cuales manifestaron movimiento de material, y que por sus características topográficas, estructurales y litológicas, así como por el volumen involucrado y por su cercanía con la cortina y el vertedor, han sido consideradas como inestables, representando un riesgo potencial.

En este trabajo se describe la geología de cada una de estas zonas, con el propósito de identificar las relaciones estratigráficas de las unidades litológicas involucradas (Formaciones Soyatal-Méndez, Las Espinas y Tarango) y las estructuras que afectan a los materiales que se encuentran deslizando hacia el embalse.

De igual forma se presentan los análisis de las mediciones de control periódicas (desplazamiento) que se realizan, y que permiten evaluar su comportamiento (velocidad de deslizamiento), de donde puede establecerse que los movimientos de las zonas inestables continúa en forma lenta, pero constante y con tendencia a estabilizarse.

Resultados obtenidos de cálculos de estabilidad de los taludes, mediante el método Sueco o de Fellenius, y comprobados mediante el programa de computadora "Slide" (método de Bishop); los cuales consideran que la cohesión en la zona de deslizamiento es nula ($c=0$) y que el coeficiente de fricción es constante para toda la superficie de deslizamiento (falla circular al pie del talud); reportan valores del factor de seguridad (F. S.) por debajo de la unidad, lo que ratifica la inminente falla al corte que se esta produciendo en cada uno de los deslizamientos.

A partir de que se inició el estudio de la sismicidad en el área de la Presa Zimapán (1990), sí bien se ha logrado observar un incremento de la actividad sísmica en tres sitios principalmente, ubicados en el entorno al embalse, no se ha logrado establecer una

relación importante entre la presencia de pequeñas secuencias sísmicas y el llenado del mismo (sismicidad inducida). La principal actividad sísmica está ocurriendo a profundidades someras (entre 0.5 y 6 Km.), en el área de Mesa de León (a 6.5 km. aproximadamente en dirección NW 70° de la cortina), la cual corresponde a una meseta de material ígneo (basalto, tobas y arenas volcánicas) de gran extensión. Y es que uno de los principales problemas que conlleva el emplazamiento de una presa, es la posible modificación del régimen sísmico de la zona, pero aún y cuando en muchos casos las presas están situadas en zonas de un cierto nivel de sismicidad, no es aceptable a priori, el asociar todos los sismos que ocurren en su proximidad a la acción del embalse.

GGA-27 CARTEL

RIESGOS GEOLÓGICOS EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MÉXICO

Martín Carlos Vidal García, Alberto Arias Paz y Héctor Luis Macías González
Facultad de Ingeniería, UNAM

Ciudad Nezahualcoyotl tuvo un rápido crecimiento en los últimos veinte años, este desarrollo generó las demandas de servicios consecuentes y en particular la de agua potable. En el mismo sentido las aguas residuales se incrementaron en la misma proporción, por lo que fue necesario construir obras hidráulicas que desalojarán no solamente las aguas de desecho sino también las pluviales.

La explotación del acuífero para dotar de agua potable a dos millones de personas ha provocado asentamientos diferenciales del terreno que en algunas localidades llegan a ser de 26 cm/año que han dado lugar a la formación de fracturas, agrietamientos y fallas. De estas últimas se han identificado cuatro que ponen en riesgo sitios de obras hidráulicas y urbanas. La primer estructura es la Falla Calle 10 con rumbo N 70° W y con continuidad mayor a 300m; la estructura afecta en la Calle 10 una zona de 8.60 m de ancho que ha roto y deformado el pavimento haciendo intransitable el área y afecta también la estructura de las casas habitación. La Falla Calle 10 es considerada de alto riesgo potencial ya que se encuentra a 50 m del bordo izquierdo del canal La Compañía y a unos 100 m del cárcamo de rebombeo La Esperanza y de una estación de combustible. Con el paso del tiempo el asentamiento dará lugar a que esta falla alcance la probable ruptura del bordo.

Otras dos fallas paralelas denominadas Fallas Loma Bonita de rumbo N 63° W tienen una longitud mayor a 400 m y saltos hasta de 30 cm. La estructura representa una zona de alto riesgo ya que a lo largo de sus trazas también ha hundido y colapsado el asfalto así como las redes de agua potable y drenaje. Un efecto superficial del continuo movimiento de la falla se muestra en la calle Ignacio Allende la cual se encuentra escalonada, reflejo del colapsamiento y hundimiento del terreno propiciado por la falla.

La cuarta estructura es la Falla Estadio que tiene una orientación N 22° W y una longitud aproximada de 450 metros, afecta las instalaciones del estadio de futbol Neza 86, en donde se aprecian las losas de concreto y el asfalto colapsado y deformado en el estacionamiento y guarniciones en la calle. Esta falla es de riesgo potencial porque su traza se localiza cerca de la Universidad Tecnológica de Nezahualcoyotl y de acuerdo a su rumbo la falla cortará el bordo izquierdo del canal La Compañía en un tiempo próximo.

Un reflejo de las fallas que afectan el municipio son las fracturas que son estructuras de menor longitud y riesgo que se presentan superficialmente orientadas con un rumbo similar al de las fallas; de estas se localizaron seis en sendos puntos de Ciudad Nezahualcoyotl que alteran al pavimento de las calles principales.

De la misma forma se localizaron una serie de grietas que perturban por lo general a casas habitación calles y bardas de contención, las cuales no presentan una orientación preferencial y en cuanto a longitud varían desde algunos metros hasta decenas de metros.

Dado que el abastecimiento de agua potable no se puede detener, los efectos van a seguir extendiéndose y aparecerán otros nuevos. Impedir estos movimientos es prácticamente imposible por lo que se recomienda establecer un sistema de monitoreo que permita conocer la ubicación de zonas de riesgo y prevenir desastres.

GGA-28 CARTEL

EXPERIMENTACION Y MODELACIÓN DE ADSORCION DE AS, CD, CU, PB Y ZN EN SEDIMENTOS DE LA PLANICIE DE LA PRESA DE MATA, GUANAJUATO: CONTROL NATURAL DE METALES PESADOS EN EL AMBIENTE

Solorzano Hilda y Carrillo-Chavez Alejandro
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Se realizaron diferentes experimentos de adsorción de As, Cd, Cu, Pb y Zn en sedimentos de la planicie aluvial de la presa de Mata, localizada en la cuenca del Monte San Nicolas, al noreste de la ciudad de Guanajuato, a fin de poder realizar una evaluación de la disponibilidad y movilidad de estos metales en el medio acuoso. Los resultados experimentales se compararon con modelos de adsorción utilizando los programas MINTEQA2 y PHREEQCI. La planicie aluvial de la presa de Mata esta localizada a unos 5 km aguas debajo de los jales históricos de la Mina de San Nicolas. En los sedimentos de la planicie aluvial, existe una capa mas o menos continua de unos 5-10 cm de espesor de material de los jales históricos. Esta capa es el resultado de una falla en la presa de jales e intensa erosión pluvial. La planicie aluvial es inundada cuando la presa se encuentra a su máximo nivel de agua, y aun cuando el contenido neto de metales en los jales y sedimentos es bajo, existe un riesgo potencial de desorción conforme las condiciones fisico-químicas varían temporalmente. El agua de la presa se usa esporádicamente durante el estiaje para uso municipal de Guanajuato. Los resultados de fluorescencia de RX indican que el contenido de Fe en los sedimentos de la planicie aluvial es relativamente bajo (aprox. 3%). Pero los experimentos de adsorción muestran una capacidad de adsorción relativamente alta. Los experimentos de adsorción se realizaron usando diferentes fuerzas iónicas de NaNO₃ como electrolito inerte de fondo, y a diferentes proporciones de sólido-solución.

En la mayoría de los experimentos, la adsorción fue entre 40 y 100%, con desorción a bajo pH para Cd, Cu, Pb y Zn, y a alto pH para As. Los resultados preliminares del análisis de las isotermas de adsorción muestran un ajuste general a la isoterma tipo Freundlich. La modelación de adsorción se realizo usando diferentes modelos (MINTEQA2) y diferentes variables de adsorción (Fe total, concentración total del metal, superficie especifica, densidad de los sitios de adsorción, concentración de adsorbente y capacitancia de

la capa interna). Los resultados de estos experimentos y de la modelación están siendo comparados con experimentos de adsorción-desorción en columnas a fin de realizar una mejor interpretación de los controles geoquímicos de los metales en el medio ambiente. Este trabajo se realiza con apoyo del proyecto 27821 de CONACYT.

GGA-29 CARTEL

CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE JALES HISTORICOS Y AGUA SUBTERRÁNEA EN EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO: IMPLICACIONES AMBIENTALES

Morton Ofelia¹, Carrillo-Chavez Alejandro² y Hernandez Elizabeth¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

La mineralización económica fue descubierta en Guanajuato en 1548. Desde entonces, varias empresas mineras han explotado las vetas de metales preciosos del distrito minero. Para 1990, la producción acumulada era de más de 34,000 toneladas de plata y 170 toneladas de oro. Actualmente tres empresas mineras continúan la explotación de plata y oro. Se estima que existen en el área más de 20,000,000 toneladas de material de desecho minero (jales y terreros de baja ley). Se ha tomado muestras de jales y agua subterránea de la región. Se han realizado experimentos de la celda húmeda (5 celdas), y se tienen 6 experimentos de lixiviación en columna con materiales de los jales y sedimentos del área. Además se han instalado 5 piezómetros a diferente profundidad en una presa de jales de la mina Valenciana. Las muestras de jales, sedimentos, agua y lixiviados se analizaron con ICP-MS para determinar el contenido de elementos traza presentes. Los análisis geoquímicos muestran concentraciones consistentes de Zn, As y Se, tanto en las muestras sólidas, agua subterránea y lixiviados. En los jales, las concentraciones de Zn varían de 100 a 500 mg/kg, las de As varían de 15 a 250 mg/kg, y las de Se varían de 0.5 a 12 mg/kg. En los experimentos de lixiviación, las concentraciones de Zn varían de 0.003 a 0.025 mg/l, las de As varían de 0.003 a 0.050 mg/l, y las de Se varían de 0.002 a 0.005 mg/l. En el agua subterránea, las concentraciones de Zn varían de 0.07 a 0.48 mg/l, las de As varían de 0.009 a 0.500 mg/l, y las de Se varían de 0.002 a 0.045 mg/l. La combinación de los resultados de análisis químicos de muestras sólidas con las de los experimentos de lixiviación y los datos químicos de los piezómetros y del agua subterránea permiten caracterizar el comportamiento geoquímico de los jales mineros históricos y su impacto al agua subterránea de la región. Con esa información se podrán proponer algunas técnicas para la rehabilitación y restauración de los sitios con jales y evaluar la posible movilidad futura de metales en el agua subterránea.

GGA-30 CARTEL

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO: CASO DE DOS GEOSISTEMAS CON PROPIEDADES CONTRASTANTES

Miranda Martínez Ma. Eugenia y Klaudia Oleschko
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

Con el objetivo de caracterizar la estructura del suelo a diferentes escalas de observación, se monitorearon dos perfiles pedológicos, con propiedades contrastantes: sedimentos lacustres

del ex-lago de Texcoco y tepetates de la porción oriente de la cuenca de México. Se emplearon técnicas no invasivas de análisis multiescalar, tanto electromagnéticas (Radar de Penetración Terrestre, GPR y Reflectometría del Dominio del Tiempo, TDR), como micromorfológicas. Los resultados obtenidos se relacionaron con aquellas propiedades físicas del suelo, que dependen directamente de su arreglo estructural (densidad aparente y resistencia mecánica).

El análisis fractal, se aplicó a imágenes multiescales obtenidas mediante las técnicas mencionadas anteriormente, incluyendo fotografías de láminas delgadas, georadargramas y cartas morfopedológicas detalladas que reflejan la distribución del tepetate en el área.

Las dimensiones de masa fractal de poros y sólidos, fueron indicadores propuestos como parámetros que describen la estructura del suelo.

Se observó que la dimensión de la masa fractal de los diversos horizontes del suelo es distinta, siendo un indicador de los procesos genéticos típicos para cada uno de ellos, así como del grado de intemperismo al que han estado sometidos. Aquellos horizontes que presentan los valores más altos de dimensión de la masa fractal de sólidos, son los más densos y se encuentran a mayor profundidad dentro del perfil, por lo tanto los flujos de masa y energía que alcanzan estas capas son mínimos, en comparación con los horizontes superficiales, lo que se refleja en la menor alteración de sus componentes sólidos. El fenómeno contrario, ocurre en aquellos materiales que se localizan en la superficie y en consecuencia están más alterados, presentando los mayores valores de dimensión de la masa fractal, del conjunto de poros.

GGA-31 CARTEL

EL SERVICIO GEOLÓGICO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. ANTECEDENTES, FUNCIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS

Rodríguez S.R., García-Palomo A., Garrido-Pérez A., Tapia-Varela G., López-Miguel C., Santoyo M.A., Cárdenas-Monroy C. y Yussim-Guarneros S.

Servicio Geológico Metropolitano, Instituto de Geología, UNAM

El Servicio Geológico Metropolitano (SEGEOMET) es un organismo dependiente del Instituto de Geología de la UNAM, creado a partir de un convenio con la Dirección General de Protección Civil del DF en enero de 1999. Sus objetivos son concentrar y procesar información geológica existente, así como generar información nueva de carácter geocientífico y técnico que ayude al mejor conocimiento de las características geológicas del área metropolitana. Entre estas destacan las que representan algún tipo de peligro para la población, las que proporcionan datos objetivos para la evaluación del impacto ambiental, y aquellas relacionadas con la prevención y mitigación de riesgos potenciales.

Los objetivos del SEGEOMET han sido fundamentalmente la compilación y procesamiento de información geocientífica, así como la creación de bases de datos usando un Sistema de Información Geográfica (SIG) como plataforma de trabajo.

En este trabajo se presentan tres aspectos fundamentales que se han desarrollado en el SEGEOMET: 1) Un mapa geológico de la parte sur y central de la Cuenca de México, el cual, a diferencia de

otros mapas geológicos realizados con anterioridad por otros autores, no agrupa los depósitos en unidades litoestratigráficas, sino que se refiere a depósitos volcánicos o volcanosedimentarios asociados a un centro eruptivo o a un proceso en particular. Esto permite reconocer con más detalle los cambios horizontales y verticales característicos de los ambientes de depósito en zonas de intensa actividad volcánica. 2) El estudio a detalle de una zona en la sierra de Santa Catarina en la delegación Iztapalapa y su aplicación a la evaluación de los peligros geológicos en el área. El impacto que este estudio ha tenido en la planeación urbana y la mitigación de los riesgos existentes mediante la reubicación de viviendas afectadas o la construcción de obras de protección, ha derivado en el planteamiento de una metodología para el análisis de peligros geológicos en este tipo de terrenos, la cual consiste en el análisis de las propiedades del material geológico (p. Ejemp. Lavas y material piroclástico), estabilidad de pendientes y cauces de arroyos 3) Una zonificación del peligro sísmico basado en valores de pseudoaceleración para dos tipos de sismos: Michoacán, 1985, e Izúcar de Matamoros. Estos mapas de peligro sísmico son el resultado de la compilación de información generada con anterioridad por otros investigadores en el área de la sismología.

Una de las actividades fundamentales de cualquier Servicio Geológico es la elaboración de mapas, los que se presentan en este trabajo constituyen los primeros aportes del SEGEOMET para la creación de una base de datos que permita generar la información necesaria para la toma de decisiones en aspectos tan importantes como la protección civil en la Ciudad de México.

GGA-32 CARTEL

BIOGEOCHEMISTRY OF THE INTERSTITIAL WATER IN THE SILT-WATER INTERFACE IN LAKE CHAPALA, MEXICO (PROJECTS ECOS M95-U01 AND SIMORELOS 970306003)

P. F. Zárate-del Valle¹, N. Ríos-Donato¹ and M. Avila-Rodríguez²

¹ CUCEI, Universidad de Guadalajara

E-mail: pzarate@ccip.udg.mx

² Universidad de Guanajuato

E-mail: avilam@quijote.ugto.mx

Lake Chapala (LCH) it is a tropical lake affected by two-fold antropic way: 1) eutrofication process and 2) an important reduction, in time, of the flow of water surrendered by their main feeder: the Río Lerma and, for consequence, for a decrease in depth. The eutroficación of an ecosystem results in: to) excessive production of organic matter; b) increase in the reproduction of microorganisms; c) anoxic conditions in the base of the column of water (silt-water interface). The above-mentioned increases the indexes of contamination since they alter, the natural cycles of nitrogen, phosphore, carbon and sulfur transforming them into noxious chemical elements. Solids dissolved in water of LCH are as follows (Limón et al., 1988): a) Total Inorganic phosphore: 800 mg/l; b) the concentration average of sulfate: 49 mg/l; c) the nitrogen concentrations: 145 ammonia nitrogen of mg/l, 367 nitrogen of nitrates mg/l, and 705 mg/l of organic nitrogen.

The bottom of the column of water of the LCH rests on the shallow silt which is characterized to contain 80% of humidity and 4% of organic matter (C. Parron pers. com., H.U. Ramírez-Sánchez,

pers. com.: CEREGE, France) and to be formed by: silicates (feldspaths and clays), quartz, calcium and magnesium carbonates and titanium oxide (Solana-Espinoza et al., 1998).

It is known that the indexes of contamination of the water of a lake, are increased in the silt-water interface, since it is the place where the noxious substances are temporarily adsorbed; this biochemical process is ignored in the LCH. Actually, this investigation is developed at different depths with intervals of 1m. To determine the chemical activity in the interface silt-water, the interstitial water is extracted and it is analyzed to quantify the presence of: nitrates, nitrites, ammonia, total nitrogen, ortophosphates, total phosphore, sulfurs, solids in suspension, total solids, non filterable solids, biochemistry oxygen demand (BOD), enzymatic activity, alkalinity, fluorine and the following metals: Cu, Zn, Cd, As, Sb, Pb, Fe. Chemical and biological components of interstitial water are needed to obtain the concentration gradients that control the difussion of nutrients fluxes within sediments.

References

- Limón M. J.G., Lind O., Vodopich D., Doyle R., Trotter B.G., 1988, Arc. Hydrobiol. EUA.
- Solana-Espinosa G., Israde I., De Anda J., Zárate-del Valle P.F., 1998. Geochemistry and micropaleontology data at Chapala Lake, Jalisco, Western Mexico (ECOS M95-U01 & SIMORELOS 970306003 projects in progress; 1ra. Reunión Nal., de Ciencias de la Tierra, Soc. Geol. Mex.).

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LAS SALMUERAS DEL YACIMIENTO PETROLERO DEL ACTIVO DE PRODUCCIÓN LUNA, TABASCO, MÉXICO

P. Birkle¹ y A.L. Cid Vázquez²

¹ Gerencia de Geotermia, IIE

E-mail: birkle@iie.org.mx

² Diseño de Pozos e Instalaciones, Activo Luna, Exploración y Producción, PEMEX

Aparte de los hidrocarburos como producto esencial, los pozos productores en yacimientos petroleros explotan salmueras, las cuales se consideran como un producto residual sin valor comercial. El método común para el manejo de las salmueras en la superficie es su reinyección al subsuelo, principalmente para evitar su impacto en el ambiente superficial. En el caso del Activo de Producción Luna, altas presiones en el yacimiento petrolero en una profundidad entre 5000 y 6000 m excluyen el método de la reinyección por razones técnicas. Como alternativas queda el desecho de las salmueras en la superficie con un posible tratamiento previo. Este estudio comprende una evaluación del riesgo de las salmueras para el ambiente, la normatividad aplicable para el desecho de salmueras, así como propuestas técnicas para su tratamiento.

En el caso del Activo Luna, las concentraciones de una variedad de elementos tóxicos (Cr, Cd, F, Ni, As, Se, Tl, Ba, Ag, Fe, B) de las salmueras rebasan drásticamente los límites máximos permisibles para su desecho directo a sistemas hidrológicos superficiales. En el caso del boro, concentraciones máximas de 397 mg/l rebasan hasta 30,000 veces los límites permisibles de la norma nacional NOM-001-ECOL-1996. Aparte de las altas concentraciones, la opción del desecho de las salmueras al Golfo de México se excluye por, a) la poca profundidad y la plana morfología del mar, la cual causa poca dispersión de la pluma de contaminación concentrada y, b) la alta densidad de los fluidos con el descenso inmediato de la salmuera al fondo del mar y la destrucción de la fauna y flora bentónica.

Las técnicas convencionales de tratamiento, como son la ósmosis inversa, la filtración, la aeración, la flotación, la precipitación química y el tratamiento microbiológico permite la eliminación de la mayoría de los metales pesados y de los compuestos orgánicos, pero no eliminan los iones de alta solubilidad, como Na, Cl, Li, Br y B. Su aplicación no cumplirá con los límites máximos permisibles de las normas nacionales. Como una alternativa al desecho de las salmueras al Golfo de México, se propone su evaporación total en estanques solares o por sistemas de evaporadores/cristalizadores industriales. Debido a la eliminación total de la salmuera, ambas técnicas no requieren del trámite del permiso del desecho. El precipitado residual, acumulado durante el proceso de evaporación, se deposita en un relleno sanitario o se comercializa por su contenido de sales y elementos traza.

COMPONENTES SEDIMENTARIOS DEL NORTE GOLFO DE CALIFORNIA: GEOQUÍMICA INORGÁNICA

S.E. Ramos Sánchez, L.W. Daesslé, J.D. Carriquiry y V.F. Camacho-Ibar

División de Geoquímica Ambiental, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

El estudio geoquímico de los sedimentos en el Norte Golfo de California (NGC), es una herramienta importante para elucidar los procesos recientes de sedimentación en el área; especialmente tras la interrupción del flujo del Río Colorado hacia el NGC y la reciente alteración del transporte sedimentario en la zona.

En el presente estudio se analizaron mediante espectrometría de emisión atómica (ICP-AES) 54 muestras de sedimentos superficiales del NGC, en la región que comprende desde la Isla Montague al Norte, hasta las grandes Islas al Sur. Las concentraciones de elementos como Al, Fe, Cu, Mg, V y Zn incrementan significativamente hacia la costa de Baja California, con máximos frente a Puertecitos y Bahía Gonzaga y, en menor proporción, frente a la costa SW de Sonora. Sin embargo, las máximas concentraciones de Mn (922 ppm) se localizan al oriente de la Isla Angel de la Guarda y no directamente adyacentes a la costa de Baja California. Las máximas concentraciones de Ca y Sr se localizan en las aguas someras de Bahía Adair y al SE del área de estudio, adyacente a las grandes islas. Comparado con el anómalo gradiente de P frente a Bahía Tepoca en Sonora (0.1 a 0.7%), la distribución regional de este elemento en el NGC no presenta variaciones significativas. Las máximas concentraciones de Ba (1120 ppm), se localizan en las aguas profundas al SE del área de estudio y adyacentes al Arroyo Concepción (Sonora).

Mediante el análisis de componentes principales (CP), se identifican 3 CP responsables por el 71% de la varianza total: El CP-1, con cargas significativas de Al, Fe, Cu, Cr, La, Mg, Ni, V, Zn y Mn, es responsable por el 54% de la varianza total y es interpretado como el componente terrígeno de los sedimentos. El CP-2, con cargas significativas de Ca, Sr y Mn, es responsable por el 16% de la varianza y es interpretado como un componente de carbonatos. El CP-3 agrupa al Ba y P, siendo responsable solamente por el 1% de la varianza total. De los elementos estudiados, el Mn parece ser el mejor indicador de la resuspensión y la ruta de transporte de sedimentos a partir de la desembocadura del delta del Río Colorado y las zonas someras al NW del NGC, hacia la Cuenca Delfín.

GEOQP-03

GEOQUÍMICA DE LOS ELEMENTOS MAYORES Y TRAZA EN LOS SEDIMENTOS DE AMBIENTES HIPERSALINOS (ESTANQUES DE CONCENTRACIÓN DE LA EXPORTADORA DE SAL, GUERRERO NEGRO, B.C.S.)

Choumiline E., Grajeda Muñoz M., Smith R., Windom H., Sapozhnikov D., Godínez Orta L., Nikolayeva N., Derkachev A. y Rodríguez Figueroa G.
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

La geoquímica de los ambientes hipersalinos no ha recibido la atención suficiente para caracterizar cualitativamente el comportamiento de los elementos en estos sistemas. Para contribuir a su entendimiento, hemos estudiado la composición del material sedimentario, depositado en el fondo de los estanques artificiales de la empresa Exportadora de Sal, productora de cloruro de sodio por evaporación del agua de mar. Las muestras se colectaron en doce estanques de concentración a lo largo de un gradiente de salinidad entre 40 ppt y 250 ppt.

Los datos granulométricos y mineralógicos, así como los cambios encontrados en la composición química de los sedimentos superficiales versus el contenido de sales en las salmueras de los estanques de concentración sugieren que el material terrígeno y biogénico marino, enriquecido en Al y Fe, que se acumula en los primeros dos estanques, se sustituye gradualmente por los carbonatos de calcio autógenos (estanques 3 y 4), seguido por la formación de una capa gruesa de alfombras bacterianas con alto contenido de carbono orgánico (estanques 4 y 5) y después por la formación de yeso y anhidrita.

Estos procesos llevan a la disminución gradual de la concentración de la mayoría de los elementos traza (Cs, Sc, Cr, Ni, Co, Cu, U, Zn, Cd, Pb y Hg) a lo largo del gradiente de contenido de sales en las salmueras de los estanques de concentración. Los contenidos de Al, Fe, Mn, Co, V, Rb, Th y Hf en los sedimentos siguen la tendencia de disminución entre 40 y 90 ppt, pero nuevamente incrementan sus niveles en los estanques 8-9, probablemente debido al aporte eólico de área, el cuales evidente por la presencia de cuarzo.

La curva de los contenidos de calcio vs salinidad se caracteriza por la existencia de dos zonas de alto contenido de este elemento en los sedimentos relacionados con la precipitación de los carbonatos de calcio biogénicos y autógenos entre las salinidades 40 y 80 ppt y con la formación de yeso y anhidrita autógenos en el rango de salinidades de 100 a 170 ppt. El Mg, Ba y U muestran sus concentraciones máximas en sedimentos cerca de 60-80 ppt, aparentemente debido a su coprecipitación con los carbonatos de calcio y sus niveles disminuyen en los sedimentos de los estanques con más alta salinidad.

Los contenidos de Corg, Na, Br and As en los sedimentos a diferencia de otros elementos muestran valores máximos en salinidades ca. 100 ppt en los estanques con gran abundancia de alfombras bacterianas y probablemente están controlados por la porosidad del material sedimentario.

Los contenidos de los elementos de importancia ambiental Pb, Zn, Cr, Cu, Ni, Co y Hg en los sedimentos de los estanques 1 y 2 se encuentran en niveles similares a los de los sedimentos costeros

no afectados por la contaminación antropogénica y son mucho menores en otros estanques de concentración, debido a que el material sedimentario terrígeno y biogénico marino aportado al sistema de los estanques por agua de bombeo se diluye por los minerales autógenos (carbonato de calcio, yeso y anhidrita) que se forman y se precipitan durante el proceso de evaporación.

GEOQP-04

ELEMENTOS TRAZA EN EL AMBIENTE SEDIMENTARIO DEL COMPLEJO LAGUNAR BAHÍA MAGDALENA-BAHÍA ALMEJAS, B.C.S. MEXICO

Rodríguez-Meza G.¹, E. Shumilin¹, D. Sapozhnikov², S. Lutsarev² y V.R. Magallanes¹

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

E-mail: eshumili@redipn.ipn.mx

² Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadski, Moscú, Rusia

E-mail: sapozh@chat.ru

³ Instituto de Oceanología de P.P. Shirshov, Moscú, Rusia

El complejo lagunar Bahía Magdalena se destaca por su alta productividad biológica e importancia ecológica. La región se divide en la zona de canales (noroeste), la zona de Bahía Magdalena (central) y la zona de Bahía Almejas (sureste). El presente trabajo se realiza con el objeto de establecer una línea de concentración de carbono orgánico, carbonatos y 36 elementos traza en 110 muestras de sedimentos superficiales del complejo lagunar, además, definir asociaciones entre los elementos, así como los patrones de distribución espacial de concentración. El tratamiento estadístico consiste del análisis de factores, coeficiente de correlación, factor de enriquecimiento (FE) y de normalización. Los contenidos promedio encontrados en los sedimentos de esta área son similares a la concentración que Taylor (1964) señala para la corteza continental, a excepción de Se, As y Sb cuyo factor de enriquecimiento es mayor a la unidad y se atribuye al aporte de material terrígeno proveniente de la erosión de las rocas sedimentarias marinas e ígneas en los alrededores. El análisis de factores define dos tipos de asociación entre los elementos: a) Sc, U, Hf, Zr y los lantanidos (50% de la varianza), que presentan concentraciones altas en la zona de Bahía Almejas, adyacente a la línea de costa y en la zona de canales (noroeste); b) carbono orgánico, carbonatos, Na, K, Rb, Ca, Sr, Ba, Cr, Fe, Co, Ni, Se, As, Th y Br (32% de la varianza), para los cuales, los puntos de acumulación son mas dispersos y se presentan en la zona de Bahía Almejas y adyacentes a la Isla Santa Margarita e Isla Magdalena. Los resultados indican que las concentraciones de los elementos en sedimentos y las distribuciones especiales que presentan son características de ambientes naturales y están influenciados por la batimetría y la dinámica del sistema (flujo de marea, corriente, oleaje).

GEOQP-05

METALES PESADOS EN LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL DISTRITO MINERO DE SANTA ROSALIA, B.C.S.

Rodríguez Figueroa G.¹, Shumilin E.¹, Morton Bermea O.²,
Lounejeva Baturina E.³, Hernández E.², Sapozhnikov D.⁴ y
Kot F.⁵

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM

⁴ Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I.Vernadsky,
Moscú, Rusia

⁵ Instituto de Problemas Ecológicos del Agua, Khabarovsk, Rusia

Anteriormente hemos reportado (Rodríguez-Figueroa *et al.*, 1998) sobre la existencia de las concentraciones anómalas de algunos metales pesados en sedimentos acumulados en el Golfo de California frente a los abanico- deltas de Santa Rosalía y San Luciano, situados en la costa oriental de la península de Baja California.

Actualmente hemos realizado el estudio geoquímico más amplio de la composición química de los sedimentos de los principales arroyos, depósitos de los desechos sólidos, sedimentos de la playa y sedimentos marinos del distrito minero de Santa Rosalía, usando el conjunto de diferentes los métodos del análisis (ICP-MS, espectrofotometría de la absorción atómica y activación neutrónica instrumental). Los nuevos datos obtenidos permiten descubrir la escala del impacto antropogénico, caracterizar los rangos de las concentraciones de los elementos anómalos (Cu, Zn, Pb, Co, Ba, Mn y Hg) en diferentes materiales sedimentarios e indicar las zonas con mayor contaminación antropogénica. Estas incluyen la darsena del puerto de Santa Rosalía, las arenas de la cara de la playa y las desembocaduras de los arroyos Santa Agueda y El Boleo influenciados por los aportes desde las zonas contaminadas tales como la presa de jales, depósitos de los desechos sólidos y minas del cobre abandonadas.

GEOQP-06

GEOCHEMISTRY OF SHALLOW SEDIMENTS AT CHAPALA LAKE, WESTERN MEXICO (ECOS M95U01 AND SIMORELOS 970306003 PROJECTS)

Zarate-Del Valle P.F.¹, Israde I.², Solana-Espinosa G.³, Parron C.⁴, Ramirez-Sanchez H.U.¹⁻⁴⁻⁵, Michaud F.⁶, Fernex F.⁵ and De
Anda, J.⁷

¹ CUCEI, Universidad de Guadalajara

² UMSNH

E-mail: aisrade@zeus.ccu.umich.mx

³ CIQI, Universidad de Guanajuato

⁴ CEREGE

⁵ Lab. de Geochimie Isotopique, Faculté de Sciences de
l'Université de Nice

⁶ Lab. de Géodynamique sous marine

⁷ CIATEJ, A.C.

By AAE and XRD methods the first two meters of the bottom of Chapala Lake (**ChL**) were chemical analyzed. Humidity (85%-77.75%) and organic matter content in shallow sediments decrease with deep. The chemical contents, as oxydes, is as follows:

	EASTERN SECTOR	CENTRAL SECTOR	WESTERN SECTOR
Oxydes	%	%	%
SiO ₂	48.55	56.33	57.27
Al ₂ O ₃	23.10	16.8	16.93
Fe ₂ O ₃	7.55	6.53	6.17
CaO	3.25	2.03	2.43
MgO	1.95	2.0	1.87
K ₂ O	1.3	1.63	1.53
Na ₂ O	.65	0.87	1.8
TiO ₂	.95	1.13	1.17
P.P.C.	12.45	12.33	10.6
TOTAL	99.75	99.65	99.77
Trace Metals:	Zr, Sr, Rb, Zn, Cu, Ni, Au, Pb, Nb.		

The distribution of mineralogical contents is as follows:

Mineralogy	%	%	%
Andesine [Si ₂ (Si,Al)O ₈](Na,Ca)	14.23	13.9	23.17
Ortose: [Si ₃ AlO ₈]K	7.5	9.7	9.1
Clays	46.23	36.93	32.33
Silice: (SiO ₂)	14.17	25.6	23
Carbonates: (CaCO ₃ + MgCO ₃)	5.3	1.73	1.93
Fe ₂ O ₃	7.1	6.4	6.17
TiO ₂	0.86	1.13	1.17
Organic Matter	4.1	3.5	2.2
TOTAL	99.49	98.89	99.07

Very scare fluorapatite was detected as an only nodule of 1 cm in diameter at a deep of 66-68 cm.

The scarcity of diatom in shallow sediments until a depth of 1.5m in Lake Chapala possibly is due to chemical changes (pH?) of both silt and water that avoid their conservation. However, diatoms are abundant in some deeper horizons.

Pollen is present and species located close to the basin were identified: *Pinos*, *Quercus*, *Chenopodiaceas*, *Amarantaceas*; *Pediastrum*, *Coeleastrum*, *Botriococcus* and *Curvularia*, *Fusarium* and *Alternaria*. The provenance of *Chenopodiaceas* and *Amarantaceas* (evidencing arid conditions) is located at 15 km east of **ChL** in San Marcos seasonal endorreic saline basin.

The rate of phosphorus accumulation was analyzed and data gotten shows that phosphorus average concentration in shallow sediments is about 857.7 mg/kg of P (dry base), suggesting that the bottom of the lake may constitute an important internal source of this nutrient to the lake.

GEOQP-07

LÍMITE DEL CRATÓN NORTEAMERICANO EN EL NW DE MÉXICO A PARTIR DE ISÓTOPOS DE SR Y ND EN ROCAS GRANÍTICAS

Martín Valencia Moreno

Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

Afloramientos de rocas precámbricas cristalinas del cratón de Norte América ocurren en el noroeste de México, particularmente en el noroeste de Sonora y en menor proporción en la región noreste de Sonora y norte de Chihuahua. Los argumentos geológicos

sugieren que el límite de dicho cratón se extiende en dirección E-W por la parte central de Sonora; sin embargo, la configuración del mismo es difícil debido a la falta de afloramientos de las rocas basamento en esta región. Recientemente inferencias sobre la naturaleza de basamentos no expuestos son hechas a partir de la composición isotópica inicial de magmas graníticos, asumiendo que éstos derivan de magmas originalmente generados por fusión parcial del manto superior, los cuales son posteriormente contaminados por asimilación cortical. De acuerdo a su naturaleza, la corteza asimilada modifica la composición geoquímica del magma, imprimiendo una firma característica la cual puede brindar evidencias sobre la composición del basamento intrusivo. De acuerdo a lo anterior, y debido a la abundancia de estas rocas en el noroeste de México, esta técnica permitiría evaluar de una manera razonable la posición del límite sur del cratón Precámbrico.

En general, los datos isotópicos disponibles muestran firmas con estroncio más radiogénico hacia la parte norte y menos radiogénico hacia el sur. De manera similar, las relaciones isotópicas de neodimio también indican una variación N-S, con firmas de epsilon Nd más negativas en el norte de Sonora, haciéndose positivas hacia el norte de Sinaloa. Para el oeste de Norte América, el borde del cratón ha sido caracterizado por un contorno con una relación inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0.706. Aunque aún no se tienen datos suficientes, las composiciones isotópicas de las rocas graníticas en el noroeste de México presentan una variación sistemática la cual sugiere que una línea $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.706$ puede trazarse por la parte centro-sur de Sonora. Este valor parece corresponder con un valor de epsilon neodimio de alrededor de -3.5. En general ambos sistemas isotópicos indican que el borde del cratón Precámbrico se extiende cercano a la latitud 28° N en dirección E-W, desde el extremo oriental de Sonora, curvándose hacia el NW en la costa de Sonora un poco al norte de Guaymas, y extendiéndose en esa dirección a lo largo del batolito costero entre Bahía Kino y Puerto Libertad hacia el extremo NW de Sonora. Dicha línea se localiza entre 50 y 100 km al sur del límite tectónico entre las secuencias de mar profundo y mar somero del paleozoico. De acuerdo con el modelo propuesto para el suroeste de los Estados Unidos, la proyección de esta línea se encuentra truncada en el sur de California por fallas laterales del Cenozoico tardío, incluyendo la falla de San Andrés.

GEOQP-08

AFINIDADES GEOQUÍMICA Y TECTÓNICA DEL BASAMENTO EN EL BLOQUE DE YUCATÁN

Pedro Vera Sánchez

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

Se infiere la naturaleza petrológica y tectónica del basamento cristalino en el bloque de Yucatán. Muestrado por el evento de impacto Chicxulub, el basamento esta constituido por cuerpos batolíticos de granito. Los análisis Petrográficos y geoquímicos por elementos traza y mayores en fragmentos provenientes de la brecha suevítica recuperada durante las campañas de perforación de la UNAM y PEMEX, muestran que las rocas de Yucatán son granodioritas, cuarzomonzonitas y granitos. Los rangos de SiO_2 son de 48.48-67.375, indicando una composición subalcalina que va de intermedia a ácida con $\text{K}_2\text{O} < \text{Na}_2\text{O}$ (Calcoalcalina), consistentes con las determinaciones petrográficas. A partir de gráficos del tipo Harker, se observan tendencias lineales de pendiente negativa poco pronunciadas y bien definidas para: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 y MgO ; tendencias menos marcadas pero reconocibles en MnO , P_2O_5 y

CaO ; no así para K_2O y Na_2O en los cuales la dispersión es grande. En el caso de los elementos traza, al igual que con los elementos mayores, se graficaron contra SiO_2 . Destacándose la separación en dos grupos muy claros al utilizar Th, Y, Hf, Nb, Zr. Por un lado parte de las muestras correspondientes a las áreas de correlación utilizadas dentro del mismo ente tectónico y un segundo grupo, el de Yucatán y el resto de las muestras de correlación, este último si bien es cierto que presenta un rango mayor de sílice (48.48 73.92), también lo es el hecho de que comprende tres tipos litológicos principales cuarzomonzonitas, granodioritas y granitos. En cuanto al grado y tipo de alteración que presentan, ocasiona entre otras cosas pérdidas de SiO_2 como se discutirá adelante. Considerando ahora los álcalis totales, se utilizó un gráfico de estos contra $\text{Y} + \text{Th} + \text{Nb}$ el resultado evidencia la afinidad ya mencionada antes y deja clara la naturaleza dispar entre los dos grupos, la separación esta dada por las variaciones en los elementos traza, es decir que las diferencias se deben a su carácter petrogenético, y no a la historia post-emplazamiento de los cuerpos plutónicos. El contenido de tierras raras totales es menor (16.96 116.26) que las provenientes de las áreas de correlación (73.11 144.09). La relación $(\text{La}/\text{Lu})^*$ es coincidente únicamente para tres de las cuatro muestras de Yucatán (1.06 5.22) analizadas con aquellas de referencia (5.23 17.9), la diferencia en pendiente se atribuye a la presencia de alteraciones post impacto en Yucatán, lo que provocó la disminución general de REE, así como la movilización de SiO_2 . De acuerdo con trabajos previos, los tipos de alteraciones presentes pueden definirse como cloritización y sericitización en menor proporción, ambos tipos coincidentes con las alteraciones hidrotermales post-impacto descritas en la literatura. Un tipo de alteración adicional puede considerarse la fenitización (metasomatismo peralcalino) que ocasiona principalmente la remobilización de SiO_2 y LREE. Otro parámetro modificado, es la anomalía de europio, si consideramos la hipótesis de que las muestras de Yucatán y LGmMPR son la misma unidad, entonces la pérdida casi total de la anomalía $(\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.67\text{ }0.98)$, lo que indica una anomalía negativa muy pequeña) en las muestras de Yucatán se debe precisamente a dichos procesos de alteración.

Posteriormente, se realizó una comparación de las muestras tomando en cuenta su naturaleza litológica, edad y posición estratigráfica. Demostrando que existe no solo una estrecha afinidad geoquímica sino también genética, por lo que es probable que las unidades Paleozoicas de las Montañas Mayas se extienden a todo el Bloque de Yucatán, y que dichas unidades sean el resultado de un evento colisional ocurrido en un período de tiempo ubicado entre las orogenias Taconica y Acadina.

Así, el ambiente tectónico probable de emplazamiento de los cuerpos plutónicos que conforman parte del basamento, como granitos de arco volcánico, granitos sin colisionales y post colisionales. El conjunto de muestras geoquímicamente afines, permiten establecer claramente una secuencia de emplazamientos plutónicos relacionadas a colisión. En este punto resulta importante destacar que por las edades reportadas el evento de colisión tuvo lugar hace 418 m.a. aproximadamente (Silurico Tardío).

ESTUDIO GEOQUÍMICO PRELIMINAR DE ROCAS VOLCANICAS PRE-OXFORDIANAS DEL CENTRO Y NORESTE DE MÉXICO

Martín Gómez-Anguiano¹ y J. Rafael Barboza-Gudino²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UANL

² Instituto de Geología, UASLP

En las provincias fisiográficas de la Mesa Central y Planicie Costera del Golfo de México afloran secuencias de rocas volcánicas pre-Oxfordianas, localizadas al sur de la aparente traza de la megacizalla Mojave-Sonora. Algunas de las secuencias se encuentran localizadas en los estados de Zacatecas-San Luis Potosí (Peñón Blanco), San Luis Potosí (Presa de Santa Gertrudis, Charcas y Sierra de Catorce), Nuevo León (Aramberri y Galeana) y Tamaulipas (Cañón del Huizachal).

Se efectuaron análisis geoquímicos por óxidos mayores, elementos traza y tierras raras con el objetivo de inferir o interpretar el ambiente tectónico en que estas rocas fueron emplazadas.

En general este tipo de rocas de las localidades mencionadas poseen un carácter predominantemente calco-alcálido y en su mayoría muestran características geoquímicas que relacionan su formación a un ambiente de arco volcánico continental.

La caracterización geoquímica preliminar de rocas volcánicas pre-Oxfordianas mostró lo siguiente. En el diagrama de «TAS» graficaron como rocas de composición intermedia a ácida (traquiandesitas y riolitas), clasificación que concuerda con los análisis petrográficos de estas rocas. En los diagramas de Harker estas muestran tendencias negativas en la mayoría de los óxidos mayores a excepción del K₂O que muestra tendencia positiva, patrones típicos de rocas generadas en ambientes de zonas de subducción.

Análisis de tierras raras muestran un patrón gráfico muy similar, enriquecimiento en tierras raras ligeras (LREE) en relación al contenido de tierras raras pesadas (HREE). Otra característica es la ausencia de anomalías, mostrando en algunos casos sólo pequeñas anomalías de Eu en forma negativa.

Otra característica común de las rocas analizadas es la respuesta en los diagramas tipo “spider” que muestran marcadas anomalías de Nb y Ta, que definen una clara tendencia típica de rocas generadas en un ambiente tectónico de zonas de arco volcánico continental.

La tendencia que muestra que este tipo de rocas volcánicas fueron emplazadas en un ambiente de arco volcánico continental es apoyada por diagramas de discriminación de ambientes tectónicos, como los diagramas de elementos traza más estables, basados en Th-Hf/3-Ta, en donde estas rocas graficaron en el campo de rocas calco-alcálicas de arcos volcánicos continentales, corroborando que efectivamente este tipo de rocas pertenecen al emplazamiento de arco volcánico continental en el diagrama de discriminación de Rb vs Y + Nb, donde graficaron también en el campo para granitos de arco volcánico.

GEOCHEMISTRY OF THE ROSARITO BEACH FM., NORTHERN BAJA CALIFORNIA

L. Forsythe¹ and D. Pyle²

¹ Department of Geology, CICESE

E-mail: forsythe@cicese.mx

² College of Oceanic and Atmospheric Sciences, Oregon State University, Corvallis, OR, USA

The Rosarito Beach Formation crops out along the northern coast of Baja California from the city of Tijuana south to at least the city of Ensenada as a package of mafic lava flows and tuffs. K-Ar age dating suggests that volcanism in the area may have spanned at least 2 m.y. and been at least partially submarine. The age of volcanism, 14-16 Ma, lies within (toward the end of?) the transition period from subduction of the Farallon plate under the field area to welding of the Baja peninsula to the Pacific/Farallon remnants and jump of the North America/Pacific plate boundary eastward to the Gulf of California. Rosarito Beach is coeval to volcanism to the east of the Peninsular Ranges Batholith, such as the northern Sierra Juarez volcanic field, which has arc-like geochemical signatures (incompatible element enrichment and Nb anomalies) suggesting that either subduction processes or subduction-modified sources were involved in their evolution.

New trace element data is now available for representative Rosarito Beach basaltic andesite lavas which also suggest an enriched component such as subduction modified lithosphere may have been present. Extreme to moderate alteration in many of the lava units complicates understanding the source and processes involved in their formation and evolution but modeling now underway will hopefully provide a window through this alteration and allow better interpretation of the tectonic regime active during this time whether active or waning subduction, or alternatively an early extensional episode. If subduction related, then Rosarito Beach should represent a fore-arc facies of the coeval arc volcanism located in the northern Sierra Juarez.

MIGMATITAS EN EL FLANCO ORIENTAL DEL BLOQUE DE LOS CABOS, B.C.S., MÉXICO

Jose Antonio Perez Venzor

Depto. de Geología Marina, UABCS

E-mail: japerez@uabcs.mx

El trabajo describe las estructuras típicas de las migmatitas que afloran en el borde oriental del Bloque de Los Cabos, las cuales están asociadas a rocas metamórficas y rocas granitoides.

Las migmatitas descritas varían de matatexitas a ditexitas, su distribución es amplia y el desarrollo fue generalizado pero actualmente expuesto en sitios a diferentes niveles estructurales.

Las estructuras migmatíticas descritas están asociadas a rocas de metamorfismo de grado medio a grado alto así como a intrusivos de composición granítica (tonalita, granodiorita). Es común observar como las migmatitas matatexitas son cortadas por migmatitas diktoníticas; estas últimas presentan un neosoma leucocrático y estructuras de flujo bien desarrolladas.

Es posible reconocer en las migmatitas descritas toda una serie de estructuras desde estromatitas, agmatitas, patch, oftalmítica, diktoníticas, schollen, schilleren, nebulitas), en ocasiones es factible reconocer el paleosoma, la restita o residuo, su mesosoma y neosoma así como leucosoma y melanosoma.

En las migmatitas descritas se observa estructuras y rasgos que sugieren procesos de segregados metamórficos, migmatitas asociadas a deformación sinécticas, estructuras de flujo magmático típicas de migmatitas dytexiticas asociadas a procesos ígneos.

La interpretación de las estructuras de las migmatitas y sus relaciones de campo sugieren varios procesos en su formación reconociendo cuando menos dos episodios de formación, uno asociado al desarrollo de migmatitas tipo estromatítico en un sistema cerrado y donde el proceso de segregación metamórfica fue el dominante controlado posiblemente por la litología del protolito.

El segundo periodo de migmatización esta asociado a migmatitas con estructuras tipo dyktonítico y agmatitas que sugiere procesos asociadas a sistema abierto y con movilización de fundido indicando un origen ígneo.

La relación entre las rocas metamórficas y migmatitas es muy marcado en el caso de las migmatitas estromatíticas pero en el caso de las migmatitas diktoníticas la relación es mas incierta.

Con base en relaciones de campo se considera que el desarrollo de las migmatitas estromatíticas fue controlada por la litología del protolito que fue predominantemente político y cuarzo-feldespático las migmatitas posiblemente fueron desarrolladas bajo condiciones de metamorfismo de grado medio a grado alto. Mientras que las migmatitas con estructuras diktoníticas y agmatita están asociadas a migmatitas de origen intrusivo producto de fusión mas avanzado dixiticas y en donde el protolito es mas difícil de reconocer.

GEOQP-12

PLUTONISMO TERCIARIO DE LA CUENCA TLAXIACO OAXACA: PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA

Jorge Jacobo Albarrán
Gerencia de Geociencias, IMP

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIA, IPN

Afectando a la Cuenca Mesozoica de Tlaxiaco existen dos eventos magmáticos principales: uno de carácter volcánico que inicia aparentemente en el Eoceno y una fase de plutones. De estos últimos se presentan los resultados petrogenéticos, los cuales forman parte de un estudio geológico y geofísico realizado en el Instituto Mexicano del Petróleo.

Petrografía. Consisten de granodioritas de biotita-hornblenda y granitos de dos micas, las primeras estan formadas por cristales hipidiomórficos de cuarzo, plagioclasas sódicas, ortoclasa, biotita, hornblenda y escasos cristales de apatito, esfena y magnetita. Los granitos están integrados por feldespatos potásicos, plagioclasas sódicas sensiblemente caolinizadas, cuarzo anhedral, biotita y muscovita.

Edad de Emplazamiento. La edad fue determinada mediante el análisis isotópico K-Ar de cuatro muestras, dos fueron obtenidas en minerales de rocas magmáticas y dos en minerales de metamorfismo de contacto.

Muestra	Clasificación	Mineral	Edad en Ma.
10/1	Granodiorita	Hornblenda	27± 1
12/1	Granodiorita	Biotita	24± 1
3/1	Hornfels esquistoso	Muscovita	27± 1
16/1	Mármol	Flogopita	19± 1

GEOQUÍMICA. Son rocas sobresaturadas, su contenido de SiO₂ varía entre 65.99 y 67.53, definen una serie subalcalina de alto a moderado contenido de K₂O, la suma de alcalis (Na₂O +K₂O +CaO) en cada caso es menor que el contenido de la alúmina, por consiguiente se trata de rocas peraluminosas. Desde el punto de vista normativo (norma C.I.P.W.), el contenido de cuarzo(Q) e hiperstena (hy) varía de 18.20 a 23.23 y de 3.97 a 5.01 respectivamente.

Las tendencias generales de las variaciones petroquímicas de las rocas granitoides del terciario son típicas de las rocas calcoalcalinas, utilizando el diagrama de discriminación tectónica Rb vs Y + Nb se observa que las rocas corresponden a un ambiente de Granitos de Arco (VAG). En un diagrama de normalización de elementos en traza con respecto a las chondritas, se observa un patrón de orientación fraccionado fuertemente con un enriquecimiento en LILE y un empobrecimiento en elementos compatibles con evidentes anomalías negativas de Nb, P, y Ti características de las rocas orogénicas.

GEOQP-13

CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS TERCIARIAS DE LA REGIÓN CENTRAL-SURORIENTAL DEL ESTADO DE OAXACA Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD TECTÓNICA DEL SUR DE MÉXICO

Raymundo G. Martínez-Serrano¹, Gabriela Solís-Pichardo²,
Consuelo Macías-Romo² y José Luis Jiménez-Mendoza¹⁻³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

³ Facultad de Ingeniería, UNAM

Las rocas magmáticas terciarias de la Sierra Madre del Sur (SMS) se extienden hacia el sur, desde la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) hasta la Margen Continental de México. Estas rocas magmáticas aparecen en importantes afloramientos aislados, formando dos cinturones paralelos de orientación NW-SE, extendiéndose desde Michoacán hasta el SE de Oaxaca. El primero de ellos representado por una cadena de plutones predominantemente silícicos, que se extienden a lo largo de la Margen Continental. El segundo cinturón corresponde a rocas volcánicas e hipabisales de composición andesita-basáltica a riolítica, expuestas en afloramientos discontinuos entre la FVT y la Margen Continental, y que se ha denominado como Provincia Volcánica Terciaria del Sur de México (PVTSM).

En la región central - suroriental del Estado de Oaxaca existen afloramientos aislados de secuencias volcánicas terciarias pertenecientes a la PVTSM. Dichas secuencias están formadas por abundantes tobas riolíticas - dacíticas, algunos flujos de lava de andesita-basáltica y algunos depósitos lacustres intercalados. Esta

secuencia volcánica y sedimentaria está intrusada por numerosos diques andesítico-basálticos. Las edades K-Ar obtenidas en trabajos previos y en este estudio, de algunas de las rocas volcánicas, varían de 20.6 Ma. (cerca de la Ciudad de Oaxaca) a 15.0 Ma. (en Nejapa).

Los datos geoquímicos de las rocas volcánicas de la región de estudio muestran una composición bimodal (andesita-basáltica y riolita), con un carácter calcoalcalino y contenidos medios a altos de K, similares a los observados en otras secuencias de la PVTSM. Los patrones de elementos traza y tierras raras muestran un comportamiento típico de magmas pertenecientes a arcos volcánicos relacionados a procesos de subducción. Se observan también anomalías negativas de Eu en las rocas silíceas debido a probables procesos de cristalización fraccionada de plagioclasas. Las relaciones isotópicas iniciales de las rocas volcánicas: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y de Epsilon-Nd varían de 0.7048 a 0.7068 y de -1.37 a +1.31, respectivamente, indicando un mayor grado de contaminación o interacción de la corteza continental en la composición final de los magmas, en comparación con otras regiones de la PVTSM.

Las características geoquímicas, isotópicas y las edades de K-Ar encontradas, sugieren que las rocas volcánicas terciarias de la región de estudio formaban parte de un extenso arco magmático que existió en el sur de México y que fue fuertemente influenciado por las características litológicas del basamento pre-Terciario de cada región. Dicho arco se extinguió de manera gradual hacia el SE, donde las rocas volcánicas de la región de estudio representarían los últimos eventos magmáticos de este arco en el sur de México. Este hecho reforzaría la interpretación de que la extinción del magmatismo fue en gran medida determinado por el paso del punto triple que acompañó al Bloque de Chortis en su desplazamiento hacia el SE.

GEOQP-14

CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE LAS LAVAS DE LA FISURA “LAS CORONAS”, PUNTA MITA, NAYARIT

Arana-Salinas L., Prol-Ledesma R.M. y Cruz-Ocampo J.C.
Instituto de Geofísica, UNAM
E-mail: liliaas@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
E-mail: prol@servidor.unam.mx
E-mail: ccarlos@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx

La zona de estudio pertenece a la zona oeste del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Los basaltos forman parte del piso de las fisuras “Las Coronas”, en Punta Mita, Nayarit, para ser precisos en los límites del continente y la Bahía de Banderas. La fisura “Las Coronas” tiene una dirección N70°E, que es coincidente con un sistema de lineamientos en continente con dirección N68°E.

La cartografía geológica de las lavas indica que corresponde a un flujo poco estudiado en la zona, con estudios preliminares de petrografía se determinó que es un flujo basáltico, que contiene fases mineralógicas correspondientes a basaltos alcalinos.

Los minerales esenciales que constituyen estos basaltos son olivino, piroxenos (enstatita, hiperstena, diópsido, augita), feldespatos (albita, andesina, oligoclasa), y dentro de los minerales secundarios encontramos apatito y algunos óxidos de hierro como la hematita. Además tienen gran abundancia los minerales secundarios, entre los más abundantes tenemos carbonatos (calcita, aragonito), zeolitas, celadonita, barita, etc. que rellenan cavidades.

Estos minerales provienen sea de fluidos termales que circulan a través de la roca después de su solidificación y también proceden de agua de mar con la que se mezcla el fluido termal.

La norma de la roca es parcialmente diferente a su mineralogía. Los cálculos asumen que dentro de los minerales normativos más abundantes encontrados en Punta Mita son: plagioclasas y feldespato potásico (albita, anortita, ortoclasa), nefelina, piroxenos (wollastonita, enstatita), hiperstena, olivino, hematita y apatito. En especial las plagioclasas como la anortita quedan fuera del patrón que se observa en la petrografía, el cálculo de la norma, lo que refleja que existe un enriquecimiento de Ca, que es debido a la contaminación posterior del basalto, por intercambio de iones en el proceso hidrotermal al que está sujeto. En otros estudios de basaltos alcalinos tipo intraplaca, se reportan nefelina e hiperstena normativa, que son coincidentes con los basaltos de Punta Mita.

En general los minerales tales como el olivino, los piroxenos y la plagioclasa cálcica figuran entre los minerales esenciales que cristalizan primero, seguidos de plagioclasas sódico-cálcicas, feldespatos alcalinos y cuarzo. En los diagramas de Harker se observa que, debido a la sustracción de minerales ferromagnesianos y cálcicos, el magma residual se vuelve cada vez más rico en sílice, álcalis y elementos ligeros, de tal manera pudimos determinar la secuencia de cristalización de nuestras muestras.

Este magmatismo es generado por puntos calientes (basaltos continentales de intraplaca), que se generan por fisuras, los tipos de basaltos generados pertenecen a la serie de rocas OIB, que provienen de una fuente de manto fértil.

GEOQP-15

ESTUDIO PRELIMINAR PETROGRÁFICO Y DE INCLUSIONES FLUÍDAS EN VENTILAS HIDROTERMALES, PUNTA MITA, MÉXICO

Rubio-Ramos M.A. y Prol-Ledesma R.M.
Instituto de Geofísica, UNAM
E-mail: marrubio8021.yahoo.com.mx
E-mail: prol@servidor.unam.mx

Reciente actividad hidrotermal fue descubierta a mediados de 1997 por pescadores en la zona de Bahía de Banderas, Nayarit. Desde entonces diversos grupos han realizado esporádicas visitas de campo con el fin de recolectar muestras y efectuar mediciones en los sitios donde ocurren manifestaciones hidrotermales submarinas con el fin de determinar las condiciones físico-químicas bajo las cuales los fluidos provocan tanto alteración de las rocas adyacentes así como la precipitación y deposición de minerales de origen hidrotermal. Ubicados a 20°45'08" Latitud Norte y 105°28'30" Longitud Oeste, a escasos 20 metros de la línea costera y 11 metros de profundidad, al S/SO de Punta Pantoque, se encuentran en formación pequeñas chimeneas hidrotermales construidas sobre rocas volcánicas basálticas, aunque también ocurren emanaciones de dichos fluidos escapando del piso submarino arenoso poco consolidado. Ambos tipos de emisiones definen en conjunto una alineación con orientación general N68°E con aproximadamente 400 metros de longitud y la cual es subparalela a la Fisura de las Coronas (N70°E), siendo esta última una expresión estructural asociada a la tectónica extensional que ha tenido actividad reciente en forma de temblores sísmicos registrados en estaciones portátiles.

A escala regional, el área de interés esta alojada en la línea costera continental, en la parte limítrofe noroccidental del Subterreno Zihuatanejo, perteneciente al Terreno Guerrero, donde la tectónica transpresiva que impero en el occidente de México durante el Mioceno Tardío al Plioceno Temprano está íntimamente asociada a procesos de subducción o a la separación de la Península de Baja California de la placa continental y la apertura del Golfo de California. Sin embargo el régimen dinámico durante el Plioceno Tardío hasta el Cuaternario es tectónico extensional.

La geología en detalle de la zona no se ha realizado, sin embargo las sierras nororientales del área han sido catalogadas como graníticas con edades reportadas de 90-100 M.a., mientras que al norte se indican rocas basálticas con edades inciertas de 0.48 a 3.4 M.a. y flujos basálticos del área de Punta Mita con edades de 10.2 M.a. Adicionalmente se han descrito unidades terrígenas de reciente formación así como algunas unidades conglomeráticas.

El muestreo se realizó en rocas basálticas, chimeneas, brechas hidrotermales y material del suelo arenoso. Los flujos basálticos son de la serie alcalina y pertenecen a un ambiente magmático-tectónico de tipo OIB asociado a Islas oceánicas, presentan fuerte alteración con vesículas rellenas por celadonita, producto de la reacción del vidrio volcánico con fluidos marinos. Las chimeneas tienen una morfología irregular debido a los regímenes de corrientes submarinas y en algunos casos han sido totalmente destruidas por efecto de las tormentas características de la región. A escala microscópica consisten de finas laminaciones secuenciales de sulfuros de hierro, calcita, sílice y capas de material fosfático. Las brechas hidrotermales son de carácter explosivo y están conformadas por fragmentos subangulosos de diversa naturaleza, desde fragmentos de roca, conchas o esqueletos de organismos marinos hasta fragmentos de barita acicular intercristalizada con sulfuros de hierro e inclusive fragmentos de la chimenea original. En el caso de muestras recientes se ha identificado la presencia de analcima y debido a que se encuentra como una cobertura que afecta tanto al material arenoso como a chimeneas, es probable que sea producto de la depositación de minerales de origen hidrotermal y no como producto de la diagénesis de basaltos submarinos en los cuales esta prácticamente ausente.

La examinación petrográfica de las muestras permitió diferenciar tres grupos de inclusiones. El primer grupo corresponde a inclusiones primarias de hasta 30 micras de tamaño, con textura interna de "orange peel", de color anaranjado y origen magmático alojadas en fragmentos de plagioclasas. El segundo grupo corresponde a planos de inclusiones secundarias con tamaños de 5 a 10 micras, cocientes líquido/vapor consistentes y alojados en fragmentos de cuarzo, con temperaturas de homogeneización promediando 173 a 248°C y salinidad promedio de 12.8% eq. peso NaCl. Finalmente se identificaron escasas inclusiones primarias en calcita con temperaturas de homogeneización de 176°C y formación de clatratos de CO₂. Es importante considerar que las mediciones directas de las temperaturas a las que salen los fluidos hidrotermales promedian 85°C y no coinciden con las temperaturas obtenidas por microtermometría, sin embargo la petrografía de inclusiones fluidas en zonas de crecimiento con texturas radiales e indicativas de rápido enfriamiento confirman los datos obtenidos en temperaturas de homogeneización. La presencia de zeolitas del tipo analcima asociadas directamente a la calcita subedral que cementa las brechas y su ausencia en las muestras de basaltos sugiere que es de origen hidrotermal y no producto de diagénesis de basaltos submarinos.

La barita es un mineral de tercer orden de importancia y se presenta como finos y masivos agregados cristalinos intercristalizados con piritita framboidal de grano fino.

GEOQP-16

COMPORTAMIENTO ISOTÓPICO Y GEOQUÍMICO DEL CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO DE TENANGO, ESTADO DE MÉXICO (REGIÓN OCCIDENTAL DE LA SIERRA CHICHINAUTZIN)

Raymundo G. Martínez-Serrano¹, Gabriela Solís-Pichardo²,
Ma. del Sol Hernández-Bernal², Teodoro Hernández-Treviño¹ y
Juan Julio Morales-Contreras¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

La Faja Volcánica Transmexicana ha sido objeto de diversos estudios geológicos, geoquímicos, vulcanológicos, estructurales y tectónicos, desde hace más de 40 años. Sin embargo, debido a la complejidad de este arco magmático aún existen interrogantes como son determinar la procedencia de los magmas, definir los eventos petrogenéticos sufridos por los productos volcánicos, caracterizar los estados de deformación de los diferentes sistemas de fallas, entre otros. Con el fin de contribuir al entendimiento de la procedencia y posibles eventos petrogenéticos sufridos por los magmas de esta provincia volcánica se realizó, de manera detallada, una caracterización geoquímica e isotópica de la parte occidental de la Sierra Chichinautzin. El área de estudio está formada por cerca de 40 volcánes monogenéticos, compuestos por diversos materiales piroclásticos y algunas lavas. Esta área se encuentra limitada entre el valle de Toluca, Nevado de Toluca, y la Sierra de las Cruces.

La mayoría de los aparatos volcánicos corresponden a conos de escoria, pero algunos están representados por domos y lavas de fisura, cuyas edades (según Bloomfield en 1975) varían de 40,000 a 8,000 años (casi contemporáneos con los eventos finales del Nevado de Toluca). Las estructuras volcánicas de la región de estudio presentan una orientación preferencialmente E-W, aunque existe una orientación menor N-S en algunos conos. La orientación preferencial de los volcanes hace suponer la presencia de fallas normales asociadas, las cuales además pudieron facilitar el ascenso de los magmas de una manera más directa hacia la superficie. La composición petrográfica de las rocas volcánicas estudiadas es principalmente de andesita-basáltica de olivino y clinopiroxeno, y andesitas de ortopiroxeno y clinopiroxeno con textura afanítica dominante. También se presentan, esporádicamente, andesitas de hornblenda y lavas andesíticas de mezcla con la presencia de fenocristales de cuarzo y algunas veces de plagioclasa rodeados por aureolas de reacción de piroxenos; por ejemplo el Basalto Tenango (denominado por Bloomfield en 1974). En algunos fragmentos de escoria volcánicas se encuentra la presencia de enclaves de rocas graníticas, similares a las descritas por Márquez et al. en 1999 y que, aunados a la presencia de fenocristales de cuarzo con aureolas de reacción, podrían indicar la existencia de una cierta contaminación de magmas.

Los datos geoquímicos de las rocas volcánicas muestran un comportamiento calcoalcalino para la mayoría de las rocas, con valores de SiO₂ que varían de 52 a 63% en peso, similares a los observados en otras rocas de la Sierra Chichinautzin. Los patrones de elementos traza y tierras raras muestran un comportamiento también típico de magmas pertenecientes a arcos volcánicos

relacionados a procesos de subducción, y no se parecen a los resultados encontrados por Márquez et al. en 1999 para otras rocas de la Sierra Chichinautzin (magmas tipo OIB). En todas las rocas (basaltos y andesitas) de la región de estudio si se observan las anomalías típicas de Nb, Ti y Zr indicativas de magmas derivados de procesos de subducción. Las relaciones isotópicas iniciales de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y Epsilon-Nd de las rocas volcánicas, determinadas en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS) del Instituto de Geofísica de la UNAM, varían de 0.7037 a 0.7043 y de +3.76 a +6.85, respectivamente, las cuales comprobarían la existencia de un cierto grado de interacción de los magmas con rocas de la corteza. Fenómeno bien marcado en las rocas del Basalto Tenango que presentan evidentes signos de contaminación cortical (evidencias petrográficas e isotópicas). Las relaciones isotópicas de Sr y Nd determinadas en el LUGIS para las rocas de cada estructura volcánica son relativamente diferentes, lo cual puede ser una ayuda en la caracterización estratigráfica de las unidades volcánicas de la región.

GEOQP-17

PROVINCIA ALCALINA ORIENTAL MEXICANA (PAOM): CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES MAGMÁTICAS A TRAVÉS DE ANÁLISIS ISOTÓPICOS Y SU RELACIÓN GEODINÁMICA REGIONAL

Ramírez-Fernández J.A.^{1,2}, Romer R.², Viera-Décida F.¹ y Orozco-Esquivel M.T.³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² GeoForschungsZentrum, Potsdam, Alemania

³ UNICIT, UNAM

Campus Juriquilla, Querétaro, Qro., México

La PAOM se compone de por lo menos 8 diferentes centros magmáticos aislados entre sí, alineados NW-SE y con edades que van del Eoceno hasta el Cuaternario. En los complejos del norte predominan los cuerpos intrusivos, mientras que en la región central de la provincia los núcleos intrusivos están bordeados por productos preponderantemente efusivos. Hacia el sur solo afloran cuerpos volcánicos. De manera general los núcleos intrusivos se componen de rocas gabróicas hasta diferenciados sub- y sobresaturados; en las series volcánicas abundan basaltos alcalinos, pero también afloran diferenciados traquíticos y fonolíticos. Las ideas postuladas hasta el momento se basan en análisis de elementos mayores y trazas (incluyendo REE), pero prácticamente nulos estudios isotópicos. Estas apoyan la existencia de un magmatismo inicial (> 30 Ma?) con características geoquímicas relacionadas a un antiguo ambiente de subducción. Tal componente está presente especialmente en rocas intermedias a básicas, predominantemente en la región norte de la PAOM, desvaneciéndose paulatinamente hacia el sur hasta desaparecer. El magmatismo subsecuente (30-0.2 Ma) expresado en plutones y centros volcánicos, presenta características de intraplaca, mismas que predominan en la región sur de la provincia. El carácter alcalino y la asociación de magmas con componente de subducción y de intraplaca, ha llevado a buscar relaciones genéticas de la PAOM con el rift del Río Grande en los EEUU (e.g. Lawton & McMillan, 1999). De manera general se puede considerar que el magmatismo inicial se relaciona a la máxima penetración de la zona de subducción de la Placa Farallón hacia el Este. La regresión hacia el Oeste de este arco en el Oligoceno, pudo provocar un relajamiento cortical, así como el que el emplazamiento de celdas en el Manto astenosférico en la zona donde se encontraba la placa

subducida. Así, se sustituiría la generación de magmas por fluidos de deshidratación de la placa oceánica, por la formación de magmas por decompresión adiabática en la astenósfera o bien en la litosfera. En este proyecto aun en proceso se pretende caracterizar las fuentes magmáticas, así como los procesos que sufrieron los magmas durante el ascenso y/o emplazamiento. También se busca integrar en un modelo general los complejos Candela-Monclova, Picachos, San Carlos, Tamaulipas, Planicie de Tampico y Otontepec. Para tal fin se han llevado a cabo en el GFZ-Potsdam análisis de isótopos radiogénicos de Sr, Nd y Pb, así como de elementos mayores y traza de muestras selectas. Se presentarán los nuevos datos y su interpretación hacia el marco geodinámico del NE de México.

GEOQP-18

VULCANISMO ALCALINO DEL CENOZOICO TARDÍO EN LA PORCIÓN CENTRAL DE COAHUILA, MÉXICO

Gabriel Valdez¹ y José Jorge Aranda-Gómez²

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

² Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Los campos volcánicos de Las Esperanzas (CVLE) y Ocampo (CVO) están formados por flujos extensos y escudos de lava y por algunos conos de escoria. Las rocas máficas alcalinas del CVLE y el CVO generalmente carecen de inclusiones, pero son similares a lavas alcalinas con xenolitos del manto del Basin and Range. La presencia en algunas de las muestras del CVLE de xenocristales de olivino con el maclado característico de los olivinos del manto, así como sus características geoquímicas e isotópicas sugieren que estos campos volcánicos en Coahuila pueden ser comparados con aquellos en San Luis Potosí, Durango y Chihuahua. Las paragénesis mineral para ambos campos volcánicos es la misma: Ol+Cpx+Pl+Ap+Op+Esp. En algunas muestras es común observar xenocristales de cuarzo con bordes de reacción de piroxeno y en ocasiones xenocristales de feldespato potásico. El diagrama de clasificación para rocas máficas alcalinas [(ne + Ic) vs 100 $\text{xan}/(\text{an}+\text{ab})$] indica que la mayoría de las muestras son hawaiitas o hawaiitas de nefelina, y sólo un ejemplar es una basanita. Los contenidos de Cr (<377 ppm), Ni (<263 ppm) y números de Mg (≤ 66), sugieren que estos magmas son primitivos y pueden ser productos de fusión parcial del manto. Los diagramas multielementos señalan características de magmas intraplaca, con enriquecimientos relativos de los elementos litófilos de radio iónico grande (LILE), de las tierras raras ligeras respecto a las pesadas y del Nb relativo al manto primordial. La edad precisa de los campos hasta ahora se desconoce. Las lavas del CVLE sobreyacen al conglomerado Reynosa (Plioceno). En Ocampo los productos volcánicos descansan discordantemente sobre caliza mesozoica. Por comparación con rasgos geomorfológicos fechados (4.8-1.6 Ma) en Camargo, ubicado en un entorno similar al de Ocampo, se cree que pueden ser del Plioceno. Algunas lavas del CVLE fueron expulsadas de los bordes oriental y meridional del anticlinal de la Sierra de Santa Rosa. En la cuenca Carbonífera de Sabinas no existen evidencias claras de extensión cenozoica significativa. Tampoco en la región del CVO se reporta fallamiento normal. Por este motivo es posible que el ascenso de las lavas de Coahuila fue más lento que en otros campos volcánicos con xenolitos del Basin and Range, lo que permitió la pérdida, por segregación gravitacional, de los xenolitos del manto, y en ellas solo se observan algunos microxenolitos de la corteza.

GEOQP-19

EXPLORACION GEOQUIMICA EN XOCHIMILCOAguayo Ríos A.¹, Juárez Sánchez F.¹, Flores Ruiz J.H.² y Urrutia Fucugauchi J.¹¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Instituto Mexicano del Petróleo

E-mail: tino@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Como parte de los estudios geoquímicos ambientales llevados a cabo en Xochimilco en la zona de las chinampas en un área aproximada de terreno de 8 km². Se estimaron los parámetros geoestadísticos a partir de 20 datos de campo aleatorios en el terreno.

Se calcularon los variogramas estimándose la máxima distancia de correlación intermuestral en las direcciones ortogonales (E-W, N-S, NE-SW, NW-SE). Esta distancia máxima de correlación espacial es de 500 m en las 4 direcciones estimadas para la nueva regilla de exploración de la concentración de Cs-137, asociado a los antiguos ensayos nucleares realizados en el planeta.

Este tipo de optimización se usa para el diseño espacial uniforme de la malla de exploración geoquímica en el terreno con una varianza de error de [13 ppm]² y una desviación estándar de 3.6 ppm, afín de no perder el detalle en la determinación de la anomalía geoquímica Cesio, Cobalto y metales pesados en el sitio.

GEOQP-20 CARTEL

DEDUCCIÓN DE ALGUNAS ECUACIONES ÚTILES PARA LA GEOCRONOLOGÍA RB/SR

Solé J. y Pi T.

Instituto de Geología, UNAM

Se proponen varias ecuaciones para simplificar los cálculos de geocronología Rb/Sr. Este método de datación se basa en una construcción geométrica, la isócrona. Ambos ejes de la isócrona representan una relación isotópica. El eje de ordenadas (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) es la relación isotópica medida directamente por espectrometría de masas, pero el eje de abscisas (⁸⁷Rb/⁸⁶Sr) debe ser calculado a partir de dos variables supuestamente independientes. En general, deben medirse las concentraciones de Rb y Sr por dilución isotópica u otra técnica analítica que tenga suficiente precisión (AAS, XRF, ICP-AES, ICP-MS, etc).

El método tradicional para determinar el cociente ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr implica calcular primero el peso atómico actual del estroncio a partir de los pesos atómicos de cada isótopo y sus proporciones relativas en la muestra en estudio. Después se aplica una ecuación que convierte los pesos atómicos a proporciones relativas, multiplicadas por las concentraciones de Rb y Sr determinadas anteriormente.

Realizando una serie de cálculos sencillos y simplificando el resultado, obtenemos una única ecuación que da directamente la relación ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr introduciendo como variables las concentraciones de Rb y Sr y la relación ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr. La fórmula es:

$$\frac{{}^{87}\text{Rb}}{{}^{86}\text{Sr}} = \frac{\text{Rb}}{\text{Sr}} \cdot 0.28303936 \left(9.5143943 + \frac{{}^{87}\text{Sr}}{{}^{86}\text{Sr}} \right)$$

Se deducen también otras fórmulas que sirven para calcular directamente el peso atómico del estroncio y las abundancias presentes y pasadas de cada uno de sus isótopos. Pese a que estas ecuaciones no son una contribución teórica al método, su uso permite al usuario no especialista simplificar los cálculos relacionados con la geocronología Rb/Sr.

GEOQP-21 CARTEL

GEOQUIMICA DE TRAZAS Y ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS EN SEDIMENTOS ADYACENTES A VENTILAS HIDROTERMALES EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA

Rodríguez Vigueras I. y Ortega-Ororio A.

Instituto Mexicano del Petróleo

En el presente estudio se determinó la distribución de metales traza y elementos de tierras raras en sedimentos marinos adyacentes a ventilas hidrotermales prove-nientes de la Cuenca de Guaymas, Golfo de California a través de la utilización de la técnica de Análisis Instrumental de Activación de Neutrones. Los resultados demuestran que las concentraciones de los 36 elementos analizados, 32 no muestran variaciones significativas y parecen tener contenidos normales de la zona, por otra parte los elementos como Au, Br, Sr y Mn muestran variaciones interesantes con la profundidad. Por lo que respecta a los elementos de tierras raras estos presentan marcadas tendencias de los patrones de distribución tanto espaciales como temporales, que se interpretan de acuerdo a las diferentes condiciones fisicoquímicas del área, los sedimentos superficial cercanos a la fuente muestran un enriquecimiento con respecto a aquellos distantes. No así para las distribuciones desde el punto de vista temporal, en la que se observa un mayor enriquecimiento en la sección más profunda de la columna sedimentaria. Hasta aquí los resultados indican un control en el ambiente reductor que proporcionan mayor estabilidad a estos elementos. El comportamiento del Eu parece estar controlado por la influencia de las soluciones hidrotermales capaces de causar inmovilización, este elemento presenta una anomalía negativa para sedimentos cercanos a la fuente o bajo mayor influencia de las soluciones. Lo anterior sugiere que existe congruencia cuando se piensa que en el fluido el Eu debería tener una anomalía positiva.

Patrones erráticos de distribución entre Nd y Eu resultan difíciles de explicar en este momento, sin embargo, resultados particulares de este estudio continúan procesándose y en un futuro próximo se tendrán interpretaciones concluyentes.

GEOQP-22 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS TRAZA EN CONDRILOS Y MATRIZ DEL METEORITO ALLENDE POR ICP-MSOfelia Morton Bermea¹, Daniel Flores² y Elizabeth Hernández¹¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Instituto de Astronomía, UNAM

Este trabajo tuvo como objetivo la estandarización y evaluación de un método analítico para la determinación cuantitativa de elementos traza y ultra traza en materiales condriticos y la aplicación de este método a 2 muestras del meteorito Allende.

La evaluación precisa de tierras raras (TR) y de los elementos del grupo del platino (EGP) en materiales condriticos es de gran importancia en cosmoquímica. Las bajas concentraciones de estos elementos requieren de métodos analíticos altamente sensitivos para su determinación cuantitativa. La espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) representa una alternativa altamente sensitiva y precisa adecuada para la determinación simultánea de elementos en este rango de concentración.

Las muestras analizadas fueron: una de matriz y una de cóndrulos del meteorito Allende.

Las muestras fueron sometidas a dos diferentes procedimientos de preparación para su análisis: una digestión ácida para la determinación cuantitativa de TR y una digestión ácida seguida por una co-precipitación con telurio con el propósito de pre-concentrar los EGP.

La calidad del procedimiento analítico se evaluó en términos de precisión, exactitud y límite de detección con respecto a los resultados obtenidos en 2 estándares internacionales: WPR-1 (peridotita alterada) y a un JA-1.

Estos resultados son los primeros reportados en México para elementos traza y ultra-traza en material del meteorito Allende.

GEOQP-23 CARTEL

GEOQUÍMICA DE AGUAS TERMALES DEL BLOQUE JALISCO, MÉXICO

Elizabeth Hernández, Yuri Tarán, Ofelia Morton, Giorgio Capasso y Salvatore Inguaggiato

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

El bloque Jalisco es una estructura geológica compleja con una serie específica de situaciones tectónicas que incluyen una parte del cinturón volcánico Mexicano relacionado a subducción, zonas de extensión tales como los Rifts de Colima y Zacoalco, el batolito de Puerto Vallarta de lento movimiento en forma de plataforma granítica y la zona local denominada Mascota del vulcanismo intraplaca.

Todas las estructuras mencionadas se caracterizan por actividad hidrotermal con numerosos manantiales de alta temperatura que descargan aguas de diferente salinidad y composición química. El propósito de este estudio fue el de relacionar la composición química de las aguas termales y minerales a la tectónica y tipos de roca dentro de las principales estructuras geológicas del bloque de Jalisco. Las concentraciones de los elementos traza en las aguas termales fueron analizadas por el método analítico ICP-MS. Los 40 elementos analizados fueron divididos en 4 grupos principales: metales alcalinos (Li, Na, K, Rb, Cs); grupos de metales calcoalcalinos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba); elementos de tierras raras; otros elementos traza incluyendo Au y Ag. Los resultados de la parte este y sureste del bloque de Jalisco fueron obtenidos y discutidos en términos de geotermometría, condiciones redox (Eh, diagramas de pH), interacción agua-roca (índices de saturación, diagramas triangulares genéticos) y patrones de tierras raras. A excepción de los dos grupos de manantiales (Purificación y La Tuna), todas las aguas están caracterizadas por una baja salinidad, pH alcalino (>8) y un potencial redox negativo. Los patrones de tierras raras

(determinados) reflejan las composiciones de la roca de los acuíferos (tomado como promedio para los granitos, calizas, rocas volcánicas, etc.). Las aguas de los manantiales Purificación (78°C) y la Tuna (46°C), se encuentran localizados a lo largo de las fallas principales cercanas a la línea de costa del Pacífico y son del tipo Na-Ca-Cl, con una salinidad alta, (SDT 15 g/L), Eh muy bajo (<-300mV) y un valor relativamente alto de orgánicos disueltos. Estos parecen ser una mezcla de agua de mar con agua meteórica y parecen estar formados parcialmente como las aguas de la activa acreción tectónica.

GEOQP-24 CARTEL

EL TRABAJO DEL LUGIS A 5 AÑOS DE SU CREACIÓN: PROCESOS, RESULTADOS Y EVALUACIÓN CON DATOS DE RB-SR, SM-ND, PB-PB Y U-PB

Ma. del Sol Hernández Bernal¹, Gabriela N. Solís Pichardo¹, Juan J. Morales Contreras² y Teodoro Hernández Treviño²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

Durante los 5 años de funcionamiento del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS), de los Institutos de Geofísica y Geología de la UNAM, se han determinado relaciones isotópicas de muestras geológicas de diferentes tipos. En la actualidad, se cuenta con una base de datos que permite evaluar la calidad de los resultados obtenidos. La evaluación de los procesos y resultados se realiza a través de las siguientes tareas:

1. Medición de blancos analíticos de varios tipos (agua Milli-Q y Milli Ro, aire, ácidos de diferente normalidad y blancos de procedimientos).
2. Medición de estándares isotópicos internacionales e internos.
3. Medición de muestras dobles.
4. Calibraciones sistemáticas de los trazadores.
5. Mediciones de estándares internacionales e internos para el cálculo de concentraciones por el método de Dilución Isotópica.
6. Mediciones de muestras con y sin trazador.

A partir de la comparación y manejo estadístico de los datos es de notar que la calidad de los resultados del LUGIS es buena y comparable con la de otros laboratorios isotópicos.

El trabajo del LUGIS inició con los métodos de Rb-Sr y Sm-Nd, siguió con el método Pb-Pb, y en la actualidad se ha incursionado en el método U-Pb, todos ellos con resultados publicados en trabajos internacionales.

Es de resaltar que la calidad en los datos se ha podido mantener debido a que el propio personal técnico realiza las labores de destilación de ácidos, diseño de equipo electrónico de laboratorio, detección y reparación de fallas en los equipos de agua desionizada y espectrometría de masas. Lo anterior ha contribuido además a reducir los costos de operación y dependencia tecnológica.

Los logros obtenidos en el LUGIS se reflejan en el procesamiento de muestras para diversos proyectos de investigación, dentro y fuera de la UNAM, así como en el incremento del número de usuarios y, por consiguiente, de muestras que se han procesado cada año.

GEOQP-25 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA DE LOS SEDIMENTOS DE CUENCA SOLEDAD UTILIZANDO 210PB

María Lucila Lares, John Crusius, Timothy Baumgartner y
Vicente Ferreira
CICESE

Cuenca Soledad en Baja California, es una cuenca con fondo anóxico donde la ausencia de lluvias estacionales consistentes inhiben la formación de varvas secuenciales. Debido a esto sus sedimentos no se encuentran laminados sino bandeados; por lo que el conteo de laminas no resulta una herramienta útil para establecer la cronología de este tipo de sedimentos. Cronologías basadas en fechado por medio de isótopos radioactivos se convierten en una herramienta indispensable para este fin. En este estudio se presentará la geocronología de los últimos 150 años de un núcleo (de caja) de sedimentos de Cuenca Soledad utilizando la relación $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ y el ^{210}Pb . La relación $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ obtenida (3.78) para los sedimentos superficiales indicó que éstos fueron recuperados. Regiones del núcleo con actividad constante de ^{210}Pb revelan depositaciones instantáneas de sedimentos (e.g. turbidita).

GEOQP-26 CARTEL

MINERALOGIA DE SUBLIMADOS DE ALTA TEMPERATURA DEL VOLCÁN COLIMA

Yuri Taran Sobol y Galia González Hernández
Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de
Geofísica, UNAM

El volcán Colima, que posee una altitud de 3855m sobre el nivel del mar, esta ubicado en la subprovincia de los volcanes de Colima, la cual queda comprendida en la zona conocida como valle de Colima, al norte del estado del mismo nombre.

Por medio del estudio de la geoquímica y mineralogía de los condensados y sublimados de los gases volcánicos de alta temperatura, como es el caso de las fumarolas de 800°C del volcán Colima, se puede establecer un modelo para el transporte de metales a través de estos gases volcánicos.

El presente trabajo consiste en el estudio y determinación de la composición mineralógica de los sublimados de alta temperatura del volcán Colima. Los minerales precipitados en las diferentes secciones, que corresponden a diferentes rangos de temperatura, de los tubos de sílice fueron analizados por el microscopio electrónico de barrido con microanálisis de rayos X (SEM X-EDS). Análisis de sublimados de alta temperatura del volcán Colima vienen realizándose desde 1996 como parte de un monitoreo geoquímico de este volcán.

Los sublimados contienen cantidades variables de muchos metales incluyendo Na, K, Fe, Zn, Br, Ag, Co, Au, Pb, Se y Hg, los cuales se combinan con los constituyentes mayores de los volátiles (cloruros, sulfuros y oxígeno) durante el enfriamiento. Estos

elementos están presentes solamente en bajas concentraciones (varios ordenes de magnitud menos que los gases mayores), por lo cual estas reacciones no alteran significativamente la cantidad de los elementos mayores que componen el sistema. Sin embargo el comportamiento de estos metales trazas puede aportar información importante acerca de la naturaleza del origen de la fase gaseosa.

Las condiciones de temperatura y fugacidad de oxígeno regulan la variación en la composición de las incrustaciones fumarolicas. A través de las asociaciones mineralógicas observadas en estas incrustaciones se puede estimar las condiciones de temperatura y fugacidad de oxígeno que predominaron durante el depósito o precipitación de estas, es decir en las partes más internas o más externas de las fumarolas.

la composición y la proporción en que se encuentran los componentes de los gases volcánicos va a depender de una serie de factores como la presión, la temperatura, la fugacidad de oxígeno, la composición de la fuente, el grado de desgasificación del magma, la solubilidad de los diferentes gases en el magma líquido, entre otros factores. En el caso particular del volcán Colima los precipitados minerales, obtenidos dentro del tubo de sílice, a partir de los gases muy calientes (hasta 830°C) y muy oxidados de las fumarolas del Volcán, presentan diferencias significativas con los otros volcanes que emiten gases reducidos. Sin embargo, las concentraciones de elementos trazas en los gases del Colima, son en general similares a las de la mayoría de los volcanes calco-alcalinos, excepto por su enriquecimiento en Vanadio.

Los resultados obtenidos a través de esta técnica, de forma general, son similares a los obtenidos en los análisis de los tubos anteriores, es decir son sulfatos de sodio, potasio, vanadio con morfologías muy variadas y algo diferente, a los sublimados de tubos anteriores. Nuevamente se encontraron pequeños cristales de oro nativo, precipitados en el tubo, en los mismos rangos de temperatura, con la diferencia de que estos presentan otra morfología. Además como algo nuevo, en estas muestras se esta encontrando telurio.

GEOQP-27 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL VOLCANISMO BIMODAL EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ

Rodney Radames Alvarado Cano
Escuela de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología,
Universidad Autónoma de Zacatecas

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) forma parte de la porción oriental de la Sierra Madre Occidental. Este CVSLP constituye un voluminoso volcanismo félsico del Oligoceno, que abarca de los 32 a 27 Ma., culminando con un volcanismo bimodal, el cual está constituido por una intercalación de rocas riolíticas y basálticas.

El volcanismo bimodal inicio con la expulsión de la Riolita Panalillo durante el Oligoceno medio (26.8±1.3 Ma); esta unidad está dividida en dos miembros, el inferior (Tap) el cual está constituido por flujos de ceniza sin soldar y tobas de caída con 5% de fenocristales de cuarzo y feldespatos-K con pómez sin colapsar; y el miembro superior (Trp), que consiste de una ignimbrita riolítica bien soldada con 10 a 15% de fenocristales de cuarzo y feldespatos-K en matriz desvitrificada, con pómez delgada en forma de

fiammes. El Basalto La Placa (Tbp) del Oligoceno medio (27 Ma), constituye la segunda unidad del volcanismo bimodal, el cual presenta textura microporfídica y pilotaxítica, con fenocristales de plagioclasa-Na y olivino, la matriz está constituida de microlitos de plagioclasa, magnetita y piroxeno intersticial.

Según el diagrama Irvine and Baragar las riolitas muestran un carácter subalcalino y los basaltos suavemente alcalinos, ambos ricos en K. El carácter subalcalino se observa claramente en la Norma CIPW, donde la ortosa y albita en conjunto representan un 50.4-55% de peso normativo contra 35.5-41.3% de cuarzo en las riolitas. En los basaltos se tiene 12.5-15.8% de peso normativo de anortita y 16.2-25.9% de cuarzo; lo que de acuerdo a los criterios petrológicos propuestos por Cameron *et al.*, estas rocas corresponden a las facies de rocas calcialcalinas con alto contenido de K de la provincia magmática de la Sierra Madre Occidental.

Con base en la observación de estructuras de carácter extensional y la interpretación geoquímica de los magmas que generan este volcanismo bimodal, se puede decir que la Riolita Panalillo es producto de un magma muy evolucionado proveniente de una cámara magmática somera (3-5 km. dentro de la corteza), y que el Basalto La Placa forma parte de un magma poco evolucionado expulsado a través de grandes fisuras corticales desde la parte superior del manto, este volcanismo bimodal se asocia a la tectónica de extensión que afectó a México durante el Terciario medio.

GEOTER-01

LOS VOLCANES Y LA GEOTERMIA EN MESOAMERICA

Mario Cesar Suarez Arriaga
Comision Federal de Electricidad

Una imponente serie de aparatos volcánicos recientes, el Cinturón Volcánico Mexicano, conforma la parte central donde se desarrollaron las culturas de Mesoamérica, tierra eminentemente volcánica: temblores, aguas termales, fumarolas, lodos hirvientes, vapores, erupciones. La energía de la tierra fue cosa cotidiana para los remotos americanos. Esta región fue un lugar particularmente rico en manifestaciones geotérmicas activas durante miles de años. La roca volcánica se constituyó desde un principio en el fundamento material de la evolución cultural del hombre prehistórico y fue, con el devenir de los siglos, una base de la civilización mesoamericana. Los utensilios y armas de remotas épocas fueron manufacturados con rocas de origen volcánico: sílex, obsidiana, pedernal y basalto. Los baños termales, la cocción de alimentos hervidos al vapor de fumarolas o en rocas naturalmente calientes, irrigación de jardines y aplicaciones terapéuticas, fueron algunos de los usos iniciales del calor natural en Mesoamérica. Las culturas mesoamericanas crearon de manera independiente y absolutamente original arte, hidráulica, arquitectura, matemáticas, medicina y astronomía. Desarrollaron el concepto del cero, un sistema numérico posicional y supieron realizar cálculos astronómicos con una precisión asombrosa. Se sabe hoy en día, que el arte, la sabiduría y el conocimiento pre-científico fueron una realidad cotidiana en Mesoamérica. Menos conocida es, sin embargo, la cosmogonía o concepción general que nuestros ancestros tuvieron del mundo. El contexto donde se originan sus creencias y conocimientos tiene lugar dentro de una Cosmología muy peculiar surgida, al menos parcialmente, de continuas experiencias con volcanes. El intenso contacto hombre-geotermia en esta zona geográfica influyó profundamente en el desarrollo material y cosmogonía mesoamericanos. Por ejemplo, hubo actitud de devoción hacia los volcanes, considerados sagrados y tomados como objetos de culto. El dios del fuego terrestre en todas las culturas mesoamericanas, fue el mas antiguo y considerado padre de los demás dioses. Esto indica que las interpretaciones mítico-religiosas de fenómenos geotérmicos, ocurrieron muy temprano, reflejando un profundo respeto por el fuego y el calor terrestre en sus diversas formas. La geotermia tuvo interpretación preponderantemente religiosa y una relación ética dual: benéfica/maléfica, constructora/destructora. ¿Cuáles habrán sido los posibles usos, las interpretaciones cosmogónicas, su influencia sobre los asentamientos humanos y las interrelaciones existentes entre aquellos antepasados nuestros y la geotermia? Tal es el objetivo de este estudio que se ha extendido recientemente a otras culturas en distintas partes del mundo.

GEOTER-02

MODELO GEOFISICO DE TEMPERATURAS DEL AREA SURESTE DEL GOLFO DE MEXICO

Flores Ruiz J.H., Medina Ovando A, Martínez Angeles R,
Luna Rojero E y Pérez Rosales C.
Instituto Mexicano del Petróleo

En la búsqueda de recursos energéticos del subsuelo, son de interés geofísico ciertas irregularidades y estructuras (cuerpo fuente) bajo la superficie terrestre. Más aún estos cuerpos fuente

generan anisotropía horizontal y vertical en la densidad, magnetismo, flujo de calor,...etc, que a su vez producen anomalías medibles del campo gravitacional, magnético y térmico de la tierra.

Específicamente la interpretación geofísica utiliza el método inverso de teoría de potencial, para determinar la profundidad del cuerpo fuente de calor, utilizando continuación analítica del campo térmico hacia arriba.

El área en estudio que aquí presentamos se localiza en la Plataforma Continental del Golfo de México, frente a las costas del Estado de Tabasco, con diferentes tirantes de agua de promedio de 35 m, y aproximadamente a 40 km de la línea de costa.

Se tiene 90 datos registrados de temperatura en un área de 14 km de ancho por 15 km de longitud en dirección Norte. La zona sur del cuadrángulo tiene una temperatura máxima de 120°C a la profundidad de 3.5 km y la zona norte es de 85°C a 1 km de profundidad, existiendo un gradiente térmico horizontal en la dirección (N-S) de 2.33°C/km y un gradiente vertical de 14°C/km a partir de la profundidad de 1 km.

Posteriormente se estimó, de los datos de temperatura por medio de variogramas, la máxima correlación espacial de 1 km en las cuatro direcciones ortogonales (E-W, N-S, NE-SW y NW-SE), modelando el sitio con esta unidad de malla.

Luego se realizó continuación analítica del campo de temperaturas con unidad de malla de 1 km, estimando la profundidad del cuerpo fuente de calor que produce la anomalía de temperatura a 7 unidades de malla que equivale a 7 km de profundidad donde ya se llega a la temperatura mínima de 100°C.

Estos estudios tienen gran interés en el caracterización de patrones convectivos (generados por los gradientes geotérmicos in situ) en los fluidos de los Yacimientos localizados en la zona, los cuales tienen una enorme importancia económica en nuestro país.

GEOTER-03

MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Fidel Cedillo Rodriguez
Residencia Los Humeros, Gerencia de Proyectos
Geotermoelectricos, CFE

Con la paleogeografía del Jurásico-Cretácico y 40 columnas litológicas de pozos geotérmicos con profundidades promedio de 2 200 m, presentamos el "MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA".

El modelo propuesto tiene como finalidad demostrar que los sistemas de "fallas ocultas", otorgan mayor fracturamiento, para el almacenamiento y transmisibilidad de fluidos, contenidos en los yacimientos geotérmicos. El superior, inmerso en andesitas de augita, el inferior alojado en andesitas de hornblenda y basaltos; ambos separados por la Toba vítrea Humeros, la ignimbrita Xáltipan actúa como "capa sello", la base de los yacimientos son las calizas metamorfizadas del Cretácico superior que presentan desniveles de hasta 2 000 m.

La aceptación de las hipótesis del modelo, es la aprobación de:

- Propuesta de reparar pozos geotérmicos con perforación direccional controlada para interceptar las “fallas ocultas”.

- Perforación de 40 pozos localizados a lo largo y paralelos a los sistemas de “fallas ocultas”.

GEOTER-04

GAS GEOCHEMISTRY OF THE LOS HUMEROS GEOTHERMAL FIELD, MÉXICO

Rosa María Barragán¹, Víctor Manuel Arellano¹, David Nieva, Enrique Portugal¹, Alfonso García¹, Alfonso Aragón¹, Rigoberto Tovar² and Ignacio Torres³

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Comisión Federal de Electricidad

³ Centro de Investigación en Energía, UNAM

Gas data of the Los Humeros geothermal field were analyzed. A new method which is based on equilibrium of the Fischer-Tropsch reaction and on the combined pyrite-hematite and pyrite-magnetite reactions was used. Reservoir temperature and reservoir excess steam were estimated for the initial state of the field by using early data taken from producing wells at controlled conditions. The same parameters were also obtained for the present stage by using 1997 gas data. Reservoir temperatures ranged from 275 to 337°C and positive values for reservoir excess steam fractions were obtained for the starting stage. For well H-1 no excess steam was found since this well was fed by the shallower liquid-dominated reservoir. Results for 1997 showed lower scattering compared to earlier data and the possible occurrence of a heating process in the shallower stratum which could be due to exploitation.

GEOTER-05

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUE

Cecilia D. Lorenzo Pulido

Residencia Los Humeros, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos

En Diciembre de 1997 empezó a funcionar la Red Sísmica del Campo Geotérmico de Los Humeros, Pue.; consta de seis estaciones de campo tipo digital (Altus K2), sensores de velocidad de tres componentes tipo Ranger SS-1 omnidireccionales, y período corto. Cuenta además, con una estación repetidora y una estación central de registro y la transmisión de información es vía telemetría inalámbrica digital. Se encuentra operando en forma ininterrumpida hasta la fecha.

La Red Sísmica de Los Humeros, fue instalada con el objeto de estudiar la actividad sísmica dentro del campo y la probable relación que ésta guarde en torno a la explotación de los pozos de extracción del fluido geotérmico y/o la inyección de agua geotérmica al yacimiento, y a la actividad geológica estructural relacionada con el movimiento de fallas.

GEOTER-06

ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS (REE) EN FLUIDOS DE LA ZONA GEOTÉRMICA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, MÉXICO

Vicente Torres Rodríguez¹, Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns² and Peter Birkle¹

¹ U. de Geotermia, IIE

² Academia Nacional de Investigación y Desarrollo, A.C.
E-mail: geoide@prodigy.net.mx

Se realizaron determinaciones sistemáticas de REE mediante la técnica de análisis instrumental por activación de neutrones (INNA) en muestras de fluidos termales y no termales del interior y el exterior la zona geotérmica de la caldera de Acoculco, Puebla. El límite de detección fue de partes por trillón.

La caldera de Acoculco se localiza al SW de Zacatlán, Puebla. Forma parte del sistema de calderas que se aloja en el borde norte del Cinturón Volcánico Transmexicano y guarda analogía con la Caldera de Los Humeros, de la cual dista 80 km. Un pozo exploratorio de 2000 m de profundidad obtuvo temperaturas de 278°C.

Los patrones de distribución de REE en la región mostraron un comportamiento generalmente coherente, siendo mayor su abundancia en las aguas con mayor efecto hidrotermal. Este comportamiento fue bastante obvio para las REE de menor número atómico (39 a 64), mientras que en las más pesadas (65 a 71) disminuyó ligeramente su concentración en aguas termales.

Todas las concentraciones mayores de REE se alojaron al interior de la caldera, y se alinearon en una franja con rumbo NW-SE, coincidiendo con el trend estructural regional. Fuera de la caldera no se detectaron concentraciones de REE.

La sensibilidad de las REE con respecto al pH de los fluidos fue consistente, las mayores concentraciones de REE se asociaron a las aguas con pH bajos, mismas que se caracterizan por altos contenidos de sulfatos. Cabe destacar que el tipo de termalismo dentro de la Caldera de Acoculco es por descarga de gases (mofetas), principalmente de H₂S. Es posible que el mecanismo de transporte de las REE esté asociado con este gas y que sea más eficiente con las REE ligeras que con las pesadas.

El mejoramiento en los límites de detección de REE y la drástica disminución de costos analíticos para estos elementos hace que las REE se conviertan en un herramienta auxiliar para la exploración de zonas geotérmicas en donde no se tienen descargas líquidas.

GEOTER-07

QUARTZ SOLUBILITY TEMPERATURE DEPENDENCE EQUATION ALONG THE WATER-VAPOR SATURATION CURVE

Mahendra P. Verma

Geotermia, Instituto de Investigaciones Electricas

A quartz solubility regression equation along the water-vapor saturation curve for whole range of temperature from 0 to 374°C is derived from the experimental solubility data including in the compressed liquid region. This equation can be used as a chemical

geothermometer in order to estimate geothermal reservoir temperature. An iteration process is presented in order to correct the total discharge silica composition from a well for the vapor fraction in the geothermal reservoir. The errors associated with the analytical data and in the coefficient of the regression equation suggest that there is an over all error in the estimated temperature of $\pm 30^{\circ}\text{C}$. The concept is elucidated in case of the Cerro Prieto geothermal system. The limitations on the application of this equation as a geothermometer in case of natural manifestations are explained considering the Los Azufres geothermal field as an example.

GEOTER-08

EQUILIBRIO GASEOSO EN EL YACIMIENTO GEOTÉRMICO DE LOS AZUFRES MICHOACÁN

Rosa María Barragán R.¹, Enrique Portugal M.¹, Víctor M. Arellano G.¹, Fernando Sandoval M.² y Víctor M. Barrera G.²

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Comisión Federal de Electricidad

Se analizaron datos de fase gaseosa de fluidos de pozos del campo geotérmico de Los Azufres, Michoacán mediante un método de equilibrio gaseoso que permite estimar la temperatura del yacimiento y el exceso de vapor presente en la descarga total de pozos. Este método (FT-HSH2) considera el equilibrio de la reacción de Fischer-Tropsch (FT) así como el equilibrio de una reacción (HSH2) que combina el equilibrio pirita-hematita y pirita-magnetita. Los parámetros FT y HSH2 se calculan a partir de la composición química de la fase gas y la solución de ecuaciones proporciona una malla en las coordenadas FT (eje y) y HSH2 (eje x) para el espacio factible de solución. Las concentraciones de las especies gaseosas se consideran en el fluido total por lo que es indispensable contar con datos de entalpía específica de producción de los pozos para su aplicación.

Algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta en la aplicación del método son: a) las reacciones químicas consideradas deben alcanzar el equilibrio termodinámico, b) todas las especies participantes incluyendo el agua deben estar en condiciones de equilibrio químico y de fases, c) no debe haber ganancia o pérdida de agua en el sistema después de alcanzar el equilibrio y, d) se asume que no hay re-equilibrio del sistema de reacciones considerado desde el yacimiento hasta el cabezal.

Los resultados obtenidos muestran que el método es aplicable a muestras de pozos con alto contenido de vapor mientras que en pozos dominados por fase líquida se tiende a subestimar la temperatura de yacimiento con respecto a la temperatura obtenida de geotermómetros catiónicos o de sílice. Sin embargo considerando que la zona sur del campo es dominada por vapor y que algunos pozos producen una escasa cantidad de líquido, este método resulta ser muy adecuado para estimar la temperatura del yacimiento.

Los resultados de exceso de vapor de yacimiento se compararon con estimaciones hechas por el método del equilibrio de la reacción de Fischer-Tropsch en el que se debe contar con la temperatura de yacimiento. En pozos dominados por fase líquida y utilizando la temperatura de yacimiento estimada mediante el geotermómetro de composición catiónica los resultados de exceso de vapor cualitativamente concuerdan con el método FT-HSH2.

La aplicación de este método considerando las condiciones iniciales y las actuales de los pozos permitieron definir fenómenos de yacimiento tales como ebullición y mezcla de fluidos como resultado de la explotación.

GEOTER-09

SISTEMA DE ELECTRODO COMPARADOR DE POTENCIAL PARA MEDICIONES DE POTENCIALES DE CORROSIÓN EN CONDICIONES REALES DE FLUIDOS GEOTÉRMICOS

J.A. Sampedro, N. Rosas y B. Valdez

Red Nacional de Corrosión, Instituto Ingeniería, UABC

E-mail: sampedro@iing.mx, uabc.mx

Se diseñó y se construyó en el Laboratorio de Corrosión del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, un sistema especial comparador de potenciales que suple con muchas ventajas las funciones de los electrodos de referencia. Este electrodo es capaz de efectuar medidas de polarización electroquímica bajo condiciones reales o simuladas de fluidos geotérmicos. Su estructura básica es la de un electrodo metálico de platino, este electrodo muestra una buena resolución en soluciones de la salmuera geotérmica a presiones de mas de 2000 psi y altas temperaturas de mas de 250°C . El sistema, también es capaz de llevar a cabo mediciones en salmueras contaminadas; tiene la ventaja sobre los equipos convencionales que estos últimos electrodos de la referencia para altas temperatura, contiene electrolitos que se puede contaminar fácilmente. El propósito de este arreglo que llamamos de cuatro electrodos fue el de permitir una forma precisa y rápida de control en las mediciones electroquímicas de los procesos de corrosión que ocurren en condiciones de salmueras geotérmicas simuladas en el laboratorio, empleando técnicas Potenciodinámicas normales con potencióstatos/galvanostatos convencionales. Debe decirse que este comparador de potencial, soluciona no solo los problemas de medición ya mencionados, sino cualquier otro caso en que los parámetros de alta presión y temperaturas; así como problemas de alta concentración de electrolito que puedan contaminar los sistemas comúnmente usados.

GEOTER-10

MEDICIÓN DE O-18 Y D EN AGUAS HIPERSALINAS DE ACUIFEROS PROFUNDOS EN CAMPOS PETROLEROS

Yadira Gómez, Enrique Portugal, Georgina Izquierdo y Rosa María Barragán

Instituto de Investigaciones Eléctricas

En estudios sobre el origen y evolución de salmueras en ambientes geológicos superficiales y subterráneos (lagos evaporados, rocas cristalinas, cuencas sedimentarias etc.) es común la aplicación de técnicas de isótopos estables (oxígeno-18 y deuterio) del agua. Sin embargo, la medición de estos isótopos en aguas cuya composición química es elevada enfrenta la desventaja de que los resultados no representan la composición isotópica real de la solución. Diversos estudios han discutido los efectos que producen los electrolitos sobre los resultados analíticos de dichos isótopos. Un caso especial es la medición de oxígeno-18 y deuterio en salmueras de acuíferos profundos (con 290 g/l de STD) que

además se encuentran en contacto con fases orgánicas. La presencia de compuestos orgánicos en la muestra ocasiona que la reproducibilidad de los métodos disminuya.

En este trabajo se presenta una metodología de purificación de muestras de agua hipersalina de acuíferos profundos subyacentes al petróleo. También se presentan resultados de las mediciones de oxígeno-18 y deuterio realizadas a muestras salinas sintéticas y muestras de acuíferos profundos.

GEOTER-11

EFFECTIVE THERMAL PROPERTIES OF GEOTHERMAL CEMENTING SYSTEMS

A. García¹, J.M. Morales², E. Contreras¹, G. Espinosa³ and E. Santoyo⁴

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

³ Depto. de IPH, UAM, Iztapalapa

⁴ Centro de Investigación en Energía, UNAM

The effective thermal conductivity and diffusivity and specific heat capacity of six cementing systems used in geothermal well construction were determined experimentally in the temperature range of 25°C to 220°C. Measurements were carried using the classical line source method and Jaeger's variant of the method. Correct operation of the experimental system was checked measuring the thermal properties of fused quartz samples and a procedure was developed for preparation of the cement samples. Results show that thermal conductivity and specific heat capacity depend on the particular cement system and tend to increase with an increase in temperature for most systems while thermal diffusivity decreases with temperature for most systems. Thermal conductivity uncertainties were 3.5% and 9.4% for the line source and Jaeger's methods, respectively, while thermal diffusivity uncertainties were 13.3% using Jaeger's method.

GEOTER-12

MEDICION DE CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LIQUIDOS APLICANDO LA TECNICA DE LA ESFERA

García-Manuel Pablo, Contreras-López Enrique y García-Gutiérrez Alfonso

Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

En esta investigación se presenta una metodología para la determinación de la conductividad térmica de líquidos simples a condiciones ambientales de presión y temperatura. Además, se describe el funcionamiento de un equipo experimental para realizar las mediciones; el cual ya fue probado en operación.

La aportación que se realiza con esta investigación se enfocó en el área de desarrollo de infraestructura tecnológica nacional; específicamente en las áreas de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Solar, Procesos Químicos, Generación de Electricidad por Fuentes Alternas y todos aquellos procesos en donde se requiera la caracterización de las propiedades termofísicas, que actualmente son imprescindibles y de costo elevado en cualquier parte del mundo; por todo esto, se justifica la realización de este trabajo.

La técnica que se aplicó para realizar las mediciones en esta investigación es la técnica transitoria de la esfera del National Institute of Standards and Technology (NIST antes NBS), la cual emplea un termistor que se utiliza como sensor de temperatura y como elemento calentador de la muestra que se desea evaluar.

El equipo experimental consta de 4 elementos principales: una computadora personal, una tarjeta electrónica multifuncional, un circuito integrado y un termistor. La computadora controla todo el proceso; ésta se encarga de controlar a los tres elementos restantes, su función principal es la de controlar a la tarjeta electrónica durante las mediciones; la tarjeta a su vez, tiene dos funciones suministrar pulsos de voltaje al circuito integrado y medir la caída de voltaje a través de la resistencia del termistor. El circuito integrado es un convertidor Voltaje-Corriente que se utiliza para calentar a la resistencia del termistor. El termistor es el elemento final del equipo, éste mide la temperatura y calienta a la muestra que se desea analizar.

La investigación se divide en cuatro rubros, estos son: 1. La calibración Temperatura-Resistencia del termistor, lo cual tiene la finalidad de conocer una ecuación de calibración que se utiliza durante las mediciones; 2. La caracterización del circuito integrado, que tiene como finalidad la determinación de una relación entre el voltaje de suministro de la computadora y la corriente que se envía al termistor; 3. La calibración de las propiedades efectivas del termistor, lo cual tiene la finalidad de determinar los valores del radio y el inverso de la conductividad térmica del termistor, valores que se utilizan posteriormente en la medición de conductividad térmica.

Se obtuvieron dos resultados de mediciones de conductividad térmica a 26.1°C y a presión ambiental, las sustancias evaluadas fueron la acetona y el metanol, para la primera se encontró una diferencia de menos del 4.2%, mientras que para el metanol, la diferencia obtenida fue de menos del 13.7%.

Por otra parte, se efectuó un análisis de incertidumbre del equipo de medición, el análisis se realizó según las especificaciones de Bevington R. P., *"Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences"*, Editorial McGraw-Hill Book Company, pp. 56-74; y de la *"Guía BIMP/ISO para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones"*, Centro Nacional de Metrología: Dirección de Metrología Eléctrica, Reporte Técnico Número CNM-MED-PT-0002, Los Cués, Querétaro, México, 1994, pp. 27-28. De este estudio, se encontró una incertidumbre expandida de $\pm 0.00234 \text{ W/m}^2\text{C}$ en las mediciones de conductividad térmica.

GEOTER-13

GEOTRANS: A COMPUTER CODE FOR ESTIMATING TRANSIENT TEMPERATURES IN THE COMPLETION OF GEOTHERMAL WELLS WITH DRILLING FLUID LOSSES

Alfonso Garcia¹, Gilberto Espinosa², Edgar Santoyo³, Pedro Mendoza¹ and Isaias Hernandez⁴

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Depto. de IPH, Universidad Autónoma Metropolitana

³ UNAM, Centro de Investigaciones en Energía

⁴ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

The GEOTRANS computer code is described. It consists of a numerical simulator and a user interface for data input and analysis

of results. The equations governing the dynamic heat transfer processes in a geothermal well under construction in the presence of lost circulation are solved. They describe flow of fluid in the drilling pipe and annulus, heat transfer in the drilling pipe metal wall and conductive and convective heat flow in the formation. Solution allows estimation of temperatures in and around a well as function of time and vertical and radial position. The model is closed using heat transfer and fluid friction correlations. Physical properties of drilling fluids (muds and water/air mixtures), cements, rocks and pipes, implemented via numerical routines or as databases complement the model. Numerical solution follows implicit finite differences and the Thomas algorithm is used for their solution. Heat transfer in the formation is 2D and is solved via an ADI scheme. A unique feature of GEOTRANS is that it simulates drilling fluid losses at any position along the uncased wellbore and its effect is accounted for as thermal convection in the formation. GEOTRANS operates under Windows and data input can be done from a file, interactively or from the databases implemented. Program execution is controlled from the user interface. Data post-processing includes automated plotting of simulated temperatures as function of depth and time for the circulation and shut-in periods. Previous code validation was performed by comparison against data from the literature and analytical solutions. Results of application to the Mexican well H-26 from the Los Hornos geothermal field are presented. The shut-in logged temperatures were reproduced in the presence of lost circulation. GEOTRANS can be used to estimate formation temperatures and formation porosity by trial and error.

GEOTER-14 CARTEL

RESPUESTA DE LOS MECANISMOS FOCALES EN EL CAMPO GEOTERMICO LOS HUMEROS, PUEBLA

Angel David Hurtado Artunduaga y Javier F. Lermo
Samaniego
Instituto de Geofísica, UNAM

La actual sismicidad en el campo geotérmico Los Hornos ha sido registrada en tiempo real desde 1997. Y se piensa que la principal causa de su ocurrencia fue la puesta en marcha de dos pozos reinyectores (H29 y H38) en el yacimiento. Hasta Octubre de 1999 se han procesado alrededor de 100 eventos sísmicos, entre los cuales 33 han respondido como datos fuente para realizar un estudio de mecanismos focales que indicarían la dirección de los esfuerzos principales que ocasionan dicha sismicidad. Esta herramienta, paralelamente desarrollada con estudios geológicos y de yacimiento, han arrojado resultados de falla normal con direcciones de plano principal hacia el NNW y NE y buzamientos superiores a los 50° al W y E, a profundidades entre 1200 y 2900 m. Es muy probable que la actual dirección de los planos de falla, los cuales se consideran reactivados por causa de dichos pozos reinyectores, estén siendo usados como camino de recarga hacia el yacimiento. De igual forma, se piensa que el efecto térmico que ejerce esta agua reinyectada (60°C, aproximadamente) y la explotación misma del yacimiento, estén afectando la presión de poro del medio fracturado, lo cual estaría generando un cambio volumétrico del sistema que conllevaría entonces a desestabilizar el campo de esfuerzos prevaleciente antes de la reinyección.

Hasta este momento los mecanismos focales han servido para postular las direcciones principales del campo de esfuerzos y dar pie a postular entonces dichas causas de la sismicidad.

LECT-01

EVALUACIÓN DEL PERFIL REAL DEL DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO QUE SE IMPARTE EN EL IPN

Julio Eduardo Morales de la Garza
Instituto Politécnico Nacional

La evaluación, a través de las opiniones de los alumnos, del perfil real de los docentes de la carrera de Geología y el saber en base a los resultados obtenidos, si éste, es congruente con el perfil deseado en el Plan de Estudios marca el objetivo central del estudio presentado.

Se diseñaron dos cuestionarios para recabar la información: uno dirigido a los docentes encuestados (37 profesores), con 16 preguntas sobre datos generales del profesor, académico-laborales, pedagógicos y didácticos. Un segundo cuestionario diseñado para que los estudiantes lo contestaran, el cual abarca tres rubros para evaluar el perfil real del docente: **conocimientos, habilidades y valores y actitudes**, con un total de 47 preguntas, sobre profesores encuestados.

Del cuestionario contestado por los estudiantes el 53% de ellos es información muy confiable a confiable, y el 47% es poco confiable a no-confiable; estas categorías dependen del número de cuestionarios respondidos para cada profesor. En este estudio sólo se consideran en las conclusiones del mismo los datos confiables y muy confiables.

Las conclusiones respecto al cuestionario contestado por los profesores (considerando 37) permite concluir que *el 50% del perfil real es congruente con el perfil deseado*. Respecto al cuestionario contestado por los alumnos, considerando solo 29 profesores (datos confiables y muy confiables), permite concluir que el 86.2% de ellos cumple con los tres aspectos evaluados, y de estos, 14 profesores (48.3%) tienen el perfil deseado por la carrera de Geología, considerando calificaciones de 75 puntos ó más. *El Perfil Real es congruente en un 48.3% al Perfil Deseado por la carrera de Geología.*

LECT-02

CREACIÓN DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Ignacio Mora González, Francisco Córdoba Montiel y Ana María Alarcón Ferreira
Universidad Veracruzana

Las ciencias de la Tierra engloban el conocimiento sistemático de fenómenos que tienen lugar en la superficie, interior de la atmósfera, el océano y el espacio que rodea al planeta tierra se decidió crear en la Universidad Veracruzana (UV) el Centro de Ciencias de la Tierra (CCTUV) en 1999 perteneciente a la misma, con objeto de coordinar investigaciones que vienen realizando profesores e investigadores de diversas Facultades de la Universidad, entre ellas la Fac. de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas y la Fac. de Ing. Civil en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Los antecedentes en los que se basa este Centro para su creación son:

La creación de la carrera de Ciencias Atmosféricas (1976).
Apoyo del Centro de Meteorología Aplicada (1979).
La creación de la especialización en Climatología. Asesoría por parte de la Unidad de Protección Civil del Estado de Veracruz en fenómenos geológicos (desde 1991).
Instalación de sismógrafos portátiles (1994).
Reunión Nacional de Volcanes Veracruzanos. La publicación llamada Riesgos por fenómenos naturales en el estado de Veracruz, la Ciencia y el Hombre No. 21 Dic. 1995.

OBJETIVOS DE CCTUV

- 1.1.-Que la Universidad Veracruzana realice investigación aplicada de manera sistemática en áreas de conocimiento como geología, vulcanología, geohidrología, climatología, sismología y cartografía.
- 1.2.-Que la UV esté en posibilidades de dar servicio a la sociedad, dependencias gubernamentales o privadas, en distintas áreas de geociencias.
- 1.3.-Reforzar la vinculación docencia/investigación en las Licenciaturas de Ingeniería Civil, Ambiental e Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas.

JUSTIFICACION

La importancia económica y social de las Ciencias de la Tierra se debe a que sólo con un adecuado conocimiento del territorio se pueden aprovechar los recursos naturales y planear actividades con el mismo.

LINEAS DE INVESTIGACION

Las líneas de investigación con las que cuenta el Centro de Ciencias de la Tierra (CCTUV) se dividen en:
Fenómenos Atmosféricos y Fenómenos de la Litosfera.
Ambas líneas cuentan con las siguientes subdivisiones.

Fenómenos Atmosféricos:

- 1.- CLIMATOLOGÍA APLICADA con el CCA de la UNAM, Universidad de Nueva York.
- 2.- HIDROLOGÍA con el Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- 3.- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA con el CCA de la UNAM.

Fenómenos de la Litosfera.

- 1.- GEOLOGIA con el Instituto de Geología de la UNAM.
- 2.- VULCANOLOGIA con el Instituto de Geofísica de la UNAM.
- 3.- SISMOLOGIA con el Instituto de Geofísica de la UNAM y el CENAPRED.

PROYECTOS

- Red de monitoreo volcánico para el Citlaltépetl.
- Microregionalización sísmica de las principales ciudades del estado de Veracruz.
- Riesgo de colapso en el Volcán Citlaltépetl.
- Modelo de dispersión para Laguna Verde.
- Desarrollo de modelo de infiltración para el río Idolos.
- Escurrimientos máximos estimados para las cuencias de los ríos Bobos y Tecolutla del 3 al 9 de octubre de 1999.
- Estudios de contaminación atmosféricas en la parte central del estado.
- Desarrollo de instrumentación sísmica y meteorológica.

PERSONAL

Dr. Adalberto Tejeda Martínez.
M.I. Domitilo Pereyra Díaz.
Dr. Sergio Rodríguez Elizarraraz.
Arq. José Luis Murrieta Hernández.
M.I. Ignacio Mora González.
M.C. Juan Cervantes Pérez.

LECT-03

**PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.
EVALUACION Y PLANIFICACION**

Emiliano Campos Madrigal y Claudia C. Mendoza Rosales
Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la
Tierra, UNAM

En este trabajo se hace un análisis acerca de los aspectos que deben tomarse en cuenta para evaluar la eficacia del proceso de enseñanza aprendizaje.

Al evaluar la eficacia de las actividades de aprendizaje, podemos considerar si con la elección y formulación de objetivos, la selección y organización de actividades de aprendizaje, hemos completado el análisis del planteamiento de la currícula en un programa de ingeniería.

El proceso de evaluación significa, fundamentalmente, determinar en que medida la currícula y la enseñanza satisfacen realmente el objetivo de la educación. Puesto que los fines educativos consisten esencialmente en cambios que se operan en los seres humanos es decir, transformaciones positivas en las formas de conducta del estudiante. Por lo tanto la evaluación es el proceso de determinar en qué medida se consiguen tales cambios.

El proceso de evaluación comienza con los objetivos de la currícula educacional. Deben evaluarse todo los tipos de conducta implícitos en los objetivos, indicando en el análisis hasta donde debe llegar ese tipo de conducta así como el elemento que ofrecerá la muestra para la evaluación de la conducta. Partimos del supuesto que los objetivos están claramente definidos por el autor de la currícula, con el objeto de proporcionar una orientación concreta al seleccionar y planificar las actividades de aprendizaje. Identificar las evaluaciones que permitirán al estudiante expresar la conducta señalada por los objetivos educacionales.

Solamente después de identificar los objetivos, proceder a su definición lo mas clara posible y enumerar las situaciones que ofrezcan oportunidad para expresar la conducta deseada, será posible examinar los instrumentos de evaluación para comprobar en que medida sirven al propósito perseguido.

Es deseable el ensayo de algunas de las situaciones propuestas, entre las que ofrezcan al estudiante la oportunidad de expresar la conducta deseada. Comprobar si esas situaciones servirán como medio conveniente para lograr la prueba. Obtener un registro de la conducta que ellos observan en esta situación. Decidir acerca de los términos o unidades por emplear, para resumir o evaluar el registro de conducta obtenido.

Es necesario dejar bien claro, que toda evaluación debe partir de una síntesis analítica, antes que de una simple calificación numérica.

Las características que un instrumento de evaluación debe considerar son los siguientes:

Objetividad: Que indiquen tácitamente hasta que punto los métodos de clasificar o sintetizar representan a los objetivos.

Confiabilidad. Nos habla de las variaciones, acerca de las desviaciones en los resultados del instrumento para estimar si necesitamos una muestra mayor.

Validez. Indica en que medida un elemento de evaluación está capacitado para proporcionar una prueba real de la conducta buscada.

CONCLUSIONES: Los resultados proporcionadas por los instrumentos de evaluación, no serán un puntaje único, ni un término descriptivo singular, sino un perfil analizado, o un conjunto amplio de términos descriptivos que pongan de manifiesto el rendimiento de los estudiantes en ese instante.

El planteamiento de la currícula es un proceso constante, a medida que se elaboran materiales y procedimientos, se deben ensayar, evaluando los resultados, identificando los errores e indicando las posibles mejoras. Así se procede al replanteo, la reelaboración y finalmente la reevaluación. Sobre la base de este ciclo será posible mejorar la currícula constantemente y el programa de estudios con el correr de los años. Así cabe esperar un programa de estudios cada vez más efectivo, que no dependa de juicios precipitados, como base para formular una currícula.

LECT-04

**NECESITAMOS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS EN
CIENCIAS DE LA TIERRA**

Armando Altamira Areyán
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
E-mail: altamira@geologia.unam.mx

El proceso de educar, es la acción por la cual se favorece que un concepto sea aprehendido por un sujeto, tal motor encomendado a los profesores para facilitar el proceso de aprendizaje, se puede entorpecer hasta dejar de funcionar por lo que aquí se denominan bloqueadores del aprendizaje; o por el contrario, puede funcionar de manera ideal gracias a los instigadores del aprendizaje. El presente trabajo propone técnicas prácticas (pedagogía correctiva y sistema individualizado de enseñanza) para la identificación de los principales bloqueadores del aprendizaje y las acciones a seguir para minimizarlos, así como para la detección de los instigadores del aprendizaje presentes y las estrategias para maximizarlos o implementarlos. Ejemplo de estos son:

Bloqueadores

1. Falta de interés o vocación
2. Historia personal adversa (psicológica, genética, económica)
3. Carencia de antecedentes académicos
4. Arrogancia, intolerancia, escepticismo

Instigadores

1. Motivación (familiar, social, pedagógica)
2. Círculos de interacción personal
3. Antecedentes académicos buenos
4. Actitud positiva, confianza, autoestima
5. Claridad de metas

EL PERFIL DEL EGRESADO Y LOS PLANES DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Gustavo Tolson
Instituto de Geología, UNAM

Estas técnicas consideran tres aspectos: 1) que todos los estudiantes pueden lograr un conjunto de objetivos de aprendizaje razonables dada una instrucción apropiada y suficiente tiempo. En otras palabras, los estudiantes deben estar convencidos que pueden aprender bien; esta convicción influirá en sus esfuerzos por aprender. Esta convicción debe ser compartida por los profesores- si los profesores saben sinceramente que pueden enseñar bien y tienen el soporte institucional suficiente, podrán enseñar bien. Otra vez, su convencimiento influirá en sus esfuerzos por enseñar. 2) El plan de estudios debe dividirse en unidades de aprendizaje. Los profesores deben especificar un objetivo de aprendizaje (lo que se espera de los alumnos después de la instrucción) para cada unidad. Ellos deben decidir también cómo evaluar el logro de tales objetivos por unidad. El desarrollo de dichas unidades permite a los profesores analizar la estructura del aprendizaje sobre períodos más largos (meses y años) en vez de semana a semana. También facilita a los profesores la identificación de los prerrequisitos de aprendizaje necesarios y el diseño de una secuencia de actividades que ayuden a los estudiantes a alcanzar los objetivos de cada unidad y, finalmente, la preparación de los materiales necesarios para facilitar el aprendizaje. 3) El modelo de instrucción es el patrón que especifica cómo el conjunto de sesiones de clase conforma la unidad de aprendizaje y su organización en el tiempo.

Block y Anderson (1975) han propuesto un esquema de enseñanza iterativo de cuatro fases: instrucción regular, examen de sondeo, instrucción correctiva/enriquecedora y un segundo examen. La secuencia se repetirá para cada unidad del plan de estudios. Al final del curso se aplica un examen general que servirá para evaluar el cumplimiento de los objetivos.

Por otra parte, Bloom (1974), propone un sistema educativo compuesto de tres etapas: 1) Los prerrequisitos : el educador constata las diferencias individuales de los alumnos en cuanto a los prerrequisitos para una tarea, con el fin de nivelarlos por medio de actividades apropiadas. 2) La instrucción: es el conjunto de estímulos, experiencias y refuerzos del aprendizaje prescritos de forma desigual en función de los prerrequisitos de cada alumno. Este tratamiento individualizado consiste en la variación del tiempo dedicado al aprendizaje enfocado a un objetivo: los alumnos con mejor dominio de los prerrequisitos necesitarán menos tiempo para lograrlo, mientras que aquellos con carencias requerirán más tiempo. Esto es congruente con el principio de Rousseau, que en educación la «pérdida de tiempo» es a menudo más importante que su ganancia relativa. 3) Los resultados del aprendizaje son fijos y homogéneos, en el sentido de que todos los alumnos deben alcanzar al menos un mínimo de los objetivos. Una igualdad de resultados presupone una desigualdad del tratamiento educativo.

Bloom, B.S., 1974. An introduction to mastery learning theory. In J.H. Block (Ed.), *Schools, society and mastery learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Block, J. H. and Anderson, L. W., 1975. *Mastery learning in classroom instruction*. New York: Macmillan.

En comités de carrera, comités académicos, coloquios y mesas redondas donde se discuten y acuerdan políticas educativas de nivel superior, se habla con cierta frecuencia del “perfil del egresado”. Últimamente, está de moda la integración de gerencias, departamentos y direcciones de vinculación, tanto en el sector productivo como el educativo. Estas entidades de vinculación buscan estrechar las relaciones entre miembros de ambos sectores para, entre otras cosas, discutir las cualidades profesionales deseadas de los egresados de las instituciones educativas. Que si es importante una buena base matemática, o un conocimiento de administración, o la experiencia práctica, o bien el dominio de lenguas extranjeras. Con cierta frecuencia, estas discusiones son tomadas en cuenta por la instituciones educativas y los planes de estudio son ajustados para coincidir con los criterios acordados.

Si consideramos, por el momento, los campos de contratación potencial de un ingeniero geólogo, éstos son tan variados como: el sector minero, el sector ambiental, el sector petrolero, el sector geotécnico, el sector de protección civil, y el sector de procuración de agua, entre muchos otros. Cada patrón potencial de los distintos sectores tiene en mente un «perfil del egresado» y frecuentemente hay acalorada discusión al respecto entre miembros de un mismo sector. De hecho, los cambios de política de exploración, de política económica y la misma evolución de los conocimientos, hacen de este perfil algo efímero. Mi tesis aquí es que una buena preparación profesional no será dictada estrictamente por el contenido temático de las asignaturas aprobadas con buenas calificaciones, sino por un profundo desarrollo cognoscitivo. Es decir, la formación de un buen profesional no se debe regir únicamente por lo que sabe, sino también por su habilidad de aprender y de adaptarse a su entorno profesional.

La responsabilidad que tenemos ante la sociedad quienes trabajamos en el sector educativo, a cualquier nivel, se puede resumir en tres puntos: 1) el desarrollo de la comprensión; 2) el desarrollo de la capacidad para el desarrollo de la comprensión; 3) el desarrollo de la capacidad para compartir la comprensión. Burdamente, queremos formar gente que sabe pensar, leer y escribir. Si enfocamos nuestros esfuerzos docentes en estos puntos, el futuro profesionista podrá aprender a hacer lo que su patrón requiere de él y podrá ubicarse en el sector de su interés para hacer ahí una buena labor.

Si partimos de estos tres puntos, no nos queda más que concluir que no es en sí el contenido de las asignaturas lo que es importante en el perfil del egresado, sino la manera en que éstas son impartidas. Es importante, particularmente en las asignaturas de la segunda mitad de la carrera, incluir actividades que fomenten y fortalezcan la capacidad de investigación y análisis de los futuros profesionistas, así como la discusión oral y escrita.

Con este planteamiento no quiero decir que el contenido temático de un curso o de un plan de estudios es trivial. Al contrario, conceptualmente forma el esqueleto que ayudará al futuro profesionista a erguirse en su entorno profesional. Sin embargo,

considero que hemos soslayado el desarrollo de la musculatura cognoscitiva que es la que permitirá al futuro profesionista moverse ágil y productivamente en el sector profesional.

LECT-06

PRÁCTICAS DE CAMPO PROGRESIVAS. FACTOR INTEGRADOR DEL CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

Claudia Mendoza-Rosales y Gilberto Silva-Romo
Facultad de Ingeniería, UNAM

Las prácticas de campo constituyen una parte muy importante en la formación de los futuros geólogos, pues brindan la oportunidad al alumno de confrontar la teoría y la realidad en el propio ambiente de los fenómenos geológicos, situación que favorece el proceso cognoscitivo.

El cúmulo de conceptos que el estudiante en ciencias de la tierra debe aprender en su paso por las aulas es muy grande y repercute en su concepción temporal y espacial de la naturaleza - formación buscada implícitamente por los planes de estudio - sin embargo la integración y articulación de los conceptos aprendidos se da a un ritmo desfasado con respecto a los ciclos escolares, de tal manera que la maduración del nuevo ingeniero geólogo ocurre varios años después de su egreso de la escuela.

Proponemos un esquema de prácticas escolares de campo que propicie la integración de los conocimientos de los alumnos de la carrera de ingeniería geológica a partir del desarrollo de prácticas de campo progresivas vinculadas con el estudio sistemático de los recursos geológicos del país.

Los alumnos obtendrán experiencia en el trabajo geológico de campo en forma progresiva a través de prácticas realizadas en la misma región, donde puedan ejercitar desde los conceptos básicos de la geología, hasta desarrollar investigaciones que profundicen en el conocimiento geológico de las distintas áreas. Las prácticas serán más significativas al estar diseñadas y estructuradas dentro de un proyecto rector. Se incorporará el uso de herramientas de cómputo al trabajo de campo en el procesamiento de resultados, para obtener su inmediata integración en el análisis de problemas.

Se propone que las prácticas de campo, sean diseñadas en forma colegiada, conforme a las características de la región y de los objetivos por alcanzar en cada asignatura. El desarrollo de las mismas contará con la asesoría de profesores e investigadores. Los resultados parciales de cada práctica se integrarán a una base de datos y serán la fuente para enriquecer las subsiguientes prácticas.

LECT-07

LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y SU INCIDENCIA EN LAS POLÍTICAS LOCALES, REGIONALES Y NACIONALES

Gustavo Tolson
Instituto de Geología, UNAM

Los problemas actuales que enfrentan las poblaciones de nuestro planeta en general, y de nuestro país en lo particular, plantean un reto para todos los sectores sociales. Es imperativo que estos distintos sectores afronten dichos problemas en la medida de

las posibilidades a su alcance, tomando en cuenta sus capacidades y limitaciones. Es claro que las Ciencias de la Tierra consideran aspectos temáticos y conceptuales que pueden influir positivamente a los diversos sectores sociales para ayudarles a resolver muchos de estos problemas. De hecho considero que las Ciencias de la Tierra son las más indicadas para incidir en la resolución de estos problemas, precisamente por su naturaleza interdisciplinaria e incluyente.

A pesar de la importancia que le atribuyo a las Ciencias de la Tierra, éstas tienen poca presencia en los planes de estudio de todos los niveles escolares. Si bien una investigación rigurosa de los planes de estudio vigentes en México llega a detectar esta presencia, considero que ésta es insuficiente para abordar eficazmente los problemas antes citados. Considero que las asociaciones científicas vinculadas a las Ciencias de la Tierra tienen cierta responsabilidad en la mayor difusión de estas ramas del conocimiento entre los distintos sectores de la sociedad, y aquí planteo algunas estrategias concretas para fomentar dicha difusión a través de los miembros de las asociaciones.

Propongo que cada uno de nosotros nos fijemos como meta el logro de un mínimo de tres de los siguientes objetivos durante el siguiente año:

- Dar una plática sobre algún aspecto de las geociencias en una escuela de los niveles primaria o secundaria
- Escribir un artículo de divulgación en una revista de ciencias o en un periódico.
- Escribir un artículo de difusión en una revista de alguna de las asociaciones a las que pertenecemos.
- Organizar un evento de divulgación en nuestra entidad de adscripción, dirigida a estudiantes de nivel bachillerato.
- Preparar y poner en internet un documento de difusión o divulgación.

Sin duda uno de los motivos por los cuales tendemos a soslayar estas actividades radica en la percepción de que no son tomadas en cuenta para las evaluaciones de desempeño profesional que redundan en nuestros salarios. Parte del problema de falta de reconocimiento se puede atribuir a la poca importancia o trascendencia que le asignamos a las actividades docentes o de divulgación — en particular aquellas de los niveles inferiores. Tenemos que cambiar nuestra percepción de estas actividades. Tenemos que asignarles el valor que se merecen y este valor debe ser reconocido por nuestros pares.

LECT-08 CARTEL

EL CAÑÓN DE PEREGRINA Y SU GEOLOGIA

Nadia Emylice Rincón Herrera

Este Cañón es uno de los tantos que cortan rocas Pre-cámbricas, Paleozoicas y Mesozoicas en el Flanco Oriental del denominado Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, ubicado en la porción NNW de Cd. Victoria, Tams.

Las rocas más antiguas expuestas dentro del Cañón son del Pre-Cámbrico representado por el Gneiss Novillo sobre el cual descansa una columna sedimentaria que varía en edad desde el

Cámbrico hasta el Pérmico representada por las unidades Litoestratigráficas; Cuarcitas La Presa, Conglomerado Naranja, Calizas Victoria, Calizas Caballeros, La Yerba, Vicente Guerrero, Esquistos Granjeno, Del Monte y Guacamaya todas ellas conforman la columna representada por depósitos volcanoclásticos y fluviales del Triásico Superior-Jurásico Inferior, formaciones: Río Blanco y La Boca, seguida por depósitos marinos someros a profundos caracterizados por las formaciones correspondientes al Jurásico Superior tales como: terrígenos calcáreos La Joya, Calizas El Novillo, Yesos del Olvido y Calizas arcillo-arenosas de la Pimienta y/o La Casita, además de los sedimentos calcáreos a calcáreos arcillosos, arcilloso-bentoníticos y arcillo-calcáreos representado por las unidades litoestratigráficas, Taraises, Tamaulipas Inferior, Horizonte Otates, Tamaulipas Superior, Cuesta del Cura, Agua Nueva, San Felipe y Méndez.

En cuanto a los aspectos estructurales la columna sedimentaria del Cañón de Peregrina fue afectada por diversos eventos de deformación que dieron origen a estilos estructurales con alto grado de complejidad. En el Cañón es muy común observar fallas normales y/o inversas además de una serie de pliegues y cabalgaduras, con una orientación NW-SE para los de origen orogénico y NE-SW para los de génesis post-orogénica con lo cual dicho cañón reviste de gran interés geológico tanto estratigráfico como estructural y tectónico, para todos aquellos estudiosos de las Ciencias de la Tierra.

LECT-09 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE SOFTWARE EN EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL RELIEVE Y EN LA GENERACIÓN DE MAPAS MORFOMÉTRICOS

Ma. de la Paz Hernández Rivero, Gilberto Silva Romo,
Claudia C. Mendoza Rosales y Adán Castro Flores
Facultad de Ingeniería, UNAM

Uno de los problemas nacionales en el manejo de recursos son los procesos de desertificación, la conservación de suelos y el análisis y evaluación de riesgos geológicos; líneas de trabajo que tradicionalmente los geólogos no abordan a pesar de su formación en la disciplina geomorfológica. Las diferentes carreras del área de Ciencias de la Tierra al igual que las Carreras de Ingeniería Civil y Topografía están relacionadas con la transformación del medio físico, para lo cual es necesario que sus egresados desarrollen el uso y manejo de diversas fuentes de información cartográfica, como la geomorfológica.

Dado que el relieve Mexicano es joven, cambiante y con una gran variedad de formas es necesario conocer y cuantificar estas características, a través del análisis e interpretación de mapas geomorfológicos que en la mayoría de los casos se elaboran manualmente mediante métodos gráficos y numéricos, lo cual resulta una labor tediosa y un proceso no del todo óptimo, ya que requiere de un tiempo excesivo y la información obtenida es insuficiente. Lo que conlleva a su vez, a que se tengan algunos problemas al momento de realizar inferencias con base en los mapas elaborados.

Mediante el uso del software de un sistema de información geográfica y tomando como base “Geomodelos de Altimetría del Territorio Nacional (GEMA), Esc.1:250,000”; se proporcionan los elementos metodológicos y los recursos analógicos necesarios para realizar una interpretación más ágil, detallada y confiable de la

región estudiada y permite elaborar de manera más rápida mapas geomorfológicos, cuantificar formas y cambios del relieve, mediante la automatización de los métodos geomorfológicos. Así mismo, se puede constatar que a través de un “geomodelo” la interpretación que se realiza es mucho más detallada y confiable, dado que se cuenta con la ubicación del área en estudio en tres dimensiones mediante la visualización en cualquier perspectiva, escala y con la información morfométrica requerida.

Lo anterior beneficia no sólo a los egresados de las áreas mencionadas sino también al proceso enseñanza-aprendizaje de la geomorfología, mediante actividades más dinámicas, que motiven al profesional a adentrarse en el estudio de la cuantificación de los diversos procesos que intervienen en la transformación del relieve.

Este trabajo forma parte del Programa de Diseño y Generación de Nuevos Modelos Educativos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, aplicado en el tema “Métodos Geomorfológicos para el Análisis de Cartas Topográficas” de la asignatura de Geomorfología.

MIM-01

ASPECTOS INSTRUMENTALES INVOLUCRADOS EN CAMPAÑAS MICROMETEOROLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA ATMOSFÉRICA SUPERFICIAL

U. Miranda y R. Saldaña
Instituto de Investigaciones Eléctricas

El estudio de la capa atmosférica superficial en sitios de interés requiere la realización de campañas de mediciones con instrumentos específicos tanto a nivel de piso como en altura. A nivel de piso los sensores utilizados son, entre otros, radiómetros, piranómetros, anemómetros, termómetros, higrómetros, etc., y en el caso de las mediciones de altura se utilizan radiosondas que pueden ser de seguimiento manual o automático.

Existen en el mercado una extensa variedad de equipos, sin embargo un aspecto que caracteriza las campañas micrometeorológicas es el empleo de equipo de relativa mayor precisión, sensibilidad y con tiempos de respuesta menores a fin de representar mejor las características del entorno atmosférico.

Actualmente existen estaciones meteorológicas dentro del territorio nacional pero difícilmente pueden llevarse a cabo estudios micrometeorológicos con los datos obtenidos de las mismas, ya que ni la forma de medir ni la ubicación de éstas, están orientadas para ese fin.

Como ejemplo de lo anterior se puede mencionar que la mayoría de los actuales modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos requieren de información que sólo puede obtenerse a partir de campañas de mediciones especiales, las cuales generalmente tienen un costo significativo, tanto por los equipos como por el traslado y el personal involucrado.

En el presente trabajo se presentan algunos aspectos prácticos relacionados con la implementación de estaciones micrometeorológicas a lo largo de varios años de campañas realizadas en diversos lugares por parte del IIE, las maneras de monitorear los parámetros atmosféricos y algunas recomendaciones prácticas al respecto.

MIM-02

BALANCE DE ENERGÍA: ESTUDIO DE CASO EN UNA ZONA DESÉRTICA RURAL

O. Rafael García Cueto
Instituto de Ingeniería, UABC

Con el propósito de realizar, en una etapa posterior, un estudio integral de la climatología física en el área urbana de la ciudad de Mexicali, B.C., se llevó a cabo un estudio piloto en un área rural al sureste de la zona urbana. De esta manera, se obtuvieron las primeras mediciones de los flujos de balance de energía, tales como flujo de calor sensible, flujo de calor latente, flujo de calor del suelo y radiación neta. Paralelo a estas mediciones se midió también radiación solar global y temperatura de superficie del suelo, con lo que fue posible, también, hacer un balance de radiación. Las mediciones, que fueron tomadas desde fines del mes de marzo, y hasta principios del mes de mayo, del presente año, se almacenaron en un micrologger 23X, y el principal equipo utilizado fue el siguiente: i) Anemómetro Sónico Tridimensional, ii) Higrómetro de

Krypton, iii) Placas de flujo de calor del suelo, iv) Radiómetro Neto, v) Reflectómetro de contenido de agua, vi) Piranómetro, vii) Termopares, y viii) Piranómetro.

En esta primera aproximación se presentan resultados preliminares de las mediciones efectuadas, y se orienta el trabajo hacia la utilidad que dicha información tiene en los estudios agrometeorológicos.

MIM-03

MODELACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN PRADERAS SEMIÁRIDAS DEL NORTE DE MÉXICO

Jaime Garatuza Payán, Saturnino García, Mario Jauri y
Christopher Watts
Instituto Tecnológico de Sonora, IMADES

Como parte del programa SALSA (Semi Arid Land Surface Atmosphere), se realizaron mediciones de los flujos de vapor y energía y de las variables meteorológicas cercanas a la superficie sobre dos comunidades de vegetación comunes en las regiones semiáridas del Norte de México, una pradera de pastizales y un área de mezquite, durante el verano de 1998. Se utilizó el método de correlación de turbulencias con dos equipos de la marca Campbell compuestos por anemómetro sónico en 3 dimensiones, higrómetro de krypton y radiómetro neto instalados a aproximadamente 3 m sobre la vegetación, así como placas de flujo de calor del suelo. Los datos de flujos de vapor fueron analizados en términos de modelos de evapotranspiración simples y se compararon los valores medidos antes y después de la temporada de lluvias con el fin de determinar la extracción de agua desde el acuífero por estas comunidades. Se calibraron dos modelos para estimar la resistencia superficial en función de parámetros ambientales para estas dos comunidades utilizando optimización multiobjetivos y solo una parte de los datos medidos. Se probaron los parámetros del modelo para determinar su importancia resultando que los parámetros relacionados con temperatura del aire e índice de área foliar son los más importantes mientras que los relacionados con radiación solar son los menos significativos. Se modeló la evapotranspiración siguiendo el modelo propuesto por Penman-Monteith y sus resultados fueron comparados con los datos medidos por el sistema de correlación de turbulencias con buena correlación. En las mediciones de flujos de vapor aparece una substancial dependencia estacional de este parámetro en relación a la temporada de lluvias y mostraron que el mezquite se comporta como una freatofita con tasas de transpiración, durante la época seca, de 1.8 mm/día, aproximadamente.

MIM-04

MEDICIONES CON UN SCINTILÓMETRO SOBRE TRIGO REGADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA

C. Watts¹, J. Hoedjes², R. Zuurbier², O. Hartogensis², A. Chehbouni³, J. Garatuza¹ y H. de Bruin²

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, IMADES

² WU, Wageningen, Holanda

³ CESBIO, Toulouse, Francia

Se hicieron mediciones de fluctuaciones del índice refractivo del aire (n) con un scintilómetro de apertura grande (LAS) sobre un transecto de 800 m (norte - sur) en una parcela de trigo de 80 ha

desde principios de enero hasta finales de abril de 2000. El LAS utiliza una longitud de onda central de $0.94 \mu\text{m}$ donde responde al flujo de calor (H) y, en menor grado, al flujo de humedad (λE). También se instaló una estación meteorológica (con equipo de correlación turbulenta (EC)) cerca del centro de la parcela durante el mismo período. La estimación de H del LAS muestra una alta correlación con la del equipo EC, pero los valores del LAS son 25% mayores. Un estudio del balance energético en la superficie $R_n - G = H + \lambda E$ muestra que los flujos estimados por el equipo EC generalmente son menores que la energía disponible (radiación neta (R_n) menos el flujo de calor en el suelo (G)) hasta por 250 W m^{-2} . Estas diferencias persisten en condiciones de cobertura completa del trigo (marzo), por lo que se descartan errores grandes en G . Por otra parte, se midió R_n con un radiómetro CNR1 de Kipp & Zonen y se espera un error pequeño. Dado lo anterior concluimos que el equipo EC subestima los flujos, como ha sido reportado por otros investigadores. Cuando se realizó un ajuste empírico a los flujos estimados por el equipo EC para que se cerrara el balance energético, entonces concordaron mucho mejor con los del LAS. La subestimación del equipo EC puede explicarse por muchos factores pero se requieren más estudios para identificar los factores más importantes. Por lo pronto, concluimos que el LAS proporciona estimaciones confiables de los flujos de calor y vapor usando un procedimiento iterativo sencillo, el cual requiere datos adicionales de R_n , G y velocidad de viento.

Por otra parte, se estudió el comportamiento de diferentes combinaciones de variables meteorológicas como función de la estabilidad atmosférica para probar las predicciones de la teoría de similitud de Monin y Obukhov. En la mayoría de los casos los resultados fueron muy buenos. En particular, obtuvimos resultados excelentes para condiciones estables cerca de las neutrales y hay pocos resultados en la literatura describiendo estos casos. No obstante estos resultados positivos, el caso de las variables de calor (varianza en temperatura σ_T , parámetro de estructura C_T^2) en condiciones inestables, los resultados fueron sorprendentes (tanto por el LAS como el EC) y se observó un comportamiento similar a convección libre en condiciones cercas a neutrales y las fórmulas obtenidas de campañas experimentales previas no se ajustaron a nuestras observaciones, aunque existe por lo menos un caso similar en la literatura (Kohsiek, 1982). No hemos podido localizar un error en el cálculo ni en el procedimiento de campo que explique estas diferencias. Se requieren otros estudios para explicar bien estos resultados.

Kohsiek, W (1982) Measuring C_T^2 , C_Q^2 and C_{TQ} in the unstable surface layer and relations to the vertical fluxes of heat and moisture, *Boundary Layer Meteorology* 24: 89-107

MIM-05

CANOPY TRANSMITTANCE OF PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION IN INTACT FOREST, SECOND-GROWTH, AND A PASTURE BORDER IN TROPICAL DECIDUOUS FOREST AT CHAMELA, JALISCO

Geoffrey Parker, Manuel Maass, Clara Tinoco-Ojanguren and Angelina Martinez-Yrizar
Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, Maryland, USA
Instituto de Ecología, UNAM

We studied the vertical pattern of light penetration in four fully-foliated canopies of the Tropical Deciduous Forest at the Chamela Biological Station. These included two examples of the intact selva baja caducifoliada, a monospecific second-growth forest regenerating following slash-and-burn, and a transect of profiles along a gradient extending from a pasture into an intact forest. To quantify mean patterns and spatial variation of attenuation we made vertical transects of PAR (photosynthetically active radiation) measurements to above each canopy at numerous points using a Li-Cor quantum sensor mounted on a telescoping pole. Though all were short ($< 12 \text{ m}$), the forests differed in several aspects of light environments. Mean canopy transmittance to 0.5 m above ground ranged from 7-11% in the intact forests to 16% in the regrowth. The intact stands showed a gradual change in attenuation with height compared with that in the regrowth (suggesting an influence of competition between crowns) but attenuation gradients in the understory followed the reverse pattern. The spatial series of profiles through a forest border showed a very steep lateral gradient of transmittance immediately at the edge, with little evidence that exterior conditions penetrated far into the forest interior. Finally, we used the mean transmittance profiles to infer mean stand vertical structure and explain local differences in the production of foliar biomass.

MIM-06

EL USO DE SENSORES REMOTOS EN LA ESTIMACIÓN Y MAPEO DE LAS DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO EN TRIGO

Jaime Garatuza Payán, Miguel Ruelas y Christopher Watts
Instituto Tecnológico de Sonora

Las recientes sequías y la creciente presión sobre los recursos hidráulicos en el Noroeste de México han destacado las limitaciones en la disponibilidad de agua para todos los usos, pero especialmente para el riego agrícola que demanda más del 90% de la disponibilidad anual. Las preocupaciones ambientales, la competencia de otros usuarios e incluso la presión de otras regiones, como la exportación de agua a Guaymas y Empalme, están restringiendo el acceso al agua por parte de los agricultores. Esto indica que la estimación precisa de la demanda de agua en redes de riego es de vital importancia en los sistemas agrícolas. Es por esto que estimaciones espaciales y mapas precisos de los requerimientos volumétricos de agua para riego, presentes y futuros, en años secos y húmedos, serán, sin duda, de gran beneficio para los planificadores de recursos hidráulicos. Actualmente la determinación de las necesidades de riego se ha basado en un calendario y lámina de riegos determinados para un año promedio,

sin embargo, existen ahora modelos mas sofisticados que pueden calcular las necesidades de irrigación usando un balance de agua diario incluyendo características específicas de los suelos y los cultivos. El presente trabajo combina datos agroclimáticos, tipos y usos del suelo, así como de sensores remotos, modelar espacialmente los requerimientos volumétricos de agua en un Sistema de Información Geográfico. La tasa de evapotranspiración potencial se determinó usando el modelo de Makkink con información de temperatura medida en una estación meteorológica automatizada y de radiación solar estimada a partir de datos del satélite GOES. Para determinar la lámina de uso real del cultivo, es necesario multiplicar esta evapotranspiración potencial por un factor de cultivo que depende del estado de desarrollo del mismo. El factor de cultivo se obtuvo a partir de información sobre la fecha de siembra previamente mapeados para el distrito y, debido a las complicaciones de esta aproximación, se desarrollo un relación en función del índice de vegetación estimado con datos del satélite Landsat.

Los resultados muestran que es posible determinar radiación solar en tiempo real usando datos de GOES y que existe una relación entre los índices de vegetación medidos en imágenes Landsat y los factores de cultivo del trigo. La metodología propuesta para combinar la información de estos dos satélites se muestra promisorio para la estimación de volúmenes de agua consumidos por los cultivos, tanto a nivel parcelario como de unidad y distrito de riego.

MIM-07

TURBULENT FLUXES AND CANOPY ARCHITECTURE OVER AND WITHIN FOREST CANOPIES

Ricardo K. Sakai, D. R. Fitzjarrald and K. E. Moore
State University of New York at Albany

This study describes explicitly the impact of the actual canopy area density (CAD) from several forest types over the turbulent moments, assuming that turbulent moments obey an exponential decay similar to the Beer's law for light. Variances, covariances, and skewness profiles can be separated depending on the vegetation type, such as coniferous and broad leaf forests. However, changes in the leaf area density do not explain entirely differences in those moment profiles. This indicates that other parameters are needed to parameterize the turbulent flow within the canopy. Some information about the horizontal distribution of the plant elements is needed. One possibility is the use of the top canopy topological information based on a laser beam.

The impact of the CAD over the roughness sublayer (RSL) is also under investigation since many of tower based measurements over forest are close to the canopy ($z/h < 1.5$, where z and h are the instrument and the canopy height respectively). Some preliminary results indicate that the skewness of the vertical wind speed in the roughness sublayer seems to follow a single curve, when the CAD is accounted.

An extensive spectral analysis for a deciduous forest is also performed. In the RSL the spectra and cospectra curves presented a more peaked shape than the one found in the inertial sublayer. The subcanopy spectra curves present the short circuit shape where the energy of lower frequencies are transported to higher frequencies through the interaction of plant canopies. The understanding of the

dissipation term as a function of the LAD can be useful for subgrid parameterizations such as the large eddy simulation (LES).

Finally, we discuss the importance of low frequencies in the determination of turbulent surface layer fluxes from towers. It is based on the analysis of the eddy covariance technique to estimate the momentum, heat, moisture and carbon dioxide fluxes using data collected over a deciduous and a boreal forest during midday periods. There is an average contribution of about 17% due to long period signals, ranging from 4 to 30 minutes in convective conditions. One possible cause of this contribution is the presence of large eddies in the convective boundary layer (CBL) passing the micrometeorological tower. Spectral analysis indicates that not only the horizontal but also the vertical wind spectra are being influenced by the CBL eddies. For the data presented a single cospectral similarity function describing the turbulent fluxes has been found. Several running mean periods have been used to assess the effect of the Reynolds' mean removal procedure on flux estimates. Traditional methods of data conditioning are tested and compared with the fluxes obtained from the running mean filter results. A procedure is introduced to correct fluxes obtained with short averaging intervals. The correction is successful in achieving observational energy balance closure at two dissimilar forested sites.

MIM-08

BOUNDARY LAYER BUDGET METHODS IN LBA: USING LOCAL WINDS

David R. Fitzjarrald
State University of New York at Albany

As part of the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA), a network of automatic weather stations and three flux towers has been installed near Santarém, Pará, Brazil. Additional data acquisition activities include regular monitoring of satellite images, continuous measurements of cloud base altitude and turbulence intensity and wind vector in the lower boundary layer. Among the aims of the LBA-Ecology is to quantify the role of land surface type on regionally averaged CO₂ exchange. This presentation includes:

a) A review of the importance of Amazonian river breezes and topographic circulations in determining a climatic gradient in temperature, humidity, cloudiness, and rainfall. The biases that result from ignoring this gradient when analyzing data from climate stations are illustrated.

b) Preliminary results from LBA-Ecology. Data for two years of measurement at two weather stations illustrate the river breeze. Preliminary results from three additional weather stations and three flux towers installed during 2000 will illustrate the river breeze and flux observations in particular environments.

c) An outline of an experimental design to take advantage of the regular features of river breeze, the terrestrial breeze, and topographically-induced drainage flows to estimate the respiration rate (nocturnal CO₂ flux) from a tropical rain forest. Observations from related experiments at the Harvard Forest in Massachusetts will be used to demonstrate feasibility.

d) Brief discussion of the design of a hypothetical, similar project that could be performed in coastal Veracruz state, México.

MIM-09

NIGHTTIME SURFACE FLUXES IN A HETEROGENEOUS LANDSCAPE

Otávio C. Acevedo and David R. Fitzjarrald
State University of New York at Albany

Strong surface cooling is usually observed on clear nights, as a consequence of enhanced radiative loss. A stable stratification forms, reducing turbulence levels and the exchange between the surface and the atmosphere. Turbulence scales in this case are small, determining the surface fluxes to be dependent on local characteristics at a very small scale. Even small heterogeneities in properties such as topography, land use or sheltering are able to determine significant spatial variability of temperature, winds and concentrations of scalars, which affect the turbulent exchanges themselves, in a feedback process.

Mesoscale models, used for regional weather forecasts have a typical horizontal grid size on the order of tens of kilometers, a scale much larger than that typical of horizontal variability at night. Different processes can exist at the same time within a single grid cell, with some regions of it (typically those that are higher than their surroundings) having significant turbulent activity whereas other regions (lower than their surroundings) experience strong turbulence decay, with the surface decoupling from the upper boundary layer. The determination of subgrid fluxes for such models is, thus, no trivial matter, as no simple relation exists between the average gradients of a variable and the average fluxes of that variable within the grid cell (Mahrt, 1987).

In this work, we use a network of 26 automatic weather stations located in an area of 30 km x 30 km with moderately complex terrain and a variety of land use types. We apply the simple 1-minute mean quantities measured by these stations to investigate the relation of the average surface fluxes in a heterogeneous region to the degree of heterogeneity. We do that by determining local bulk Richardson numbers and their dependence on topography, land use and sheltering. With the use of an appropriate turbulence formulation, we then estimate the area averaged fluxes and generalize the results to an expression that relates the average flux within a grid cell to the mean properties in the region, as a function of the surface heterogeneities.

MIM-10

UN MODELO ESTADISTICO DEL CAMPO DE VIENTO SUPERFICIAL PARA LAGUNA VERDE Y ALREDEDORES

Adalberto Tejeda Martínez, Alejandro Jiménez Lagunes y
Graciela E. Ramos

Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas,
Universidad Veracruzana.

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde requiere de la modelación del campo de viento superficial en un radio de 25 km. Para ello, desde hace 25 años se realizan mediciones rutinarias de velocidad del viento en la CNLV a 10, 40 y 60 m de altura. En puntos de circunvecinos han funcionado distintas estaciones climatológicas convencionales, pero desde 1998 operan tres estaciones automáticas alrededor de Laguna Verde. Con la información de esta nueva red se ha venido gestando un modelo

estadístico del viento superficial (10 m de altura), cuyos primeros avances se presentaron en la Reunión Anual 1999 de la Unión Geofísica Mexicana (resumen CAT-21). En esta ocasión se detallarán los procedimientos de validación, estimación e interpolación.

Las cuatro estaciones utilizadas están distantes una de otra aproximadamente 20 km, tres de ellas son costeras y una tierra adentro, sobre terreno escarpado. El modelo estadístico interpola la dirección y rapidez del viento, a partir de los datos observados en las tres estaciones más cercanas, para cada uno de los 66 puntos que conforman la malla, los cuales están separados cada 5 km, cubriendo un área de 1650 km². La interpolación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el punto de malla y la estación anemométrica, y corrige con un factor de semejanza de rugosidad entre dichos puntos. Previo a lo anterior se estiman los datos para la estación anemométrica que registre datos perdidos, mediante un proceso de regresión angular múltiple. El desarrollo de este procedimiento (ver resumen CAT 21, Reunión UGM'99) permitió establecer que entre los cuatro puntos de observación se presenta una correlación significativa (alrededor de 0.7 en la escala de 0-1), lo que posibilita la modelación del viento en esta zona, particularmente difícil por tratarse de un sitio costero y tropical sobre terreno complejo.

MIM-11

ESTIMACION DEL EFECTO DE LA ADVECCION EN LA TRANSPIRACION DE ARBOLES AISLADOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

Víctor L. Barradas
Instituto de Ecología, UNAM

Cuando la vegetación se encuentra en equilibrio con el aire en su entorno, la radiación neta se disipa principalmente mediante los flujos de calor sensible y latente. Sin embargo, si la atmósfera circundante no se encuentra en equilibrio con la vegetación, se establecen gradientes horizontales que pueden producir un flujo advectivo. La advección puede incrementar la evapotranspiración ya que el valor del déficit de presión de vapor del aire (dpv) que se encuentra en el entorno de las plantas es más alto que el del estado de equilibrio con la vegetación. En una situación opuesta, que sucede cuando el valor del dpv es más bajo que el del estado de equilibrio, la advección puede reducir la evapotranspiración. Para plantas bien irrigadas se establece la evapotranspiración de equilibrio y que es una condición en la que al compararla con la transpiración actual de las plantas se pueden estimar los efectos de la advección. En este trabajo se presenta una serie de determinaciones de balance energético, velocidad del viento y diferencias de temperatura y humedad en el lugar y en los alrededores de diferentes árboles aislados bien irrigados y en estrés hídrico, con el fin de estimar el efecto de la advección en la transpiración de las plantas. En los árboles bien irrigados la advección propició el aumento de la transpiración actual en comparación con la de equilibrio cerca de un 40%; pero la transpiración de los árboles en estrés hídrico fue menor de la de equilibrio en un 20%. Esta depresión de la transpiración ocasionada por la advección fue debido a la reducción de la conductividad superficial probablemente debido a la falta de humedad del aire, mientras que la transpiración fue mayor en los árboles bien irrigados debido a la alta conductividad superficial que presentaron.

MIM-12

INFLUENCIA DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC EN EL CLIMA URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Mario Casasola Montañez
Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM
E-mail: geomex@latinmail.com

El bosque o parque urbano cumple con varias funciones en el ámbito de la ciudad por un lado son áreas de esparcimiento de la población, y por otro cumplen con la función bioclimática de filtrar y mejorar la calidad del aire, además de atenuar el impacto de la elevación de la temperatura por efecto de la urbanización, y por el cambio climático regional. Estas zonas cubiertas de vegetación son más frescas, húmedas y con el ambiente más limpio, que aquellos espacios cubiertos de pavimento, acero, concreto, y cristal (casas, edificios de comercios, oficinas, industrias etc.) donde la temperatura es más elevada, hay menos humedad del aire y con mayor concentración de contaminantes atmosféricos. El presente trabajo muestra la ingerencia que tienen los parques urbanos como limpiadores naturales y reguladores térmicos del ambiente higrótermal de la Ciudad de México.

Se hicieron recorridos en un vehículo instrumentado con un psicómetro para registrar valores de T_s y T_w , también se contó con un anemómetro manual para determinar la velocidad del viento y verificar la estabilidad atmosférica necesaria para el registro de los datos y así estimar la zona de influencia del Bosque de Chapultepec en su entorno urbano. Con datos meteorológicos de las estaciones Chapultepec, Minería y Tacubaya, y datos de la red de monitoreo atmosférico de la RAMA, se hicieron mapas de distribución espacial y temporal de; isotermas, humedad relativa, humedad específica y se procesaron en la hoja de cálculo datos de las variables meteorológicas así como de contaminantes atmosféricos por ejemplo el PST y otros, para hacer comparación entre estaciones situadas cerca de los parques urbanos y las que carecen de cubierta vegetal para mostrar como influyen, las áreas arboladas como diluyentes de contaminantes atmosféricos y reguladores térmicos en el entorno urbano.

El transecto realizado en la mañana del 17 junio de 1997 con los datos de T_s y T_w al hacer el mapa muestra que la distribución de la temperatura es menor dentro del Bosque de Chapultepec como era de esperarse y es mayor a medida que su impacto disminuye con una diferencia hasta 5°C, por otro lado nos muestra la aparición del fenómeno de la isla de calor el cual se muestra en las áreas desprovistas de vegetación y donde la temperatura es mayor respecto a la del Bosque de Chapultepec.

La distribución espacial de la humedad relativa señala que es mayor en el Bosque de Chapultepec y su entorno y esta disminuye a medida que la influencia del bosque es menor, lo mismo sucede con la humedad específica la cual es mayor en los parques urbanos donde la concentración de vapor de agua es mayor y constante que en las áreas desprovistas de cubierta vegetal.

Se observó en las estaciones seleccionadas de la red de monitoreo atmosférico RAMA, que la estación CFE ubicada en los límites del Bosque de Chapultepec, donde la concentración de PST es menor a lo largo del año comparada con la estación de Pedregal que muestra una concentración mayor de PST, siendo el mes de marzo el de mayor cantidad de PST, Pedregal con una concentración de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que la estación CFE es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las áreas cubiertas por vegetación contribuyen a mejorar en gran medida la calidad del aire al filtrar las partículas (PST) del aire las cuales quedan atrapadas en el follaje de los árboles, ayudando a disminuir la concentración de partículas además de servir como filtros naturales de gases producto de las actividades antropogénicas que genera la ciudad como el CO, CO₂, NO_x, SO₂ y otros. La temperatura ambiente como hemos podido comprobar es menor en los parques urbanos lo que demuestra que estas áreas cubiertas de vegetación sirven como sumideros de calor ayudando a regular el ambiente higrótermal de la ciudad.

La concentración de humedad relativa y humedad específica es mayor en los bosques urbanos por la cantidad constante de vapor de agua emanada por los árboles, arbustos y vegetación herbácea, ayudando a un ambiente bioclimático más fresco.

Los bosques urbanos deben tener mayor extensión y con un mantenimiento constante, y no de disminuir su extensión ya que son parte fundamental para mejorar la calidad del aire que durante décadas ha sufrido y sigue sufriendo la Ciudad de México y los habitantes que vivimos en ella.

MIM-13

COOLING RATES IN THREE LARGE URBAN/SUBURBAN PARKS IN MEXICO CITY

Ernesto Jáuregui and Mario Casasola
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
E-mail: ejos@ccaunam.atmosfcu.unam.mx

Some characteristics of the structure of urban green areas e.g. tree cover, can be related to the observed meteorological variables. In this paper cooling rates in three large urban/suburban parks in Mexico City with contrasting vegetation cover are compared. While the two suburban parks are predominately covered one by salt-resistant native grass (Texcoco reserve), the other (Xochimilco) a grassed park with scattered small trees, Chapultepec Forest is densely covered mostly by a mixture of ancient tall trees.

During the day time hours (from sunrise till about 4 pm) the air layer below the canopy in Chapultepec Park is kept 1° to 2° Celsius cooler for longer time than in the other more open suburban parks, partly because of the shade provided by trees but also due to evaporational cooling being more effective the more dense the urban forest is. Around noon the air below canopy in Chapultepec gets 2° to 4° Celsius cooler than at an urban station located in the central district near the heat island core. Comparison of cooling rates in the parks shows that, Chapultepec cooling rate is the lowest of the three mainly due to the reduced radiational cooling by reason of its low sky-view factor. Relative humidity measurements showed the below-canopy air to be more humid in Chapultepec with respect to the suburban parks, especially during the second half of the night. Small sky-view factor and higher water vapour content in Chapultepec help explain the lower cooling rates observed in this park.

MIM-14

BALANCE ENERGÉTICO ATMOSFÉRICO Y CAPA LÍMITE SUPERFICIAL EN EL VALLE DE MÉXICO

Luis García, David Rivas, Adalberto Tejeda y Ernesto Jauregui

Posgrado en Ingeniería Ambiental, DEPFI, UNAM

Se presentarán análisis comparativos de seis campañas de mediciones de las características de la capa límite superficial en el valle de México, la tabla 1 resume los sitios y fechas de las campañas de medición así como los instrumentos utilizados en cada campaña.

FECHA LUGAR

Mayo 1992: Termoeléct. Valle Méx. (Mediciones con Radiómetro Neto)

Sept. 1993: Plan Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico y placas Campbell para radiación neta)

Dic. 1993: Palacio de Minería (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico)

Jul-Oct. 1994: Tres sitios suburbanos y uno rural (Mediciones con Radiómetro Neto, Anemómetro Sónico)

Agosto 1994: Plan Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen)

Jun-Ago 1994: Iztacala, Iztapalapa, UNAM y Texcoco (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen)

May-Jul. 1995: Pedregal de San Ángel (Mediciones con Radiómetro Neto 2 niveles, placas Campbell y Sist. Razón de Bowen).

Tabla 1. Resumen de las mediciones de balance energético atmosférico realizadas en el Valle de México.

Se mostrará que el uso del suelo así como la estación del año juegan un papel importante en el balance energético atmosférico y en la generación de turbulencia mecánica y termodinámica. Las campañas de medición del balance energético de este trabajo, se han efectuado en áreas densamente edificadas del centro de la ciudad con cercanía a áreas verdes (Tacubaya y Minería); en zonas escolares que se pueden catalogar de suburbanas (Iztapalapa, Iztacala y Ciudad Universitaria), o en ambientes rurales o suburbanos (Plan Texcoco y Pedregal de San Ángel).

Los datos de intercambio vertical turbulento son analizados en términos de la teoría de similitud de Monin Obukov.

MIM-15

EL USO DEL SUELO Y SU IMPACTO EN EL CLIMA DE ALGUNAS CIUDADES DE MÉXICO

Juan Cervantes Pérez, Víctor L. Barradas Miranda y Adalberto Tejeda Martínez

Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
Instituto de Ecología, UNAM

La urbanización implica cambios en los materiales constituyentes de la superficie, lo que significa una alteración de las propiedades aerodinámicas, radiativas, térmicas e hídricas; las que a su vez modifican el balance de energía, masa y momento y llevan a la generación del «clima urbano», comúnmente caracterizado por el aumento de temperatura («isla de calor»), pobre calidad del aire, etc.

En diversos estudios se ha mostrado que la variación espacial de las variables climáticas urbanas presentan patrones fuertemente influenciados por la composición de la superficie urbana, y que dichos patrones pueden tener variaciones que pueden ser tan intensas en un espacio relativamente pequeño, como las que se presentan entre el centro de una ciudad grande y sus alrededores.

En este trabajo se presentan algunos aspectos de la variación temporal y/o espacial de algunas variables climáticas, relacionadas con propuestas simples del uso del suelo, en tres ciudades de México con climas diferentes: Ciudad de México (2400 msnm); Xalapa (1400 msnm) y Villahermosa (9 msnm). Las mediciones de temperatura y humedad del aire realizadas se hicieron con un vehículo instrumentado o a pie.

Los resultados muestran de manera cualitativa la influencia del uso del suelo en el comportamiento espacial y/o temporal de las variables medidas y calculadas.

MIM-16

DETECTION OF THE INDUSTRIAL PLANTS VIOLATING PRESCRIBED EMISSION RATES

Skiba Yuri

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

A pollution transport problem and its adjoint are formulated in order to monitor mean pollution concentration values in a few ecologically important zones. The problem considered is to detect the industrial plants that work with emission rates exceeding prescribed values. These plants are responsible for excessive polluting the zones. The problem is of great practical and mathematical interest and is not trivial for time-dependent emission rates. In this work, we give a solution of this problem in the case of invariable emission rates. The method is based on using average pollution concentration values in K zones where K is no less than the number N of industrial plants under consideration. With the help of solutions of K adjoint transport problems (for each zone) the problem is reduced to a system of linear equations with a rectangular matrix A . If $K=N$ then A is square. In the general case ($K>N$), the linear system can be solved by means of least squares. The solution gives true emission rates of the industrial plants. By comparing them with the prescribed values one can detect the plants-infringers. It is noted that the solution obtained by means of

least squares is less sensitive with respect to errors in the system parameters and measurements. Various types of the average pollution estimates in the zones are considered.

MIM-17

EXPERIMENTOS NUMÉRICOS DEL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Valentina Davydova-Belitskaya¹ y Yuri N. Skiba²

¹ Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara

E-mail: vdavidov@udgserv.cencar.udg.mx

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El impacto de las emisiones industriales sobre la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se estimó a través de las concentraciones promedio de un contaminante en algunas zonas ecológicamente importantes: Parque Colomos (principal área verde de la ciudad), zona del Centro Histórico y Parque Zoológico. Se estudia la dependencia de estas estimaciones con el viento y con las localizaciones y tasas de emisión de las plantas industriales.

El estudio se basó en el uso de varias soluciones de dos modelos: el modelo de transporte de contaminantes y su adjunto. Se muestra que las soluciones del modelo adjunto proveen información importante sobre el papel que cada fábrica juega en el proceso de contaminar una u otra zona ecológica. Tales soluciones se calculan con ayuda de los esquemas en diferencias finitas basados en el método de separación y son balanceados, absolutamente estables y de segundo orden de aproximación respecto a todas las variables del problema.

Los experimentos numéricos fueron realizados para dos tipos de viento climático: vientos dominantes en temporada húmeda y los dominantes en temporada seca, calculados utilizando las observaciones de ocho estaciones de monitoreo ecológico y ambiental ubicadas sobre la ZMG a cargo de la Comisión Estatal de Ecología en Jalisco.

Como fuentes de contaminación se seleccionaron cinco establecimientos industriales o fuentes estacionarias de ubicación real, aunque la concentración de emisiones para experimentos numéricos en el problema directo de transporte de contaminantes se basó en estimados.

Entre los resultados más importantes obtenidos durante la investigación realizada se puede nombrar

- Realización computacional de ambos modelos en FORTRAN
- Estimación de los niveles de contaminación en las zonas de interés bajo la influencia de las cinco fuentes de emisiones predeterminadas
- Estimación de las funciones de peso $g(i, j)$ para cada una de las fuentes de emisión preseleccionadas y para cada tipo de viento dominante
- Análisis del comportamiento en el tiempo de $g(i, j)$ para cada una de las fuentes preseleccionadas.

MIM-18

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MEXICALI (1997-1998)

Margarito Quintero Núñez y Tenoch Quintana Alvarado
Instituto de Ingeniería, UABC

El trabajo llevado a cabo en la evaluación de la calidad del aire de la ciudad de Mexicali, para lo cual se tomo en cuenta la base de datos registrados durante 1997 y 1998 en los 6 monitores establecidos en varias zonas de la ciudad, manifiestan violaciones a la norma aplicada a CO, O₃ y PM₁₀. El CO es el que manifiesta mas excesos sobretudo en los meses de invierno, i.e. noviembre, diciembre y enero (más de tres veces por mes). El segundo en importancia en cuanto a gases se refiere seria el O₃. Las violaciones a la norma del parte de las PM-10, así como de las partículas suspendidas totales (PST) se dan durante la mayor parte del año, independientemente de la estación.

Estos excesos a la norma de los gases se derivan de las emanaciones vehiculares fundamentalmente, lo cual origina una contaminación tipo «Los Angeles» también conocida como «fotoquímica», que se manifiesta sobretudo al mediodía con la formación clásica de ozono. La contaminación por partículas se da más intensamente en las zonas con características rurales como son el Ejido Puebla y la Colonia Progreso, al sur y oeste de la ciudad, respectivamente. En base a lo anterior y de acuerdo al Programa Frontera XXI establecido entre México y los EEUU para el saneamiento de la franja limítrofe común de 100 Km en ambos lados, Mexicali tiene la clasificación de zona de no cumplimiento por rebasar los estándares de la calidad el aire en cuanto a CO, O₃ y PM-10 se refiere, al igual que otras ciudades establecidas en esa zona.

Los problemas de contaminación del aire de la ciudad de Mexicali en cuanto a gases, se derivan de la existencia de una flotilla vehicular de usuarios (un automóvil por cada tres habitantes de Mexicali) y taxis, de una flota de autobuses urbanos y camiones viejos, gran parte de ellos importados de segunda mano de los Estados Unidos que comunmente no cumplen con las normas de emisiones debido a que no han sido objeto de un adecuado mantenimiento antes de su venta, además las autoridades locales no han planeado ni diseñado eficientemente calles y avenidas para permitir un tráfico fluido. Asimismo hay que considerar las aportaciones de la quema de residuos de cosechas en la zona rural, de la operación de la geotermoelectrica con sus descargas de H₂S y CO₂, así como de la existencia de una gran cantidad de ladrilleras en el valle que queman material diverso.

En relación a las partículas suspendidas, el valle de Mexicali constituye un área de PM-10, por la abundancia de tierra limo y las dunas de arena, por la vegetación desértica o los campos ociosos no sembrados, por las calles no pavimentadas en el área suburbana de la ciudad y por los caminos vecinales compactados en la zona rural, por la aplicación aérea de pesticidas, por el polén de las gramíneas y de la espuma del agua residual del río Nuevo que transporta microorganismos patógenos en la zona no encasillada, y por la presencia de vientos dominantes del noroeste en el invierno y del sureste en el verano que hacen de Mexicali una ciudad de tolvánas.

Se puede concluir que va a ser difícil eliminar la presencia de las partículas PM-10 por la naturaleza del valle, y otros factores arriba enunciados, pero se puede controlar con al menos la pavimentación de más avenidas en la ciudad, y con un aumento de las áreas verdes. La disminución de los gases se dará a medida que se actualice la flota vehicular de usuarios ciudadanos así como de taxis y camiones urbanos y se disminuyan las quemaduras de residuos agrícolas y la combustión al aire libre para el cocimiento de ladrillos. De ahí que van a seguir manifestándose las enfermedades alérgicas en Mexicali, las cuales pueden derivar en infecciones respiratorias agudas que van de la mano con la contaminación del aire.

Para esto es importante lograr que el municipio de Mexicali con auxilio de las instituciones académicas locales se encargue de la administración de las 6 estaciones de monitoreo actualmente a cargo de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA por sus siglas en inglés) para contar con información en tiempo real y poder establecer programas como el de los IMECAS, de contingencia en caso de afectación a la salud y el programa de verificación vehicular; y de desarrollar proyectos de investigación de manera independiente tales como el estudio de la capa de mezcla, del establecimiento de modelos de dispersión de contaminantes y de las inversiones térmicas que se sospecha se dan en Mexicali sobre todo en el invierno, todo lo anterior para beneficio del conocimiento del área y de la comunidad en general.

MIM-19

ANÁLISIS DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, PERIODO 1994-1999

Davydova-Belitskaya Valentina y Alejandro Martínez Zatarain
Departamento de Física, Instituto de Astronomía y Meteorología,
CUCEI, Universidad de Guadalajara
E-mail: vdavidov@udgserv.cencar.udg.mx

En este trabajo se dan algunos resultados del análisis sobre niveles de contaminación en la ZMG en relación a variaciones climáticas y eventos extremos causados por estos. Seis años de observaciones sobre ozono (O_3), partículas suspendidas fracción respirable (PM_{10}), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y bióxido de azufre (SO_2) de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) situada en el territorio de la Zona Metropolitana de Guadalajara arrojan una importante base de información sobre la calidad del aire. El análisis cuantitativo de esta información permitió determinar que los principales contaminantes en el problema de contaminación atmosférica de la ciudad fueron ozono y partículas de fracción respirable.

Sin embargo, cada año presenta un comportamiento de contaminantes muy particular que puede deberse en gran medida a:

1. Variaciones climáticas y eventos extremos particulares de cada año del análisis;
2. Actualización de los reglamentos sobre emisiones para industrias y transporte;
3. Violaciones y/o irregularidades en el cumplimiento de los criterios sobre emisiones para industria y parque vehicular.

Se determinó que los años 1995 y 1996 se caracterizaron por altos niveles de ozono, mientras que los años 1997, 1998 y 1999 establecieron valores record para PM_{10} , de tal manera que, los promedios anuales para la ZMG durante estos años (57.4, 73.4 y 65.0 $\mu g/m^3$ respectivamente) superaron el promedio de exposición crónica, 50.0 $\mu g/m^3$. Entre éstos tres años el 98 resalta por la frecuencia extremadamente alta de días con calidad del aire "mala" (200 a 299 IMECAs) y "muy mala" (300 IMECAs) registrados principalmente en abril y mayo.

Dado a que los incendios forestales ocurridos en abril-mayo de 1998 fueron los responsables de niveles record en los valores de contenido de PM_{10} en el aire de la ciudad, se evaluaron las condiciones climatológicas que antecedieron a dichos eventos mediante técnicas de predicción del riesgo de incendios forestales adaptadas por la OMM.

Entre los resultados se puede nombrar

1. Creación de un archivo de datos ambientales para la ZMG
2. Desarrollo de una metodología para pronosticar niveles de riesgo por incendio en zonas boscosas aledañas a la urbe.
3. Definición del periodo de máximos niveles de contaminación relacionados con eventos de incendios forestales.
4. Se encontró que en algunas zonas determinadas como potencialmente contaminadas, eventos de incendios forestales contribuyeron a producir niveles de alto riesgo a la salud humana.

MIM-20

DETERMINACIÓN DE ALGUNOS PRECURSORES DE OZONO TROPOSFÉRICO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Guillermo Montero Martínez
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El Centro de Ciencias de la Atmósfera ha llevado a cabo proyectos para la determinación de carbonilos en la troposfera baja sobre el Valle de México, tanto en fase gaseosa como en partículas y en lluvia. Durante los muestreos se han utilizado diferentes instrumentos con la misma la técnica de fijación: reacción de los carbonilos presentes con 2,4-dinitrofenilhidrazina, con lo que se obtienen hidrazonas más estables para su análisis. Éstos son realizados mediante cromatografía de líquidos con técnicas que han probado ser efectivas, pero cuya eficiencia en cuanto al número de compuestos por determinar es limitada. En este trabajo se presenta la descripción de una modificación a la técnica cromatográfica, mediante la introducción de un programa de elución ternaria con gradiente, con la que es posible determinar más de once carbonilos diferentes en un solo análisis. Las modificaciones incluyen el proceso de obtención de estándares de los compuestos a determinar, consistente en la purificación mediante la recristalización del precipitado de la reacción entre la 2,4-dinitrofenilhidrazina y el carbonilo correspondiente según el procedimiento de Shiner. El uso de otros solventes, como acetónitrilo, para este último paso ha logrado resolver el problema de la purificación de cristales para carbonilos con más de 5 carbonos en la molécula. Los cristales así obtenidos no muestran la aparición de otros picos en las pruebas cromatográficas utilizadas para determinar su pureza. Las curvas de

calibración obtenidas con este método para cada uno de los carbonilos son lineales y permiten identificar aquéllos de la técnica original y otros más a un menor costo de operación.

MIM-21

MODELO LINEAL PARA PATÍCULAS PM10 Y MATERIA ORGÁNICA EXTRAÍDA

José Luis Bravo y Omar Amador Muñoz
Instituto de Geofísica, UNAM
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se analizan dos años de mediciones de aerosoles atmosféricos de radio menor o igual que 10 micras y materia orgánica extraída. Los muestreos se realizaron en el Campus de la Ciudad Universitaria en la Ciudad de México y simultáneamente a ellos se hicieron mediciones de parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y de radiación solar, en el mismo sitio de muestreo de aerosoles. Se ajustaron por mínimos cuadrados varios modelos multilineales con el propósito de realizar pronóstico a corto plazo y además estimar la importancia de los parámetros meteorológicos en la explicación de la variabilidad de la concentración de partículas PM10 y de la materia orgánica extraída de los muestreos y determinar cuales parámetros meteorológicos son los más significativos en la explicación de dicha variabilidad y se analiza la bondad de cada modelo ajustado. Se ha incluido en los modelos un término autoregresivo para estimar la influencia de la permanencia de los aerosoles en la atmósfera. Se tiene también una muestra independiente al ajuste de los modelos que permite evaluar la bondad de los pronósticos a corto plazo.

Los resultados muestran que la parte autoregresiva del modelo es la que explica mayor varianza poniendo de manifiesto la importancia de la permanencia de los aerosoles en la atmósfera de la Ciudad de México. Son parámetros importantes también la magnitud de la velocidad del viento y la temperatura ambiente. Se detectó además tendencia en el conjunto de datos.

MIM-22

ESTUDIO PRELIMINAR DE NUCLEOS DE CONDENSACION DE NUBES EN LA ATMOSFERA DE LA CD. DE MEXICO

T. Castro, D. Baumgardner, L. Alfonso y G. Raga
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Los núcleos de condensación de nubes (CCN) son muy importantes para la formación de nubes. En el pasado se han realizado muchas mediciones de CCN en áreas rurales y en el mar pero hay pocas mediciones para grandes ciudades. Ciertos aerosoles urbanos pueden formar CCN y posteriormente afectar el desarrollo de nubes y con ello, la precipitación pluvial.

Por otro lado, el estudio de CCN dentro del contexto de exportación de aerosoles fuera de la Zona Metropolitana de la Cd. de México (ZMCM) es de suma importancia ya que estos aerosoles pueden generar nubosidad que no se presentaría en condiciones normales, lo que conduciría a cambios tanto en la agricultura como en la hidrología local.

Se analizan datos para un mes (13 de julio al 13 de agosto, 2000) obtenidos con un contador de CCN y un contador de núcleos de condensación (CN). Este estudio es el primero de su género realizado en la Cd. de México. Los resultados preliminares muestran que algunas veces la concentración de CN es mayor que 40,000 cm⁻³ y la concentración de CCN es mayor que 6000 cm⁻³. La concentración de CCN en una atmósfera sin contaminación normalmente es menor que 1000 cm⁻³, por lo que el efecto de los CCN en la atmósfera de la Cd. de México puede ser muy significativo. Se utiliza un modelo de nubes para evaluar el efecto que tienen los CCN de la ciudad en el desarrollo de precipitación en nubes convectivas.

Otro resultado de este estudio es que la fotoquímica puede jugar un papel importante en la formación de aerosoles urbanos que son potencialmente formadores de núcleos de condensación.

MIM-23

RELACIONES ENTRE PM-10 EN SUPERFICIE Y NUBES CONVECTIVAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

G.B. Raga, D. Baumgardner and F. Oropeza
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

En un estudio reciente de electrificación en nubes convectivas (Lyons et al., 1998) se comprobó que el humo proveniente de incendios forestales ocasionó un cambio significativo en el número de descargas eléctricas positivas. No resulta nada claro cuál sería el mecanismo físico que causaría esta anomalía. Asimismo, en un trabajo aún más reciente por Rosenfeld (2000) se puede comprobar que las emisiones antropogénicas están modificando las características de las nubes convectivas.

La Ciudad de México se encuentra ubicada en un altiplano rodeado por montañas y es notoria por su problema de contaminación del aire, en particular por las elevadas concentraciones de ozono y de materia particulada. En este estudio investigamos si las emisiones de la Ciudad de México están afectando las características de las nubes convectivas que se desarrollan en la misma. Utilizamos las observaciones de partículas con diámetros menores a 10 micrómetros (PM-10) en superficie, obtenidas por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Gobierno del Distrito Federal. Dichas mediciones se obtienen en forma horaria con el método TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance). Asimismo, utilizamos las imágenes de satélite GOES-8, para obtener ciertas características de las nubes convectivas.

El área de estudio fue dividida en 2 zonas: noroeste (NO) y suroeste (SO), y se procedió a comparar las observaciones en superficie y derivadas de satélite en ambas zonas. Se utilizaron los meses de julio a noviembre (época de lluvias) de 1997 y 1998. Los resultados indican que las observaciones de PM-10 realizadas en el SO en 1998 son significativamente diferentes que las del NO y también que ambas zonas en 1997. El análisis de los parámetros derivados de las imágenes de satélite sugiere que en la zona SW en 1998 los núcleos convectivos son más numerosos, cubren una superficie mayor y tienen topes más fríos que en la zona NO. Este resultado se relaciona directamente con observaciones de actividad eléctrica en ambas zonas, determinadas por Smith y Baker (comunicación personal, University of Washington) a partir del sensor LIS en el satélite TRMM. Esta correlación preliminar sugiere

que habría un vínculo entre las partículas en superficie y ciertas características en las nubes convectivas que podrían relacionarse con la actividad eléctrica en las mismas.

Lyons et al, 1998: Enhanced positive cloud-to-ground lightning in thunderstorms ingesting smoke from fires Science, 282, 77-81.

Rosenfeld, D., 2000: Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution Science, 287, 1793-1796.

MIM-24

MEDICIONES DE DISTRIBUCIONES DE GOTITAS DE NIEBLA EN DIVERSAS ESCALAS ESPACIALES

F. García-García y Ulises Virafuentes
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se analizaron datos históricos de espectros de gotitas de niebla en un sitio de la Depresión Central de Chiapas. Las concentraciones y distribuciones por tamaño fueron obtenidas haciendo uso de una plataforma móvil de muestreo para estudios de microfísica de nubes, equipada con un espectrómetro de gotas de dispersión frontal (rango nominal: 2 a 60 micrómetros de diámetro). La técnica utilizada resulta adecuada para investigar la estructura microfísica de niebla en escalas del orden de centímetros. Las pruebas estadísticas aplicadas a segmentos de la nube indican la variabilidad de las características microfísicas en diversas escalas espaciales. En este trabajo se presentan los resultados de dicho análisis y se discuten sus posibles implicaciones en diversos procesos del desarrollo de la niebla.

MIM-25 CARTEL

PROCESADOR MICROMETEOROLÓGICO (PROMI) PARA LA GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE TURBULENCIA ATMOSFÉRICA REQUERIDA PARA SIMULAR LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES A PARTIR DE LA METEOROLOGÍA CONVENCIONAL PARA UNA REGIÓN TROPICAL

Lopez Martinez Jose, Salcido Gonzalez Alejandro y Saldaña Flores Ricardo
Instituto Mexicano del Petroleo
Instituto de Investigaciones Electricas

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos por un procesador micrometeorológico (PROMI) para la generación de la información de la turbulencia atmosférica requerida para realizar la simulación de la dispersión de contaminantes, utilizando la información de meteorología convencional. Este procesador utiliza la parametrización de la velocidad de fricción con la intensidad del viento y de la covarianza $W'T'$ con la intensidad del viento en la horizontal y la temperatura ambiente. Estas parametrizaciones fueron obtenidas a partir de la información meteorológica convencional y turbulenta recopilada de dos campañas de medición realizadas en Salamanca, Guanajuato y Salina Cruz, Oaxaca. El estudio consistió en analizar la información meteorológica convencional (velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, humedad relativa y radiación global) y la turbulenta (velocidad de fricción y convectiva, temperatura de escala convectiva, longitud de Monin Obukhov, flujo de calor sensible y energía cinética turbulenta). Del análisis se esclareció la tendencia

estadística en el comportamiento de los parámetros meteorológicos convencionales y turbulentos. Se analizaron diversas funcionalidades, ajustando los coeficientes para minimizar las diferencias entre lo observado y estimado, utilizando para ello el método de Newton - Raphson. Los resultados de la turbulencia generados a través de las parametrizaciones, obtenidas de este análisis, se compararon con las medidas experimentalmente, encontrando una aproximación satisfactoria. Además las parametrizaciones propuestas fueron aplicadas en diversas regiones, Minatitlán, Veracruz y de Cuernavaca, Morelos, obteniendo resultados similares. Se realizó la simulación de la dispersión de bióxido de azufre utilizando información medida de turbulencia atmosférica y la generada por PROMI, ambos resultados fueron comparados con la medición real de bióxido de azufre, obteniendo resultados positivos.

OCE-01

ESTUDIO SOBRE ONDAS ESTACIONARIAS EN AGUA DE MAXIMA ALTURA Y SU ROMPIMIENTO EN EL CASO DE LA RESONANCIA DE FARADAY

C. Lizarraga Celaya y S. Sekerzh-Zenkovich
 Depto. de Fisica, Universidad de Sonora

Se presentan resultados de ondas superficiales de agua parametricamente excitadas, en un recipiente rectangular que oscila verticalmente en el caso de la resonancia de Faraday. Los perfiles de onda son calculados mediante una solucion analitica de tercer orden, obtenida usando metodos asintoticos basados en el metodo de promedios de Krylov-Bogolyubov. Los resultados teoricos son despues comparados con observaciones en el laboratorio. Se encuentra teoricamente una onda de maxima altura y se propone un criterio para el rompimiento de las ondas de superficie estacionarias.

OCE-02

LABORATORY STUDY OF THE GULF OF MEXICO-CARIBBEAN BASIN CIRCULATION

Sergey N. Bulgakov, Nikolay P. Bulgakov and Alejandro Martinez Z.

Universidad de Guadalajara
 Marine Hydrophysical Institute, Ukraine

Circulation in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea is simulated in the square tank having scaled coastal geometry of prototype, and with topographic beta-effect caused by a sloping bottom mounted on a rotating turntable. Flow field is generated by injecting waters of different densities into the Caribbean Sea through the two major channels of the Greater and Lesser Antilles (Windward and Grenada Passages) using water pumps. Withdrawal of water is realized in the Atlantic basin.

The flow characteristics depend upon the horizontal and vertical scales of the basin, influx, density differences between the North and South Atlantic waters, rate of rotation, the topographic beta-effect and other model parameters. The flow characteristics can be classified according to the dimensionless parameters of Rossby (Ro), Ekman (Ek) and Burger (Bu). The results of the barotropic and baroclinic experiments demonstrate that the major elements of the prototypical dynamics (such as Gulf Stream, Loop Current, eddy shedding, etc.) can be reproduced in the laboratory for the defined range of the governing parameters.

OCE-03

ON STEEP STANDING GRAVITY WAVES

S.Ya. Sekerzh-Zenkovich, G.A. Bordakov, I.K. Shingareva and V.A. Kalinitchenko

Laboratory of Wave Processes, Institute for Problems in Mechanics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
 Depto. de Fisica, Universidad de Sonora

Experimental and theoretical results on high 2-D standing waves in a rectangular container are presented. The waves were generated by using Faraday subharmonic resonance when the container was oscillating vertically. The maximum wave steepness for regular waves was obtained and it is larger than that measured in experiments of Taylor (1953) and Juang(1998). It is shown that

the steep regular wave profiles observed in the experiments agree well with those calculated in the Lagrangian variables from a fifth-order perturbation solution. Irregular waves were generated also. The highest of these waves is steeper than the highest of the regular waves. The highest irregular wave profile has almost infinite slope and can be described qualitatively by the theoretical model mentioned above.

OCE-04

ON ANALYTICAL MODELING OF TSUNAMI WAVES

S. Sekerzh-Zenkovich, I. Shingareva and R. Gonzalez G.
 Institute for Problems in Mechanics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
 Depto. de Fisica y Matematicas, Universidad de Sonora

A layer of fluid, unbounded in the horizontal directions, is rests over an elastic medium. A spherical expansion center (source) radiating nonstationary longitudinal waves acts in a point within the elastic medium. The time spectral function of the source is nonzero in some frequency interval.

A linear model is constructed and the fluid motion is described by the equations based on long wave theory.

Using a computer algebra system (Maple), the conditions under which the ratio of the fluid free-surface elevation to the vertical displacement of the fluid medium interface is large, are analytically calculated.

Applying this model to the tsunami problem, it is found that tsunami waves can only be generated by long period oscillations of the source. The results of the analytical modeling of tsunami waves are presented for various types of parameters of the problem.

In particular, it is found that if the source is located at depths of 40 km, tsunami waves are generated when the source period is about 15 min. Tsunami waves generated by point and distributed sources are compared.

OCE-05

NUMERICAL SIMULATION OF THE EVOLUTION OF TOPOGRAPHICAL VORTEXES IN A COASTAL TIDAL CURRENT

Vyacheslav G. Makarov and Guillermo Martinez Flores
 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

As is known, topographical vorticity is quite often generated above localized singularities of bottom relief in the ocean. The most known demonstration of this phenomenon in a barotropic case is the Taylor column, which arises in a nonvortical current, if the ratio of the velocity of an entering flow to the height or depth of the bathymetric feature exceeds some critical quantity.

The problem of the behavior of vortex patches (bounded domains of uniform vorticity), which are shaped by tidally oscillations of an along-coast stream of a barotropic fluid in neighborhood of isolated underwater heights or troughs is considered. The evolution of these two-dimensional areas is described on the basis of a conservation law of a potential vortex in a quasi-geostrophic approximation on the f-plane.

The features of nonlinear instability of vortexes, which depend on the regime of the tidal stream, shape of a the obstacle and its location with respect to a rectilinear coast, is studied numerically using the contour dynamics method.

OCE-06

SOLUCIONES NUMÉRICAS DE LA ECUACIÓN DE VORTICIDAD BAROTRÓPICA APLICADA AL GOLFO DE MÉXICO

E.E. Villanueva, V.M. Mendoza y J. Adem
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
E-mail: victor@atmosfera.unam.mx

Se muestran soluciones numéricas de la ecuación de vorticidad barotrópica bajo forzamiento por esfuerzo del viento y por transporte de masa entre las Cuencas del Caribe y el Golfo de México.

Se usan fronteras cerradas en la Costa y fronteras abiertas en el Mar Caribe y en la Costa Este de Florida.

En la primera parte de este estudio la ecuación se resolvió para el estado-estacionario con un fondo plano de 200m de profundidad, líneas de costa reales y resolución horizontal de 25 km. Se encuentra que el intercambio de masa entre las dos Cuencas el Mar Caribe y el Golfo de México se incrementa por el rotacional del esfuerzo del viento.

En la segunda parte se incluye la batimetría del fondo y la ecuación se resuelve para los estados estacionario y no-estacionario.

En el estado no-estacionario se encuentra que la Corriente de Lazo penetra en el Golfo y dobla hacia el Oeste en una configuración inestable para dar lugar a un régimen periódico de desprendimiento de eddies.

Se concluye que la dinámica de las corrientes en el Golfo de México es adecuadamente simulada por una ecuación de vorticidad barotrópica.

OCE-07

¿ES LA HIDRODINAMICA EN EL DELTA DEL RIO COLORADO RESPONSABLE DE LA FORMACION DE LAS ISLAS MONTAGUE Y GORE?

Noel Carbajal y Yovani Montaña
Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Aplicando un modelo hidrodinámico numérico bidimensional se estudió el transporte de sedimentos como carga de fondo, debido a la marea principal lunar M_2 , en el Delta del Río Colorado. Los patrones de transportes netos concuerdan con aquellos deducidos de observaciones directas. Se sabe que la aportación de sedimentos por el Río Colorado era muy grande. En la actualidad, imágenes de satélite revelan en tiempos de marea viva, intensos procesos de resuspensión. Así mismo, la presencia de bancos de arena ha sido documentada en diferentes trabajos. Estos aspectos dinámicos sugieren un posible origen hidrodinámico de las islas Montague y Gore debido a procesos de convergencia de sedimentos. Partiendo de una geografía real pero eliminando las islas Montague y Gore, y

aplicando una batimetría obtenida con profundidades lateralmente promediadas y alisadas a lo largo del delta, se efectuaron diferentes experimentos numéricos de transporte de sedimentos como carga de fondo. Los resultados de una simulación de 10 años muestran la formación de un banco de arena exactamente donde se encuentra actualmente la isla Montague.

OCE-08

SOBRE DOS MODOS DE RESONANCIA DEL OCEANO MUNDIAL EN UNA RESOLUCIÓN DE 1°

Juan H. Gaviño R.¹, Wilfried Zahel² y Ulrike Seiler²

¹ CeUnlvO, Univ. de Colima

E-mail: gavinho@cgic.ucol.mx

² Institut fuer Meereskunde Uni-Hamburg

E-mail: zahel@dkrz.de

E-mail: seiler@dkrz.de

Un modelo de 1 grado de resolución del Océano Mundial utilizado para asimilación de datos mareográficos (particularmente del Topex- Poseidón) se modificó ligeramente para obtener 2 modos de resonancia de periodos diurno 25.76h y semidiurno 12.66h utilizando el método de iteración inversa, se incluyeron las parametrizaciones de fricción con el suelo, difusión turbulenta y efecto de carga gravitatoria, lo que hace que los valores propios del operador matricial respectivo tengan parte real (disipación) que resultó ser menor al 10% de la magnitud de la parte imaginaria (frecuencia de oscilación), el porcentaje de energía potencial fue del orden del 45% en ambos casos. Se encuentra una gran similitud con modos de oscilación libre sin fricción con una resolución de 4 grados y con los respectivos cuadros de oscilación de las componentes de marea diurnas y semidiurnas.

OCE-09

CONDICIONES HYDRODINAMICAS E HIDROLÓGICAS EN EL COMPLEJO LAGUNAR BAHIA MAGDALENA-ALMEJAS, B.C.S. DURANTE LA PRIMAVERA DEL 2000

O. Zaytsev, F. Salinas González, C. Turrent Thompson y M. Saldivar Reyes

Depto. de Oceanología, CICIMAR, IPN

E-mail: ozaytsev@redipn.ipn.mx

En Abril de 2000 se realizó una campaña de mediciones de los parámetros termohalinos e hidrodinámicos en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Con equipos SeaBird-25 y InterOcean S4 CTD se llevó a cabo una red de 42 lances de CTD, ubicadas en el complejo y en la región adyacente del mar abierto, en las cuales se hicieron los perfiles verticales de la temperatura y la salinidad desde la superficie hasta el fondo. Con un perfilador acústico marca SonTek se midieron corrientes en las bocas y canales principales del sistema. Adicionalmente, se instalaron ológrafos tipo InterOcean S4 WTG en cuatro estaciones fijas en las bocas principales, los cuales registraron series de tiempo de corrientes y variaciones del nivel del mar provocadas por marea y oleaje.

Los resultados se discutirán en los siguientes apartados: a) el patrón de la estructura termohalina, b) corrientes e intercambio del agua en las bocas por las mareas, c) variabilidad temporal de las corrientes en las estaciones fijas, d) el comportamiento del oleaje distante (swells) en el complejo lagunar.

Con los datos de CTD se calculó el campo tridimensional de densidad, que es indispensable para establecer la topografía dinámica de la bahía. Los resultados muestran que la distribución vertical de densidad tiene una estratificación intensa cerca de las bocas principales y en la región adyacente del Océano Pacífico. En las regiones con profundidades menores de 20 m la columna de agua fue prácticamente uniforme por intensa mezcla vertical. En una sección perpendicular realizada en frente de la boca principal de la Bahía Magdalena se encontró la elevación de las isotermas e isopícnas, la cual sugiere la presencia de surgencias inducidas por la acción de viento.

Las corrientes dentro del sistema alcanzan 50-60 cm/s durante flujo y reflujo de marea y 10-15 cm/s durante marea alta y baja. El patrón de circulación de las Bahías Magdalena y Almejas es provocado básicamente por la marea, el efecto del viento se registró solamente durante mareas altas y bajas y no dominó. En las bocas y los principales canales de comunicación se registraron corrientes en el rango de 120-140 cm/s durante el flujo y reflujo de la marea, lo que sugiere que el proceso hidrodinámico que regula el patrón de corrientes en el sistema es el forzamiento oceánico (intercambio de agua a través de las bocas por marea y oleaje). Las series de tiempo también confirman el papel dominante de las mareas en la circulación en las bahías.

Las variaciones del nivel del mar muestran que durante las mediciones las mareas fueron semidiurnas con un rango aproximado de 1.60 m. En la banda de frecuencias altas se encontró la presencia de swell de hasta 1 m de altura, y de oleaje local, que se desarrollaba en la tarde con el viento del N y NO.

OCE-10

VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE PARÁMETROS FOTOSINTÉTICOS DEL FITOPLANCTON DE LAGUNAS COSTERAS SUBTROPICALES

Martín A. Montes-Hugo y Saúl Alvarez-Borrego
División de Oceanología, CICESE

Con el propósito de contribuir al desarrollo de modelos para caracterizar los procesos biogeoquímicos en lagunas costeras del noroeste de Baja California, estamos desarrollando algoritmos para estimar la producción del fitoplancton con base en datos de irradiancia y clorofila. Una parte importante de estos algoritmos son los parámetros de la relación fotosíntesis-irradiancia (P-E) que describen el estado fisiológico del fitoplancton. El Estero de Punta Banda es una laguna costera a 123 km al sur de la frontera México-USA. El Estero normalmente es un estuario negativo y, mediante las corrientes costeras y de mareas, tiene influencia de las aguas de surgencia costera de la zona oceánica adyacente. Mediante el coeficiente de atenuación de luz (K_d) dividimos el Estero de Punta Banda en dos regiones, boca y extremo interno. Caracterizamos el número de asimilación, o producción en el óptimo de irradiancia (P^*m), y la pendiente inicial de la curva P-E (α^*) como promedios representativos de las dos regiones, para cada estación del año y para mareas vivas y muertas. Las curvas P-E fueron generadas con incubaciones con 14C, en un fotosintetrón con un gradiente artificial de luz. En general P^*m de la región de la boca fue mayor que el del extremo interno debido a la fotoaclimatación del fitoplancton a un régimen de mayor irradiancia en el primer caso. El promedio de P^*m para todo el Estero no se correlacionó

con la temperatura del agua. Ambos parámetros fotosintéticos covariaron en la escala estacional. Proponemos promedios representativos de estos parámetros que pueden ser utilizados en algoritmos clorofila-luz para estimar la producción primaria.

OCE-11

LA MAREA EN LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA

Juan Adolfo Dworak-Robinson^{1,2} y José Gómez-Valdés³

¹ Instituto Tecnológico del Mar 03

² CIBNOR, S.C.

³ CICESE

Se analizan datos de mareas y corrientes obtenidos de Septiembre a Noviembre de 1999, en la Bahía de Yavaros, Sonora. Tanto los flujos como la marea son de régimen mixto con predominancia semi-diurna, con marcada modulación catorcenal. Los armónicos principales de la marea O1(17.1 cm), K1(19.7 cm), M2(21.3 cm) y S2(19.6 cm), no varían significativamente entre la cabeza del canal principal y la boca, aunque se registra un desfase de 20 minutos en la propagación de estas ondas entre esos puntos. Se observa la presencia de componentes de agua somera del orden de 1 cm s⁻¹, siendo las mas importantes MS4 y M4. Se estudia la distorsión no-lineal de la marea usando la fase relativa de la componente M2 respecto a la de la M4. En la boca, las corrientes cercanas al fondo alcanzan velocidades del orden de 70 cm s⁻¹. Los flujos de baja frecuencia muestran una dominancia del reflujo con velocidades máximas de 4 cm s⁻¹, que es explicado por la asimetría de la marea. Las interacciones no lineales son investigadas con la ayuda de un modelo numérico verticalmente integrado. La dinámica es controlada por el gradiente de presión y la fuerza de fricción del fondo. Se discuten los mapas cotidales y el campo de velocidades residuales. En este último, sobresale un giro anticiclónico en el centro de la bahía, donde se encuentra un bajo rodeado por un canal secundario.

OCE-12

LA CIRCULACION DE LA BRIZA EN EL LAGO DE CHAPALA, MEXICO

Tereshchenko I.E., Filonov A.E., Monzon C.O. y Cruz R.C
Depto. de Fisica, Universidad de Guadalajara

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 briza (Filonov *et al.*, 1998). Para el análisis de la circulación de la briza y su relación con las variaciones de nivel del lago, se utilizaron series de tiempo de las características meteorológicas. Los datos fueron registrados por medio de una estación meteorológica Weather Monitor II durante el periodo Diciembre 1996-Julio 2000. La discretización de las mediciones fue 1 h. El análisis de los resultados muestra un carácter de briza del viento. Durante la noche, el viento es débil con dirección hacia el lago, alcanzando su valor máximo de 2 m s⁻¹ a las 4 horas y después decae. A partir de las 8:00 de la mañana el viento se amplifica cambió en sentido de las manecillas del reloj. Entre las 9:00 y las 10:00 de la mañana, alcanzó la velocidad de 3 m s⁻¹ llevando una dirección hacia el este de forma paralela a la costa del lago. Más tarde, de las 14:00 a las 15:00 horas alcanzó una velocidad máxima de 4 m s⁻¹ con dirección hacia tierra directo hacia el norte. De las 17:00 a 24:00 horas, el viento se dirigió hacia este y alcanzó una velocidad de tan solo 1 m

s-1. El diagrama del vector del viento muestra, que la circulación de la briza sobre el lago no estuvo presente al tiempo de las mediciones. Para algunos días bajo la influencia de las oscilaciones de escala sinóptica, el viento es notablemente amplificado lo que consecuentemente afecta el desarrollo de la briza. Las mediciones han mostrado que durante diciembre, 1996 el 83% fueron días con briza. Los resultados del análisis muestran que los procesos termodinámicos en el área del lago con periodos de una hora a un día son causados por los procesos de circulación local (briza y vientos de valle) los cuales tienen como fuente las variaciones diarias de temperatura. Las amplitudes de los promedios cuadrados para los armónicos diarios muestran amplitudes mayores que las fluctuaciones semi-diurnas para todos los parámetros meteorológicos analizados. En la noche, la velocidad del viento es cercana a cero debido a la estabilidad termal y a la disminución del movimiento vertical.

OCE-13

EL ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES INSTRUMENTALES DE LOS PROCESOS TERMOHIDRODINÁMICOS EN EL LAGO ALCHICHICA, MÉXICO

Anatoliy Filonov y Javier Alcocer
Universidad de Guadalajara

En el octubre de 1999 fue realizado un experimento para medición instrumental de los procesos termohidrodinámicos que tienen lugar en el Lago volcánico Alchichica. realizadas demostró que en el Lago Alchichica constantemente se desarrollan procesos dinámicos intensos, relacionados con seiches barotrópicos y baroclínicos. Dichos procesos provocan fluctuaciones verticales de la termoclina y la haloclina con periodos cercanos a 3 horas y amplitudes de 1-1.5 m. La longitud de los seiches baroclínicos observados en el Lago fueron menores que su dimensión horizontal, por lo que como consecuencia de la reflexión de las ondas en la orilla además su interferencia, se genera un esquema temporal y espacial complicado de las fluctuaciones de las características hidrofísicas e hidroquímicas. Se midieron seiches baroclínicos en el Lago Alchichica con fluctuaciones de la primera moda. Las mediciones realizadas con ayuda del ADCP mostraron que dichas fluctuaciones provocaron considerables corrientes superficiales en las capas tanto superiores como inferiores a la termoclina, alcanzando algunas veces 30-40 cm/s con movimientos verticales hasta de 10 cm/s. Los registros de las fluctuaciones espaciales de temperatura y salinidad mostraron que en las capas subsuperficiales del lago existen continuamente lentes de agua más fría (hasta de 1°C) y más salada (hasta 0.5 psu). Éstos provocan un fuerte parches del campo de temperatura y salinidad en la superficie. La naturaleza termohalina de los lentes puede ser relacionada con los procesos de ondas baroclínicas que tienen lugar en la subsuperficie de la termohaloclina y también como consecuencia de los vientos locales. La medición mostró que los vientos locales sobre el Lago frecuentemente cambian de intensidad y dirección. Éstos pueden estabilizarse y alcanzar velocidades de hasta 5 cm/s en el transcurso de algunos minutos. También la fluctuación diaria de temperatura subsuperficial en el Lago fue cerca de 1°C y de salinidad de 0.2 psu.

OCE-14

SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA

Isabel Ramírez
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

La hidrodinámica de las lagunas costeras es conducida por el delicado balance que ocurre entre los forzamientos que actúan sobre ellas. La competencia entre las mareas, el esfuerzo del viento, la fricción del fondo y las fuerzas de presión inducidas por densidad establecen la existencia o ausencia de estratificación y esto consecuentemente manifiesta su efecto sobre la circulación en el área.

El Estero de Punta Banda, es una laguna costera localizada a 12 Km al sur de Ensenada B. Cfa., al sur de la Bahía de Todos Santos. La laguna se encuentra separada de la Bahía por una barra de arena de 7.5 Km de largo. Esta comunicada con la bahía por una boca de 7.5 ms de profundo y .2 Km. de ancho, lo cual permite el flujo y reflujo de la marea dentro de la laguna. Se utiliza un modelo hidrodinámico tridimensional para aguas someras el cual utiliza el método de diferencias finitas semi-implícito para simular la hidrodinámica de este cuerpo de agua continuando los estudios que quedaron estancados durante mas de 20 años. Este modelo ha sido aplicado a escalas espaciales similares al Estero de Punta Banda con buena resolución. El éxito de la simulación depende en mucho de las condiciones iniciales y los forzamientos con que se mantiene el modelo. Si las condiciones iniciales son fuentes de buena calidad, se espera tener resultados comparables con la hidrodinámica existente bajo esas condiciones.

OCE-15

SIMILITUDES Y DIFERENCIAS EN LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA DE TRES LAGUNAS COSTERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR

Guillermo Gutiérrez de Velasco Sanromán
Estación de Investigación, CICESE, La Paz, B.C.S.

Entre las lagunas costeras de la costa noroeste de Baja California Sur destacan, por su tamaño e importancia como áreas de protección a numerosas especies y de actividad pesquera, las lagunas de San Ignacio, Ojo de Liebre y Guerrero Negro. Debido a las altas razones de evaporación que caracterizan a la región, estas lagunas costeras se encuentran en la categoría de las lagunas hipersalinas, o lagunas donde la salinidad (y la densidad) es generalmente mayor que en el océano adyacente. La atmósfera juega un papel preponderante en forzar la circulación costera, donde los vientos provienen persistentemente desde el noroeste con magnitudes significantes, particularmente durante la primavera y el verano.

Aun que las tres lagunas pueden ser clasificadas dentro de la categoría de las lagunas hipersalinas, los diferentes ambientes costeros con los cuales se comunican, su orientación respecto de los vientos dominantes, y su morfología les confieren características oceanográficas particulares.

En el presente trabajo se discuten las características oceanográficas de cada una de las lagunas costeras, sus similitudes y diferencias.

OCE-16

MODELO DE BALANCE DE SAL Y MASA PARA EL MANEJO DE UNA LAGUNA COSTERA MEDIANTE UN SISTEMA DE BOMBEO POR ENERGIA DE OLEAJE

S. Czitrom y I. Penié
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Instituto de Oceanología, Cuba

Se desarrolló un modelo que utiliza el balance de masa y de sal en un cuerpo de agua costero. El balance incluye la evaporación, la lluvia, y la descarga de río así como la apertura al mar de la barra de arena, y el bombeo por un Sistema de Bombeo por Energía de Oleaje (SIBEO). El modelo se calibra inicialmente con observaciones de la salinidad y el nivel de agua a lo largo de un año en una laguna costera de Oaxaca. Una vez calibrado, el modelo se utiliza para simular la evolución de la salinidad de la laguna para diferentes escenarios de apertura de la barra o de bombeo de agua por el SIBEO. Este último puede usarse para manejar los niveles de salinidad en la laguna que optimice las condiciones para el cultivo extensivo de especies como el camarón. Este método puede utilizarse en forma general para el manejo de cuerpos de agua costeros semicerrados.

OCE-17

ANALISIS DE LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL EN EL MAR DE ALBORAN (MEDITERRANEO OCCIDENTAL) MEDIANTE IMAGENES SAR/ERS-1 Y DATOS DE CAMPO

Bernardo Shirasago, Maclovio Obeso-Nieblas y Laura Sanchez
CICIMAR, IPN

El Mar de Alborán es la primera cuenca Mediterránea a la que arriban las aguas Atlánticas (AW) que penetran a través del Estrecho de Gibraltar. Estas aguas se mezclan con masas de agua propias de la zona, dando como resultando Aguas Atlánticas Modificadas (MAW), que fluyen hacia el interior de este mar presentando una alta variabilidad en espacio y tiempo.

El presente estudio tiene como finalidad el analizar la circulación superficial y la detección de estructuras mesoescalares en el Mar de Alborán (Mediterráneo Occidental), en el periodo comprendido entre los meses de septiembre y octubre de 1992. Para este análisis se usaron imágenes SAR/FDC (Radar de Apertura Sintética), adquiridas por medio de los proyectos europeos EUROMODEL MAST No. MAS2-CT93-0066 y de la ESA (Agencia Espacial Europea) AO Project E1, así como datos de barco obtenidos a bordo del B/O "García del Cid" durante la campaña española FE92, como son CTD y Perfilador de Corrientes Doppler (ADCP).

Los resultados muestran una correlación importante entre las imágenes SAR con los datos de barco. Estructuras tales como dos grandes giros anticiclónicos observados en otros estudios, con diámetros aproximados de 100 km; pequeños remolinos asociados al primer gran giro (zona oeste), un frente en forma de onda separando aguas atlánticas y mediterráneas con un jet asociado responsable de introducir 1 Sv al interior del Mediterraneo

Occidental y la formación de la Corriente Argelina. Cabe mencionar que el viento jugó un papel importante en la detección de tales estructuras mediante las imágenes de radar.

OCE-18

EXPRESIONES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO, EN IMÁGENES DEL RADAR DE APERTURA SINTÉTICA

Asdrubal Martínez Díaz de León
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

La capacidad del radar de apertura sintética (SAR), a bordo del segundo satélite Europeo (ERS-2), para obtener imágenes de la superficie del mar y la zona costera que expresen fenómenos geofísicos con escalas espaciales de decenas de metros a centenas de kilómetros ha quedado demostrada en diferentes trabajos. Estos fenómenos incluyen por ejemplo estructuras atmosféricas como viento y ondas gravitatorias, oleaje, giros oceánicos, frentes, ondas internas, entre otros.

A pesar del potencial que el radar de apertura sintética tiene como una herramienta en estudios oceanográficos la información proporcionada por este instrumento no es aún de uso común en nuestro país. En este trabajo se presentan los resultados más sobre salientes del uso de este tipo de imágenes de radar para estudiar la dinámica del Golfo de California. Además de describir los principios básicos de operación de este radar, se presentan y discuten una serie de imágenes que cubren diferentes áreas del Golfo, desde la boca hasta la cabeza, en las cuales se pueden observar algunos de los fenómenos arriba mencionados. Se discute también la importancia de poder utilizar de manera combinada la información contenida en las imágenes de radar con la de otro tipo de sensores remotos e información tomada directamente en el campo.

OCE-19

DINÁMICA MESOESCALAR EN LAS INMEDIACIONES DE UN CAÑÓN SUBMARINO LOCALIZADO EN EL MAR CATALAN (MEDITERRANEO OCCIDENTAL)

Bernardo Shirasago, Maclovio Obeso-Nieblas y Laura Sanchez
CICIMAR, IPN

El Mar Catalán se localiza al Este de la Península Ibérica, entre el continente y las Islas Baleares. Este mar se caracteriza por presentar una plataforma continental muy estrecha en su parte norte y una bastante amplia en la sur, mientras que el talud continental se encuentra dominado por una gran cantidad de cañones submarinos.

La región presenta una importante estacionalidad en su parte superficial, con periodos de mezcla que ocurren por lo general entre octubre y abril y de una marcada estratificación entre mayo y septiembre. Numerosos estudios se han realizado para determinar los procesos de mesoescala imperantes en la zona, así como de sus variaciones estacionales a diferentes escalas.

Una característica importante de esta zona es la presencia de una corriente de plataforma-talud denominada Corriente Liguro-Provenzal-Catalana, la cual se encuentra en equilibrio geostrofico

con un frente débil pero permanente de plataforma-talud. Los valores de salinidad en la zona presentan una variabilidad muy importante debido a la influencia de las descargas de ríos, siendo el Ródano el que tiene la mayor presencia en este tipo de fenómenos. Es de destacar la rápida evolución de remolinos de mesoescala y filamentos en la región, los cuales afectan el intercambio entre las aguas costeras y oceánicas.

Para el presente estudio se utilizó una imagen SAR del ERS-1 y una AVHRR del NOAA 11, de fecha 15 de mayo de 1992. Adicionalmente, se obtuvieron medidas in situ a bordo del B/O "García del Cid" (campana PRIM-1) del 13 al 19 de mayo de 1992. Dichas mediciones consistieron en el registro de datos ADCP, CTD y boyas de deriva.

Los resultados muestran la detección de la corriente de talud con velocidades que alcanzan los 30 cm/s, con una importante deflexión de una parte de ella en la zona del Cañón de Palamós. Así mismo, se detecta el frente asociado hasta 400 m con isopícnas que no afloran a la superficie debido a la estratificación provocada por las descargas del Río Ródano.

OCE-20

CLASIFICACIÓN DE RASGOS OCEANOGRÁFICOS EN IMÁGENES DEL RADAR DE APERTURA SINTÉTICA UTILIZANDO REDES NEURONALES

M.A. Pérez-Chavarría y A. Martínez Díaz de León
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
E-mail: miguel@cosmos.ens.uabc.mx

Las imágenes del radar de apertura sintética muestran diferentes fenómenos oceanográficos, con escalas espaciales que van desde decenas de metros a cientos de kilómetros. En muchas ocasiones estos fenómenos son difíciles de identificar a simple vista por diferentes razones. Primero, el radar responde en un intervalo dinámico cinco ordenes de magnitud mayor al que es posible desplegar una imagen en cualquier monitor convencional, por lo que es necesario algún tipo de compresión, afectando así la resolución. Segundo, existe un ruido inherente en la generación de la imagen por tratarse de un radar coherente, lo que degrada la apariencia de cualquier fenómeno.

En este trabajo se utilizan las redes neuronales para resaltar con mayor resolución espacial diferentes fenómenos oceanográficos que se aprecian en imágenes de radar. Los resultados son comparados con el procesado de las imágenes utilizando técnicas convencionales, observándose que las redes neuronales proporcionan mejores resultados.

OCE-21

OBSERVACIONES DE CORRIENTES DE MAREA EN EL CANAL DE YUCATAN

Fatima Carrillo, Jose Ochoa, Julio Candela e Ignacio Gonzalez
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Utilizando series de Septiembre de 1999 a Junio de 2000, correspondientes a 21 correntómetros Aanderaa y ocho ADCPs distribuidos irregularmente pero cubriendo ampliamente el Canal de

Yucatan, se determinan las características de las variaciones atribuibles a mareas. Se presentan mapas de orientación, amplitud y cotidales para las dos componentes diurnas y dos semidiurnas de mayor amplitud, y comparaciones con la intensidad de los flujos restantes. Las contribuciones semidiurnas son mucho menores que las diurnas en toda la sección. La contribución por mareas a la variabilidad total observada es altamente inhomogénea: hacia el Este las mareas diurnas dominan sobre los flujos con variabilidad de mas baja frecuencia, hacia el Oeste los flujos medios y de baja frecuencia son mucho mas intensos que las mareas. Proximos al fondo la proporción entre mareas y restante es mayor que en el interior de la columna, primordialmente por la disminución de variabilidad restante.

OCE-22

CANEK: EXCHANGE THROUGH THE YUCATAN CHANNEL

Candela J., J. Sheinbaum, J. Ochoa and A. Badan
Depto. Oceanografía Física, CICESE

The CANEK Project was initiated in December 1996 with two main objectives: a) To measure, for the first time, the flows through out the Yucatan Channel, from top to bottom and side to side, and b) To clarified the upwelling dynamics over the Yucatan Shelf, its relation to the Yucatan Currents' strength and variability, and quantified its effect on the primary production occurring on the Shelf. This Project is a collaborative effort between, CICESE (Mexico), ICMYL-UNAM (Mexico), NOAA (USA) and IOC (Cuba). We have successfully concluded 6 cruises: December 1996, May 1997, March 1998, January 1999, September 1999 and June 2000. During these cruises extensive shipboard ADCP and CTD/LADCP surveys of the region have been carried out. In August 1999, an eight-mooring array containing 33 Aanderaa current meters and 8 upward looking ADCP's, was deployed across the Yucatan Channel, fully recovered in June 2000, and re-deployed for final recovery on April 2001. The data shows that the large surface variability observed in the region by satellite remote sensors extends to depths of 1000 m or so on the western side (Yucatan) and down to the bottom on the Cuban side. Particularly striking features are, among others: 1) The presence of southward flows both at the Yucatan and Cuban sides of the Channel, the latter being extremely variable and highly barotropic, whereas the former tends to be located close to the slope and highly baroclinic. 2) A strong intensification of tidal flows towards the deep eastern part of the across channel section. 3) Large transport variations at several time-scales and 4) Continuous shifts in the position of the Yucatan Current core, among others. Large atmosphere-ocean exchange occurs along the Yucatan Current and its extension, the Loop Current in the Gulf of Mexico, where predicting the formation and separation Loop of Current Rings is a key issue to be investigated in this Project. During this presentation a description of most relevant results from the cruises and mooring observations will be given.

OCE-23

DINÁMICA DE LOS FLUJOS EN EL CANAL DE COZUMEL

Chávez G., J. Candela y J.L. Ochoa
CICESE

Se piensa que la oceanografía de la región del Canal de Cozumel está dominada por la presencia de la Corriente de Yucatán. Sin embargo, no hay estudios previos dedicados a la oceanografía física de la zona. En este trabajo se investiga la dinámica de los flujos en el Canal de Cozumel utilizando observaciones de corrientes, nivel del mar, datos meteorológicos e hidrográficos obtenidos en la zona a través del programa "Canek: Intercambio a través del Canal de Yucatán". Se observa que el balance de momento transversal al canal es principalmente geostrófico, aunque existen periodos de varias semanas en los que otros términos, particularmente el esfuerzo del viento, son también importantes. Durante esta presentación se discutirán los balances dinámicos y los transportes observados durante el periodo de diciembre de 1996 a mayo de 1997.

OCE-24

BALANCES DE CALOR Y SAL EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

V. Godínez y M.F. Lavín
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Se utilizan datos hidrográficos históricos (1972-73) y recientes (1993-1996) para describir la modulación estacional de la hidrografía, y para calcular los balances de calor y sal en el promedio y en la frecuencia anual. El balance de calor es controlado por ambos, el flujo por la superficie y el flujo lateral. Los procesos difusivos son importantes en la frecuencia anual, pero no en el promedio. Las corrientes de gravedad contribuye sustancialmente al balance de calor, pero sólo en verano. El balance de sal es controlado por los flujos laterales, no por la evaporación local. Los procesos difusivos son importantes tanto en el promedio como en la escala anual. Las corrientes de gravedad son importantes en verano y probablemente también en invierno.

OCE-25

VARIABILIDAD DE FRECUENCIAS BAJAS DE LA CIRCULACIÓN GENERAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

S.G. Marinone
CICESE

La circulación del golfo se sabe que es el resultado del forzamientos en su comunicación con el Océano Pacífico, en su interacción con la atmósfera en la superficie y de la interacción de los movimientos generados por estos mecanismos con la batimetría del golfo. Aquí nos concentramos en la circulación promedio y de frecuencias bajas inducidas por estos agentes a través de la modelación numérica. El forzamiento que se prescribe en el modelo es a) en la boca del golfo la marea y la estructura climatológica de temperatura y salinidad, b) en la superficie del mar el viento y flujos de calor cuya variación es también estacional. Se presentarán

resultados obtenidos con cada uno de estos forzantes, así como aquellos debidos a la combinación de ellos tratando de identificar la importancia de estos en el golfo y en algunas regiones del mismo.

OCE-26

CIRCULACIÓN EN EL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

María Luisa Argote y Felipe Plaza Flores
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

A partir de mediciones directas de a).- perfiles verticales de la corriente (ADCP) registrados durante cuatro meses (ADCP) y b).- una serie anual de la corriente de fondo, se analiza la circulación en el extremo sur del Canal de Ballenas (Umbral de Salsipuedes) ubicado en archipiélago central del Golfo de California.

Los perfiles de ADCP muestran que durante el flujo y el reflujo de la marea, la corriente invierte su dirección a lo largo de toda la columna, presentando velocidades máximas durante el reflujo.

El perfil de la componente longitudinal de baja frecuencia (CLBF, sin la marea), muestra un sistema de dos capas, con flujo hacia el sureste en la capa superior (150 m) y hacia el noroeste en la capa de fondo (150-400m). Las velocidades máximas ocurren en la capa de fondo (>45 cm/s) contrastando con el débil flujo de la capa superior (>20 cm/s). Esta componente longitudinal presenta modulaciones quincenales asociadas con el ciclo de mareas vivas-muertas, observándose velocidades máximas durante mareas muertas.

Durante todo el año el flujo en el fondo se dirige hacia el noroeste y su magnitud presenta una modulación anual, asociada aparentemente a las fluctuaciones de la circulación general del Pacífico. El incremento en la velocidad del flujo de fondo durante otoño, contribuye a explicar la variabilidad semi-anual de los campos hidrográficos de la capa subsuperficial observada en estudios de esta zona.

OCE-27

EFFECTOS DE "EL NIÑO" 1997-1998 SOBRE EL INTERCAMBIO DE MASAS DE AGUA EN EL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Alberto Amador Buenrostro, María Luisa Argote Espinoza y
Patricia Alvarado Graef
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

La región del archipiélago central del Golfo de California (GC) presenta características oceanográficas que contrastan marcadamente con las encontradas en el sur del Golfo. Entre ellas destacan las intensas corrientes de marea, la alta variabilidad en el campo de viento y la complicada batimetría que influyen de manera determinante sobre la estructura de la columna de agua de la región y del Golfo. A partir de diagramas T-S, se ha establecido que en años no "Niños" la única masa de agua superficial presente en la zona al norte de la cuenca de Guaymas es el Agua del Golfo de California (AGC) y sólo en eventos del "Niño" intensos se observa una invasión importante del Agua Superficial Ecuatorial (ASE)

En este trabajo se analiza la información hidrográfica obtenida en la región sur del archipiélago central del Golfo durante los años 1998 y 1999, con la finalidad de estudiar la fase final y posterior al paso de un evento del “Niño” intenso en la región y compararlo con el efecto de eventos del “Niño” observados en datos históricos. Se ha observado que el paso de un “Niño” intenso produce un calentamiento general de la capa superficial y un aumento en la salinidad superficial del Golfo Norte. En nuestro estudio se observa que después de eventos fuertes como “El Niño” de 1982-83 y el de 1997-98 ocurre una anomalía negativa de temperatura y de salinidad en la capa superficial. Se analiza la variación temporal de la hidrografía después del “Niño” 1997-98 y se proponer un modelo conceptual del efecto posterior de un “Niño” intenso sobre la región y de como esta regresa a su estado promedio.

OCE-28

EL ENSO (1997-1998) EN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S., MÉXICO

Maclovio Obeso Nieblas, Bernardo Shirasago Germán, Laura Sánchez Velasco y Ángel R. Jiménez Illescas
CICIMAR, IPN

Para evaluar las condiciones hidrológicas durante el fenómeno de El Niño de (1997-1998) en Bahía Concepción, B.C.S., se analizan datos obtenidos con CTD durante primavera de (1964 y 1997), así como de otoño de (1995 y 1997) a bordo de la embarcación CICIMAR XV. La bahía se ubica en dirección paralela al Golfo de California con el cual se comunica por la parte norte. Se caracteriza por ser un cuerpo de agua protegido y somero con un canal de 30 m de profundidad localizado en la porción noroeste, contiguo a tierra. Es una región costera de gran importancia en la zona central de El Golfo de California debido a su ubicación geográfica, diversidad de especies y a que soporta intensas pesquerías. Posee una área de 275 Km², es de forma ovalada en dirección norte. La región de Bahía Concepción y sus alrededores presentan clima tipo BW (muy seco).

Durante el muestreo de junio de 1997 la bahía presenta una capa de mezcla de aproximadamente 17 m de espesor con un fuerte gradiente a partir de esta profundidad hasta los 25 m. Para junio de 1994 se registró una capa de mezcla mínima de 1 m de espesor con la termoclina hasta los 15 m. La estructura de la densidad es estable y responde a las condiciones de temperatura y salinidad. Por otra parte, los resultados de noviembre de 1997 y 1995 presentan una bahía completamente mezclada, con una menor temperatura durante noviembre de 1997 y una mayor densidad en este período, en cuanto a los valores de salinidad estos fueron similares durante los dos períodos analizados.

En los resultados analizados podemos apreciar los siguientes efectos del fenómeno de El Niño en esta zona protegida: durante la primavera de 1997 se aprecia un hundimiento de la termoclina, elevación de la temperatura, disminución de la densidad en toda la columna, una salinidad menor en la capa superficial y una salinidad mayor a partir de los 5 m de profundidad. Es importante destacar que para otoño de 1997, no se aprecia la influencia del fenómeno ENSO en la Bahía, a pesar de que en esta época se encontraba plenamente desarrollado en el Pacífico Ecuatorial, debido probablemente a que las condiciones locales durante el muestreo fueron dominantes, originando una disminución en la temperatura y un aumento en la densidad en toda la columna de agua.

OCE-29

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DURANTE EL ENSO 1997-1998 EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Maclovio Obeso Nieblas, Bernardo Shirasago Germán, Laura Sánchez Velasco y Ángel R. Jiménez Illescas
CICIMAR, IPN

Con el objetivo de determinar las condiciones oceanográficas en Bahía de La Paz, B.C.S., durante el fenómeno de El Niño de (1997-1998) se analizan datos hidrográficos obtenidos con CTD durante muestreos realizados de (1996 a 1998) a bordo de la embarcación CICIMAR XV. Esta Bahía, parte integrante del Golfo de California, es el cuerpo de agua costero mas grande de Baja California Sur; es por esto, que es de esperarse que el Golfo presente una influencia muy marcada sobre la Oceanografía Física de la Bahía. Como consecuencia, el agua que se encuentra en esta zona, debe tener características similar a la que se encuentra en la región Central y Sur del Golfo de California, dado el forzamiento dinámico ejercido por el Golfo de California a través de las bocas y de la entrada a la Bahía de ondas de diferentes escalas como son las mareas, perturbaciones causadas por tormentas, etc.

En general, los resultados de los inviernos muestran la presencia de una capa de mezcla de 60 m de espesor aproximadamente con la presencia de la termoclina hasta los 200 metros. La estructura de la densidad es estable y responde a las condiciones de temperatura y salinidad. Por otra parte, en los muestreos de verano se registró una capa de mezcla mínima de 5 m de espesor y una termoclina permanente que desciende hasta los 150 metros en la parte mas profunda de la Bahía. La salinidad muestra una estructura similar a la temperatura, así mismo, el comportamiento de la densidad es estable e inverso en comparación a la temperatura.

En la información analizada podemos apreciar los siguientes efectos del fenómeno de El Niño en la región de estudio: un hundimiento de la termoclina en las dos épocas de referencia, elevación de la temperatura en la capa mas superficial, disminución de la salinidad en el invierno hasta los 100 m de profundidad, aumento de la salinidad en el verano de 1997 en la parte profunda, aumento de la temperatura hasta la profundidad de 300 m en el invierno, aumento de la temperatura hasta la profundidad de 400 m en el verano y una disminución de la densidad en toda la columna de agua durante este estudio.

OCE-30

EL NIÑO 1997-98 AND VARIABILITY OF CHAPALA LAKE SUPERFICIAL TEMPERATURE

Tereshchenko I.E., Filonov A. E., and Monzón C.O.
Depto. de Física, Universidad de Guadalajara

In this work level fluctuations of long time periods for a shallow tropical lake are discussed. The work intends to explain a possible relationship of level fluctuation with El Niño-South Oscillation phenomenon and periods of solar activity.

AVHRR-NOAA satellite images were analyzed to conduct the study. Such images allowed us to form the temperature database for the 1996-1999 period. The analysis of annual and seasonal

temperature fluctuations was carried out using monthly averages of the lake superficial temperature for the same period. The analysis has shown that the northern part of the Lake was on average, 1 warmer than the southern part. Water superficial temperature for the western and eastern parts was lower, than the central part of Lake.

Results from the harmonic analysis suggest that the temporary course of superficial temperature be almost completely determined by annual harmonic. In 1998 the temperature course was altered due to El Niño 1997-1998 episode. Water superficial temperature during the winter 1997-1998, summer - autumn 1998 were on average almost 1 lower, and 1.5 higher respectively compared with 1996*. For the same intervals of time the Relationship among Lake level fluctuations, precipitation, and the inflow of Lerma River are presented. El Niño 1997-1998 has strongly affected the normal course of all listed hydrological characteristics.

*1996 is taken as a reference year, since in the pool of Equatorial Pacific Ocean the water superficial temperature anomalies were practically zero.

OCE-31

OBSERVACIONES RECIENTES DE LA CIRCULACIÓN EN EL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL

A. Trasviña
Oceanografía Física, CICESE
E-mail: trasvi@cicese.mx

El análisis conjunto de datos de altimetría y de la deriva de flotadores lagrangeanos tipo WOCE-ARGOS permite entender mejor la variación estacional de la circulación del Pacífico tropical nororiental. Este trabajo se enfoca en la región desde la contracorriente Norecuatorial hasta la entrada al Golfo de California. Se analiza la topografía dinámica, obtenida en base a datos de altimetría de TOPEX/POSEIDÓN, en conjunto con la circulación observada de las trayectorias de flotadores. Las observaciones revelan aspectos nuevos del efecto del viento en la circulación de mesoescala y de su influencia en los patrones de circulación estacional. Los inviernos se caracterizan por una alta actividad de mesoescala cercana a las costas del sur de México y América Central. Vientos intensos de corta duración (3 a 7 días) soplan hacia fuera de la costa en varios sitios y producen giros anticiclónicos. Se observa la propagación de los giros hacia el interior del Pacífico. Este es un ejemplo típico de la respuesta no lineal del océano superior a un forzamiento intenso. Los giros tienen una vida media de 5 meses y se revelan como una componente importante de la circulación estacional. Observaciones recientes, hechas durante el verano del 2000, muestran la respuesta del océano costero a vientos menos intensos que los invernales pero más persistentes. Los vientos de verano generan dipolos (pares de giros ciclónicos-anticiclónicos) que también se propagan hacia afuera de la costa, aunque probablemente a menor distancia. Este es un ejemplo típico de la respuesta lineal del océano al forzamiento por vientos estacionarios perpendiculares a la costa. Todo esto sugiere nuevas ideas sobre el esquema de circulación del Pacífico tropical nororiental en su conjunto y de la circulación costera a lo largo de Centroamérica y del sur de México.

OCE-32

EXPERIMENTACION LAGRANGEANA SOBRE TRANSPORTE ADVECTIVO Y DIFUSIÓN TURBULENTO EN LA BAHIA Y ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S.

O. Zaytsev, F. Salinas González y A. León Manilla
Depto. de Oceanología, CICIMAR, IPN
E-mail: ozaytsev@redipn.ipn.mx

Con el objeto de cuantificar la intensidad de mezcla turbulenta en la capa superficial se llevaron a cabo experimentos Lagrangeanos sobre la difusión del colorante fluorescente en la Ensenada de La Paz en Marzo de 1996 (14 experimentos) y en la Bahía de La Paz durante dos campañas de muestreo, en Febrero (16 experimentos) y Octubre (8 experimentos) de 1997. La experimentación consistió en la inyección de la solución acuosa de 0.5 kg hasta 2.0 kg de Uranina en diferentes puntos del interior de la Bahía y Ensenada de La Paz. La distribución del colorante, la forma y tamaño de las manchas fueron registrados con fotografía y vídeo desde una avioneta "Sessna", durante 2-3 horas cada mancha, a intervalos regulares de 15 minutos. El desplazamiento de cada mancha fue registrado en coordenadas geográficas con posicionador GPS, también se hicieron medidas de intensidad y dirección del viento. En algunos experimentos se registraron perfiles de corrientes con un perfilador acústico "SonTek".

Los datos de cada experimento consisten en una secuencia de imágenes de la mancha que son tratadas con el paquete Sigma Scan Pro para determinar las características geométricas y el área de la misma. A partir de la información previa se calcula el parámetro de difusión turbulenta con una modificación del método de Gifford, basado en la teoría de "opacidad a través del humo" (principio desarrollado para la atmósfera por Roberts). Esta teoría establece que el radio visible máximo de la mancha es limitado por la sensibilidad finita del método de registro.

Los valores del coeficiente de difusión turbulenta varían en la Ensenada en el rango de 100 a 1000 cm²/s, y en la Bahía en el rango de 1000 a 10000 cm²/s. Resultando que la intensidad de mezcla turbulenta en la Bahía de La Paz es diez veces mayor, que en la Ensenada. En algunos experimentos la forma de las manchas fue alargada tipo cometa, el rango de variabilidad del coeficiente de difusión turbulenta en estos experimentos está de acuerdo con la teoría de "shear diffusion".

OCE-33

ALGUNOS ASPECTOS DE LA CIRCULACIÓN BAROTRÓPICA TRIDIMENSIONAL EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C.

Marco A. Galicia Pérez y Juan H. Gaviño Rodríguez
CEUNIVO, Universidad de Colima
E-mail: galicia@cgic.ucol.mx

Se aplicó un modelo hidrodinámico numérico barotrópico tridimensional para estudiar la circulación por marea y por arrastre de viento en la Bahía de Todos Santos, B.C.

Se utilizó una malla de 700m x 700m de longitud en la horizontal y capas verticales a 0, 10, 20, 30, 50, 100, 200 y 300 m de profundidad. Se estudiaron los siguientes casos:

1) la acción del viento soplando con magnitud uniforme de 5 m/s en toda la bahía y direcciones del N, NW, W, SW

2) la propagación de una marea M2 hipotética con amplitud de la pleamar media superior del puerto de Ensenada (0.781 m).

OCE-34

GIROS GEOSTRÓFICOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

J.M. Figueroa R, Silvio Guido Marinone y Miguel Lavín P.
Depto. Oceanografía Física, CICESE

Presentamos evidencias que permiten afirmar que los giros geostróficos de escala media presentes en el Golfo de California no están necesariamente asociados con las cuencas batimétricas ni con una época del año en particular. Las dimensiones, la posición y la época en la que se presentan, según se desprende del análisis de las observaciones hidrográficas, son variables. Los giros ocurren en cualquier época del año, en ocasiones totalmente contenidos dentro de una cuenca, a veces abarcando dos o más cuencas o sobre los umbrales que separan a éstas. La extensión vertical de los remolinos es, hasta donde los datos permiten afirmarlo, generalmente mayor de 500 metros.

OBP-01

CIENCIAS MARINAS MODERNAS: UN RETO MULTIDISCIPLINARIO

Lluch-Cota S.E, D. Lluch-Belda, A.N. Maeda-Martínez, J.L. Ochoa, M.T. Sicard-González y A. Sierra-Beltrán
CIBNOR, S.C.

El campo de las ciencias naturales demanda altos niveles de capacitación, actualización y entrenamiento técnico y teórico. Como consecuencia, la especialización permite abordar a profundidad problemas específicos y generar conocimiento valioso; sin embargo, en muchos casos resulta en la pérdida de visión amplia de problemas complejos que no es posible resolver sobre la base de aportaciones particulares aisladas. En las ciencias marinas, existen una gran cantidad de casos en los que es clara la necesidad de aplicar en conjunto las capacidades de especialistas de diversos campos. Por ejemplo, el manejo de los recursos pesqueros que difícilmente puede apoyarse sólo en investigaciones respecto de aspectos particulares de la dinámica poblacional de poblaciones de interés, sino que requiere del reconocimiento de que dichas poblaciones interactúan con otros grupos de organismos y con un ambiente abiótico variable. Otro ejemplo lo representa la necesidad de observación, manejo y prevención de los impactos de la actividad humana sobre los sistemas marinos y sus consecuencias económicas, sociales y ecológicas. En el contexto de la presente reunión, se presentan resultados respecto de dos casos de estudio que permiten resaltar la necesidad de interacción entre las áreas de Ecología Marina y aquellas de las Ciencias de la Tierra: las variaciones de reclutamiento del recurso almeja catarina en Bahía Magdalena, B.C.S. y la incidencia de mareas rojas en el Pacífico mexicano. Adicionalmente, se hace mención de algunas iniciativas actuales de investigación para manejo de ecosistemas marinos en nuestro País, diseñadas bajo un enfoque multidisciplinario: los Centros de Actividad Biológica (BAC) y los Grandes Ecosistemas Marinos (LME).

OBP-02

LA IMPORTANCIA DE LAS SURGENCIAS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN LA CAPTURA DEL ATUN ALETA AMARILLA

Sofía Ortega-García^{1,2}, José Angel Trigueros Salmerón^{1,3},
Rubén Rodríguez-Sánchez^{1,2} y Héctor Villalobos¹

¹ CICIMAR, IPN

² Becario COFAA

³ Becario PIFI

El Golfo de Tehuantepec es considerado como una de las tres zonas centroamericanas del Pacífico Tropical Oriental con altos niveles de productividad primaria, derivado del desarrollo invernal de surgencias costeras y fuerte mezcla vertical por viento perpendicular a la costa, proceso que provee nutrientes a la capa superficial. La información analizada proviene de las bitácoras de pesca de la flota atunera mexicana que operó durante 1993-1999. La intensidad de pesca mayor se registró de enero a marzo casi al finalizar la época de nortes, donde en promedio el área noroeste fue la más importante. Durante el verano se observó poca intensidad de pesca. Se relacionan la distribución de las capturas del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) con la temperatura superficial del mar así como con las concentraciones de pigmentos fotosintéticos presentes en el área.

OBP-03

FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL RECLUTAMIENTO DEL CAMARÓN AZUL *LITOPENAEUS STYLIROSTRIS* (STIMPSON, 1871) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Eugenio Alberto Aragón-Noriega¹ y Luis Eduardo Calderón-Aguilera²

¹ CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas

E-mail: aaragon@cibnor.mx

² CICESE

Uno de los objetivos de este trabajo fue identificar y evaluar los factores que determinan el éxito del reclutamiento del camarón azul en el Alto Golfo de California (AGC), así como su relación con los rendimientos pesqueros. Se colectaron postlarvas de camarón en dos sitios del AGC, Golfo de Santa Clara, Son. y San Felipe, B. C. de 1993 a 1997. También se obtuvieron datos de CPUE (kg/día) de la pesca artesanal de camarón en esos lugares. Las variables ambientales consideradas fueron temperatura, salinidad y el flujo del Río Colorado que cruza la frontera entre México y Estados Unidos. El otro objetivo fue comparar el efecto del evento El Niño de 1997 en el AGC, parte central del Golfo de California (CGC) y la costa oeste de la península de Baja California. Para esto se obtuvo información de CPUE (kg/día y kg/panga) de la pesquería artesanal de Guaymas, Sonora y Bahía Magdalena, Baja California Sur. Los años (1993 y 1997) en que hubo mayor descarga de agua dulce al AGC coincidieron con un incremento (Tukey $p < 0.05$) en la abundancia de postlarvas. En los años en que no hay aporte de agua la CPUE fue menor (LSD $p < 0.05$) en los años que gasto del río es inferior a 80 m³s⁻¹. Cuando el gasto fue mayor a 100 y 200 m³s⁻¹ No se presentó diferencia en la CPUE (LSD $p = 0.98$). En la CGC la CPUE es mayor en el año 1996 (LSD $p < 0.05$) que en 1997 (49 y 31 kg/día respectivamente). En la costa oeste de la península se presentó un marcado incremento en la abundancia de camarón durante el año del evento El Niño (350 kg/panga en 1996 y 1420 kg/panga en 1997). La conclusión preliminar es que en el AGC probablemente se deba a un mejoramiento en el hábitat de las postlarvas en el AGC al incrementarse tanto la capacidad de carga por la adición de nutrientes como el volumen del hábitat. Posiblemente también durante los años El Niño el camarón se mueve hacia el norte del Golfo y hacia fuera de este, resultando en mayores capturas en Bahía Magdalena, San Felipe y Santa Clara mientras que en períodos "normales" las capturas son mayores en Guaymas.

OBP-04

INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE EN LA DEFINICIÓN DE LA MAGNITUD DEL RECLUTAMIENTO DEL CAMARÓN CAFÉ F. *CALIFORNIENSIS* EN LAS COSTAS DE SONORA, MÉXICO

J. López-Martínez, S. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez y
A.R. García-Juárez

CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas

E-mail: jlopez@cibnor.mx

El camarón es un recurso pesquero altamente cotizado a nivel nacional e internacional, que proporciona una fuente considerable de divisas y empleos para un sector muy importante de la población

pesquera de México (Anónimo 1995). Actualmente en el Pacífico mexicano los estados de Sonora y Sinaloa aportan la mayor parte de la captura (75%), compuesta principalmente por camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (aproximadamente 70-80% del total de las capturas) y azul *Litopenaeus stylirostris* (Rodríguez de la Cruz y Chávez Ortíz, 1994).

Es reconocido el hecho de que las pesquerías basadas en los crustáceos peneidos presentan una alta variabilidad interanual en las capturas y se han sugerido diversas causas de esa variación tales como esfuerzo pesquero, efecto de alguna variable ambiental y una combinación de ambas fuentes. En este trabajo se exploró la variabilidad interanual en la magnitud del reclutamiento del camarón café y su relación con variables ambientales, tales como la temperatura superficial del mar y el nivel medio del mar para el periodo de 1978 a 1995. La magnitud del reclutamiento del camarón café fue obtenida mediante un Análisis Secuencial de Poblaciones, al cual se le incorporo estimados de crecimiento y mortalidad natural variable entre años. Los resultados muestran que existe una relación no lineal entre la temperatura acumulada tres meses anteriores al desove y el nivel medio del mar acumulado entre el momento del desove y el reclutamiento. Se propone un modelo multiplicativo no lineal entre el stock parental, el nivel medio del mar y la temperatura con el reclutamiento.

OBP-05

VARIABILIDAD DEL RECLUTAMIENTO DE SARDINA SARDINOPS CAERULEUS Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE Y LOS REPRODUCTORES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Manuel O. Nevárez Martínez¹, Daniel Lluch Belda² y Miguel

A. Cisneros Mata¹

¹ CRIP, INP, Guaymas

² CICIMAR, IPN

La relación entre el reclutamiento de la sardina monterrey del Golfo de California y la abundancia de reproductores y variables ambientales (temperatura superficial del mar, índices de surgencia y turbulencia), entre 1972 y 1997, fueron investigadas. Los análisis fueron realizados utilizando métodos estadísticos no lineales (modelos aditivos generales (ACE) y modelos de regresión no lineal). La relación entre el reclutamiento, la biomasa reproductora y las variables ambientales fue de tipo no lineal, en forma de domo. La varianza explicada para el reclutamiento por los tres mejores modelos fue de 59%, 52% y 50%; el primero incluye a la biomasa reproductora, a la temperatura (con retraso) y a las surgencias (con retraso), el segundo sólo incluyó a las variables ambientales y el tercero incluye a la biomasa reproductora y a la temperatura (con retraso). Estos resultados indican que el reclutamiento de sardina responde a la variabilidad climática y a la abundancia de reproductores, pero lo hace de manera no lineal.

OBP-06

INFLUENCIA DE LOS PROCESOS OCEANOGRÁFICOS FÍSICOS SOBRE LAS FASES LARVIARIAS DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS DEL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE PUNTA EUGENIA, B.C.S., MÉXICO; CONSIDERACIONES BAJO UN ESQUEMA DE MODELACIÓN ECOLÓGICA DINÁMICA

J. Jesús Bautista-Romero¹, Francisco Arreguín-Sánchez², Daniel Lluch-Belda^{1,2} y Alejandro Parés-Sierra³

¹ CIBNOR, S.C.

² CICIMAR, IPN

³ CICESE

Los Centros de Actividad Biológica (BAC) contribuyen con una alta proporción a la variabilidad de muchos ecosistemas marinos debido a la gran cantidad de energía y biomasa propagada y exportada a través de la trama trófica. El conocimiento respecto de la estructura y funcionamiento de estos centros, puede facilitar la modelación de los ecosistemas marinos costeros y la detección de cambios ecológicos derivados de diferentes señales de variabilidad ambiental.

Además dado que los BAC sustentan importantes pesquerías a escala regional se puede asumir que estos cambios modificarán los rendimientos pesqueros, de ahí que sea importante conocerlos para poder establecer pronósticos más reales y un adecuado manejo de los recursos naturales. Reconociendo que la estructura, dinámica y funcionamiento de un ecosistema pueden ser representados mediante modelos de flujos de biomasa basados en la estructura trófica (p. e. modelos EwE), una posibilidad es aplicar este tipo de modelos para conocer las características de los BAC. Dado que la aplicación de estos modelos considera la variación de la estructura comunitaria tanto en el tiempo como en el espacio, se empiezan a utilizar como herramienta para conocer la dinámica ecológica del BAC de Punta Eugenia, B.C.S., México; zona en donde se capturan recursos pesqueros masivos como sardinas y otros peces pelágicos, así como también otros recursos que si bien no representan volúmenes desembarcados tan grandes si generan a través de su exportación una cantidad considerable de divisas (abulón y langosta). Aplicando modelos EwE en este trabajo se identifican para las inmediateces de Punta Eugenia los movimientos de biomasa debidos a procesos advectivos / convectivos, mezcla turbulenta o surgencias y se sugieren patrones de emigración y concentración en los recursos pesqueros durante sus etapas tempranas de desarrollo. Lo anterior se obtiene incorporando al modelo global un plan general de los patrones de vientos, flujos geostroficados y corrientes así como de cálculos sobre flujos horizontales y surgencias, partiendo de mediciones de corrientes superficiales o del resultado de modelos formulados expresamente para obtener dichos flujos.

OBP-07

EXPLORACIÓN DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LOS BACS EN ESPACIO Y TIEMPO: PUNTA EUGENIA Y EL SUR DE CALIFORNIA

Muñoz Mejía Ehecatl Manuel
CIBNOR, S. C.

En este trabajo se explora la factibilidad de utilizar algunas características biológicas como indicadores de comportamiento en el tiempo de los ecosistemas marinos y de utilizar los BACs como unidades funcionales de observación. Se construyeron series anuales de ocurrencia de las larvas de 22 especies de peces y se analizaron con funciones ortogonales empíricas. Se identificaron cinco componentes principales, que a su vez fueron analizadas mediante técnicas de regresión múltiple, en las escalas de variación temporal, decenal y a largo plazo. Para el análisis espacial se seleccionaron: tres especies comerciales abundantes, con distribución preferente alrededor de las dos zonas estudiadas; el volumen zooplanctónico y de la temperatura superficial del mar. Las series de ocurrencia promedio mensual de estas variables, en cajas de 1x1 grado de latitud y longitud, se relacionaron con series que se consideraron representativas de grandes áreas. Los resultados del análisis en el tiempo indican que existe una gran variedad de respuestas a distintas escalas temporales, lo que dificulta fuertemente la selección de especies indicadoras y subraya la necesidad de mantener un enfoque a nivel de ecosistema. Por su parte, el análisis en el espacio sugiere que existen áreas pequeñas que pueden ser utilizadas como unidades de observación de grandes ecosistemas marinos (en este caso Punta Eugenia y el sur de California).

OBP-08

GEOQUÍMICA DE ISOTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO EN PARTÍCULAS ORGÁNICAS SEDIMENTARIAS EN CUENCA SAN LÁZARO, B.C.S. DURANTE 1996 Y EL ENSO 1998

Aguñiga Sergio¹⁻³, Norman Silverberg¹⁻³ y José D. Carriquiry²

¹ CICIMAR, IPN

² IIO, UABC

³ Becario COFAA

Dentro del Sistema de la Corriente de California existen zonas que favorecen la acumulación y mantenimiento de elevadas biomásas espacialmente persistentes en períodos interanuales Lluch-Belda et al. (Datos no publicados). La Cuenca San Lázaro en el Golfo de Ulloa, B.C.S. (25°11.9'N; 112° 39'W), es un área anóxica propicia para registrar los cambios temporales de la composición del material orgánico particulado (MOP) en la columna de agua.

Este estudio se realizó de agosto a noviembre en 1996 y de diciembre de 1997 a junio de 1998. En períodos discretos de 10-15 días se examinó la variación del D-13C, D-15N y razón C/N del MOP colectado en una trampa de sedimentos a 350 m de profundidad. Se comparan datos intra e interanuales discutiendo la importancia relativa de los procesos de remineralización durante la presencia/ausencia del fenómeno ENSO (1998/1996).

Entre 1996 y 1998, la razón C/N aumentó 5 unidades, de 7.7 en agosto de 1996 a 12.7 en junio de 1998. El D-13C aumentó a valores más negativos (-21.4 y -24.4 respectivamente). Los valores

D-15N presentaron diferencias significativas interanuales. Los valores fueron menores en 1996 con promedio de 9.9 ± 0.6 mientras que en el período ENSO 1998 fue de 10.3 ± 2.3 .

Durante 1996, la razón C/N vs D-13C indica que el origen del MOP es predominantemente autóctono (D-13C = -22 y C/N = 8). Sin embargo, en los 4 muestreos de noviembre, la razón C/N se incrementa hasta 9.9, lo que sugiere un enriquecimiento del %C por procesos de degradación. Esto concuerda con los altos valores D-15N (8.3 a 11.0) que sugieren remineralización del MOP. El reciclamiento de la materia orgánica (y la subsecuente fraccionación isotópica) probablemente se encuentre asociada a la fuerte estratificación térmica de agosto a noviembre por efecto de la Corriente Superficial de Davison en la Costa Occidental de B.C.S. Los meses de debilitamiento de surgencias en esta área, pudiera provocar un aumento de la producción regenerada que incrementa el D-15N en el MOP.

Durante 1998, se distinguen dos períodos: el primero de diciembre de 1997 a febrero de 1998 con valores C/N de 7-8 y D-13C entre -20 y -21 indicativos de aportes fitoplanctónicos. El otro período (marzo a junio de 1998) con D-13C negativos de hasta -24.3 y razones C/N = 12.7, sugiere contribuciones orgánicas alóctonas ó la presencia de procesos heterotróficos que generan material orgánico refractario.

En el material colectado al inicio de 1998 (19 de diciembre de 1997 al 18 de enero de 1998), el aumento de 15N no fue consistente con los valores positivos D-13C y bajas razones C/N que indicarían una producción nueva. Los valores D-15N se mantienen sistemáticamente altos (> 10) lo que sugiere una mayor disponibilidad de NH₄⁺ como nutriente que soporta la producción fitoplanctónica.

En el período de muestreo durante el ENSO 1998, no se detectaron florecimientos fitoplanctónicos y se registró una fuerte reducción del flujo total de MOP y de carbono orgánico particulado. De marzo a junio de 1998, el flujo de CaCO₃ mg/m²/día se redujo hasta un orden de magnitud con respecto a 1996. En este mismo período (1998) la composición de la materia orgánica (D-13C promedio = -23.6, D-15N promedio de 11.7 y C/N promedio de 10.5) indica que la trampa de sedimentos colectó MOP terrígeno ó material orgánico refractario de origen marino, posiblemente transportado a través de grandes distancias.

La presencia de fitoplancton de origen bentónico (Martínez-Lopez, CICIMAR, Com. Pers.) y los valores negativos de D-13C, asociados a altas razones C/N y altos 15N durante 1998, apoyan la idea de la presencia de un componente alóctono en el MOP sedimentario del Golfo de Ulloa.

El aumento de la importancia relativa de la producción regenerada durante los períodos oligotróficos es evidente por el aumento del D-15N en el MOP y la presencia de radiolarios en la trampa de sedimentos (Martínez-Lopez, CICIMAR, Com. Pers.). Dentro de este contexto, la importancia del ciclo microbiano sería más relevante durante los meses de mayo y junio del ENSO 1998 con valores D-15N = 14.05 característicos de nitrógeno orgánico particulado en aguas oligotróficas. Deben ser relevantes las repercusiones ecológicas que implican los cambios en la transferencia energética de la trama trófica en zonas de alta actividad biológica.

Aunque los períodos de muestreo presentan limitaciones en cuanto a su comparación estacional, los valores negativos de D-13C y positivos de D-15N del MOP sedimentario sugieren un gran reciclamiento de la materia orgánica en la zona de mezcla del Golfo de Ulloa. El ciclo microbiano, y posiblemente los aportes orgánicos alóctonos disueltos y particulados, pudieran tener un papel más relevante del estimado en regular la composición y concentración de la materia orgánica y nutrientes en esta zona.

Los resultados de esta aplicación múltiple de trazadores isotópicos y elementales, reflejan las contribuciones relativas de NO₃⁻ y NH₄⁺ en el material orgánico particulado. La evidencia de intensa degradación del MOP en la columna de agua sugiere que el reciclado del nitrógeno reducido en la zona eufótica pudiera ser un proceso más conspicuo que la pérdida por sedimentación del material orgánico particulado.

OBP-09

MODELO ECOLÓGICO DE FLUJOS DE BIOMASA EN LA REGIÓN NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Morales Zárate María Verónica
CIBNOR, S.C.

En la región Noroeste del país, particularmente dentro del Golfo de California, uno de los recursos pesqueros más importantes es el camarón, cuya industria genera una gran cantidad de divisas y empleos. Este recurso es además considerado como un componente biótico clave de gran importancia ecológica, ya que dada su naturaleza detritófaga, permite la reincorporación de materia orgánica a niveles más altos de la trama trófica.

En los últimos años, una alternativa de investigación que a cobrado gran importancia, es la construcción de modelos ecológicos que incluyan los principales componentes bióticos de un ecosistema, así como sus interacciones tróficas. El uso de estos modelos, permite desarrollar estrategias de manejo, simulando perturbaciones naturales o de origen antropogénico (p. sobre explotación), con la finalidad de optimizar los beneficios obtenidos del sistema.

Por ello, el presente trabajo integra la información disponible en un modelo de la estructura trófica de la región norte del Golfo de California, con la finalidad de representar los principales flujos de biomasa en el sistema. A partir del cual, se pretende realizar simulaciones de diferentes escenarios de pesca y de forzamiento ambiental, para observar el impacto de ambos forzamientos sobre las poblaciones de recursos que actualmente se explotan así como el comportamiento de especies susceptibles de explotación (p. camarón de roca) y de especies protegidas o en peligro de extinción como la vaquita.

OBP-10

DINÁMICA DEL FLUJO EN LA VECINDAD DE UN MONTE SUBMARINO SOMERO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

A. Trasviña¹, G. Gutierrez de Velasco¹, A. Valle-Levinson², R. González-Armas³, A. Mulhia⁴, M.A. Cosío¹ y H. Herrera¹

¹ Oceanografía Física, CICESE

E-mail: trasvi@cicese.mx

² Old Dominion University, Norfolk, VA.

³ CICIMAR, La Paz, B.C.S.

⁴ CIBNOR, La Paz, B.C.S.

Se discuten resultados del experimento realizado en junio de 1999 en la vecindad del Bajo de Espíritu Santo, en las afueras de la Bahía de La Paz, en el extremo sur-occidental del Golfo de California. Se encuentra una alta variabilidad temporal en la hidrografía superficial. Esta se atribuye al paso de frentes someros que provienen de la Bahía de La Paz por influencia de eventos de viento. La variabilidad vertical se observa a través de secciones verticales de temperatura, salinidad y velocidad de la corriente. La cima del monte presenta importantes cortes verticales, acompañados de baja estratificación. Esto es consistente con la existencia de No. de Richardson bajos, indicativos de mezcla inducida por el corte vertical de las corrientes. A mayor profundidad la presencia del monte altera la hidrografía de forma similar a lo observado en otras localidades. Se observan isolíneas elevadas cerca de las laderas, lo cual sugiere la existencia de procesos locales de surgencia, aunque la evidencia es circunstancial y no se descarta la influencia de ondas internas o de ondas atrapadas a la batimetría. Finalmente, las imágenes de satélite y las series de tiempo de corrientes muestran una clara influencia del giro ciclónico de mesoescala del Golfo de California. Se concluye con reflexiones sobre la significancia biológica de estos fenómenos.

OBP-11

MODELACIÓN DE RELACIONES DE ORDEN 0 ENTRE REPRODUCCIÓN DE SARDINA Y CONDICIONES AMBIENTALES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

A. Parés-Sierra¹ y S.E. Lluch-Cota²

¹ CICESE

E-mail: apares@cicese.mx

² CIBNOR, S.C.

E-mail: slluch@cibnor.mx

La pesquería de sardina del Golfo de California es tanto la más masiva de México como una de las más problemáticas de manejar, debido a la serie de grandes fluctuaciones aparentemente independientes al efecto de la pesca.

Sobre la base de estudios previos donde se relaciona el éxito reproductivo de la sardina con algunas variables ambientales clave dentro del golfo, se calculan y modelan en este trabajo una serie de índices ambientales relacionados con los procesos de la Triada de Bakun (enriquecimiento, concentración y retención), y temperatura superficial del mar. Se diseñaron escenarios ambientales como 1) el promedio de largo plazo (1970 a 1999), 2) condiciones ENSO (1982/83 y 1997/98), 3) condiciones La Niña (1973/74 y 1988/89), 4) estado anterior al cambio de régimen (1970 a 1976) y 5) estado

posterior al cambio de régimen (1977 a 1999). Para el análisis utilizamos temperatura superficial del mar a partir de la base Reynolds, el enriquecimiento se estimó a partir de producción biológica primaria (pigmentos fotosintéticos del CZCS), y la retención y concentración fueron modeladas a partir de salidas de un modelo de circulación y el uso de estadísticas Lagrangianas. El modelo de circulación fue forzado utilizando campos de viento semi-reales (interpolaciones de campos observados; COADS) y señal tropical. Los resultados muestran que ambas fuentes de forzamiento (vientos y señal tropical) son importantes en la definición del hábitat de desove, pero su influencia es diferente según la escala temporal que se analice. Se sugiere que la señal tropical tiene mayor importancia a altas frecuencias (interanual) vía su efecto en las temperaturas y la profundidad de la capa de mezcla, mientras que la señal de vientos es más importante en la baja frecuencia (decadal) vía cambios en los patrones de circulación y niveles de surgencia por viento. Este trabajo representa un paso preliminar en la implementación de sistemas permanentes de observación ambiental para la pesquería de sardina en el Golfo de California.

OBP-12

VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN AREAS COSTERAS DEL PACÍFICO NORORIENTAL, Y SU RELACIÓN CON EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO) Y LA OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO (PDO)

Daniel B. Lluch-Cota
CIBNOR, S.C.

Se analizaron series mensuales del temperatura del mar para el periodo 1950-1999 en 47 áreas (20x20) a lo largo de la costa del Pacífico norteamericano. Como análisis exploratorio, se identificaron modos de variabilidad espacial mediante la utilización de técnicas de agrupamientos así como de análisis de componentes principales. Con ambas técnicas se obtuvieron series representativas de la variabilidad de cada modo, y dichas series se expresaron, mediante regresión múltiple, como variables dependientes del Índice Multivariado del ENSO (MEI) y de un índice de la oscilación decadal del Pacífico (PDO).

Los resultados mostraron tres modos geográficos dominantes: un modo tropical relacionado con el MEI, un modo templado relacionado con el PDO, y un modo transicional que incluye la cosra occidental de la península de Baja California y que se relacionó con ambos forzamientos. Estos resultados fueron confirmados mediante el análisis de todas las series individuales como variables dependientes de ambos índices. Se propone que considerar un modelo de interacción lineal del MEI y el PDO, si bien puede sobre-simplificar el fenómeno, permite explicar aspectos cualitativos de la variabilidad de la temperatura costera, especialmente en cuanto a la extensión latitudinal de los episodios ENSO (El Niño y La Niña). Finalmente, se explora la posible relación entre este modelo y la variabilidad del desove de la sardina y la anchoveta en el sur de California, y se proponen hipótesis preliminares al respecto.

OBP-13 CARTEL

MECANISMO COMPENSATORIO DEL CAMARÓN CAFÉ F. CALIFORNIENSIS A LA VARIACIÓN INTERANUAL EN EL AMBIENTE MARINO DEL LITORAL SONORENSE

J. López-Martínez¹, F. Arreguín-Sánchez² y R. Morales-Azpeitia¹

¹ CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas
E-mail: jlopez@cibnor.mx

El camarón es un recurso pesquero altamente cotizado a nivel nacional, que proporciona una fuente considerable de divisas y empleos para un sector muy importante de la población pesquera de México. Es reconocido el hecho de que las pesquerías basadas en camarones peneidos presentan una alta variabilidad interanual en las capturas, no totalmente explicadas por el esfuerzo pesquero. En este trabajo se exploró la variabilidad interanual en la mortalidad natural, por pesca y total y la edad de primera madurez sexual o edad de maduración masiva y su interrelación en el camarón café *F. californiensis* en Sonora, durante el periodo de 1978 a 1995. Para la estimación de la mortalidad natural se utilizó la ecuación empírica de Pauly, la cual considera la temperatura superficial del mar promedio anual, la ecuación de Rikhter y Efanov y la ecuación de Jensen, mientras que para la estimación de la mortalidad por pesca se empleo el Análisis de Población Virtual Separable de Pope y Sheperd. Los resultados mostraron que la mayor proporción de la mortalidad total es explicada por la mortalidad natural, siendo mucho menor la mortalidad debida a la pesca, e igualmente mostraron una alta relación entre la edad a la que el organismo alcanza su madurez sexual y la presión que el ambiente le impone estimada mediante la mortalidad total, sugiriendo que esta respuesta se presenta como un efecto compensatorio que tiende a optimizar el balance entre las pérdidas por mortalidad y las ganancias mediante el éxito de la reproducción y el crecimiento.

ESTUDIOS PALEOMAGNETICOS EN LAVAS MAFICAS TERCIARIAS DEL SECTOR CENTRAL- NORTE DEL CINTURON VOLCANICO MEXICANO, QUERETARO

Escanero-Figueroa Antonio A., Aguirre-Díaz Gerardo J.,
Böhlert Harald y Molina-Garza Roberto
UNICIT, UNAM
E-mail: escanero@unicit.unam.mx

En la porción central-norte del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) aflora una secuencia de lavas del Mioceno medio, con composiciones andesíticas a basálticas. Estudios recientes indican edades desde 14 a 6 Ma (Váldez-Moreno *et al.*, 1997; Cerca *et al.*, 2000; Aguirre-Díaz *et al.*, 2000), por lo que existe la posibilidad de obtener resultados paleomagnéticos de un amplio período del Mioceno medio.

Estudios paleomagnéticos en estas lavas permitirán documentar el basculamiento y/o rotación respecto a un eje vertical debido al fallamiento que se observa en el área, así como realizar interpretaciones con carácter tectónico-magmático. Por otro lado, se podrán cotejar las edades de la secuencia volcánica de la región mediante estudios magnetoestratigráficos. Dichos estudios contribuirán también al conocimiento de la variación secular en la región. Estudios de la variación secular en transectos a lo largo del continente pueden contribuir a un mejor entendimiento del origen del campo geomagnético.

Se estudiaron lavas terciarias de 7 sitios localizados al sur de la ciudad de Querétaro, cercanos a la carretera Querétaro-Huimilpan. El muestreo consistió de núcleos cilíndricos perforados de 2.5 cm de diámetro y de 8 a 10 cm de largo orientados in situ. De estas muestras se tomaron 2 o tres submuestras de 2.5 cm de largo y 2.5 cm de diámetro aproximadamente.

Se tomó una muestra piloto de cada sitio y se sometió a una desmagnetización por pasos en un campo desmagnetizador alterno desde 5 mT hasta aproximadamente 150 mT en series de 15 pasos. Los resultados de la desmagnetización permiten interpretar la composición vectorial de la magnetización de las rocas. Estas muestran en general dos componentes con espectros de coercitividad que se traslapan. Una componente primaria de direcciones de polaridad normal o reversa, bien agrupadas, se puede aislar parcialmente después de remover una componente menos estable y de direcciones generalmente dispersa. Asimismo se hicieron mediciones de la susceptibilidad magnética y se obtuvieron curvas de histéresis que junto a la desmagnetización nos dan información sobre los minerales magnéticos presentes.

NUEVAS APORTACIONES A LA MAGNETOESTRATIGRAFÍA DEL PERMO- CARBONÍFERO: ESTUDIO DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DE SAN SALVADOR PATLANOAYA (MÉXICO)

Luis M. Alva-Valdivia¹, Avto Goguitchaichvili¹, Manuel
Grajales-Nishimura², Antonio Flores de Dios³, Jaime Urrutia-
Fucugauchi¹, Carmen Rosales² and Juan Morales¹

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

² Subdirección de Exploración y Producción Geociencias, IMP

³ Instituto de Geología, UNAM

Reportamos estudios detallados de magnetismo de rocas y paleomagnetismo de una de las secciones mejor expuestas del Permo-Carbonífero en Norteamérica. Una secuencia de aproximadamente 1 km de espesor con estratigrafía bien definida y bioestratigrafía de alta resolución se muestreó para determinar las polaridades magnéticas y tratar de establecer algunas consideraciones decisivas para la magnetoestratigrafía del Permo-Carbonífero, que aún es controversial. Se efectuaron experimentos de magnetismo de rocas, incluyendo mediciones del índice de viscosidad, adquisición y desmagnetización de la magnetización remanente isotermal (VRM) y experimentos de histéresis. Los resultados muestran en muchos casos una relativamente débil capacidad de adquisición para VRM. Algunas espinelas, más probablemente titanomagnetitas parecen ser responsables de la magnetización. Sin embargo, es posible que exista greigita a juzgar por el comportamiento de la desmagnetización térmica y la remanencia isotermal. Todas las muestras estudiadas caen en la región de tamaño de grano multidominio (MD) o pseudo-dominio-simple (PSD). Los análisis de remanencia indican que en muchas de las unidades estudiadas solo una componente paleomagnética podría ser reconocida con una componente secundaria menor sobrepuesta, la que fué fácilmente removida aplicando 100-180°C. La calidad de los datos parece ser relativamente alta y los resultados consistentes internamente. Se identificaron seis magnetozonas normales y cuatro inversas desde la base hasta el tope de la sección en Patlanoaya entre 340 y 280 My, lo cual ayuda al mejor conocimiento de la magnetoestratigrafía del Permo-Carbonífero. Se han encontrado tanto rocas con polaridad normal como inversa en el Carbonífero alrededor de 340 My, en concordancia con estudios paleomagnéticos previos. Además, nuestro registro reveló dos subcronos normales dentro del Supercron Inverso del Permo Carbonífero (PCRS), considerado generalmente como predominantemente un supercrón inverso, entre 305 y 280 My respectivamente, lo que puede ser especulativamente correlacionado a magnetizaciones normales, ocasionalmente ocurridas durante el intervalo PCRS (Kiaman). Serán necesarios estudios más detallados para establecer una magnetoestratigrafía para el período Permo-Carbonífero.

PALMAG-03

REVERSED INTERVAL WITHIN THE CRETACEOUS NORMAL SUPERCHRON IN THE UPPER MORELOS FORMATION (MEXICO): GEOMAGNETIC FIELD BEHAVIOUR OR REMAGNETIZATION?

Roberto Molina, Harald Böhnel, Carmen Rosales Dominguez
and Teodoro Hernandez
UNICIT, UNAM
IMP
LUGIS, IGF, UNAM

The Cretaceous Normal Superchron (CNS) represents a normal polarity interval of unusual duration, from 118-84 Ma. It was proposed in the late 60's based on the absence of marine anomalies in Cretaceous sea-floor and was generally confirmed in studies of deep sea sediments and Italian pelagic sequences. Nevertheless, a few reversed polarity data have been reported for this interval, without posterior reconfirmation from other places. Even of very short duration interval within the CNS would be a highly valuable magnetostratigraphic marker. Previous paleomagnetic studies of the Morelos formation in southern Mexico have pointed to the possible existence of a reversed interval within the CNS. To address this question, we have conducted a systematic paleomagnetic sampling, covering with 193 drill cores about 193 m of the upper part of the Morelos and the lowermost part of the Mezcala formation, which is overlying with transitional contact. This sampling indeed revealed one bank of reversed polarity magnetization within the Morelos formation, and to confirm its validity we have resampled that bank in detail. The recovered samples are mostly of reversed polarity, and define an ~20 cm thick reversed layer which is laterally continuous over about 6 m. Thermal demagnetization was carried out to analyze the vectorial composition of remanence, showing that most of the samples contain a normal polarity component of low unblocking temperature but intermediate coercivity. This could be either a recent viscous magnetization, or an upper CNS component. Because the field directions for both are quite similar, these possibilities are difficult to distinguish; a structural correction doesn't help as well, as no fold test could be applied for the reversed bank. After removing that normal component, the high unblocking temperature component defines a reversed polarity direction which is antipodal to the normal directions observed in the rest of the section. Although not possible for the reversed bank itself, a fold test applied to all of the sampled section indicates that the remanence precedes the folding of the rocks during the Laramide orogeny.

Rock magnetic studies reveal that magnetite is the dominant mineral in the samples, although hematite may be present in some samples. These studies will be complemented by other rock magnetic studies, to evaluate the possibility of other than geomagnetic causes for the reversed polarity. Microfossil studies are in process to delimit the age range of the reversed bank, which according to the stratigraphic position could be upper Cenomanian.

PALMAG-04

PALEOMAGNETIC RECORD OF OBSIDIANS

Harald Böhnel, Gerardo Aguirre, Roberto Molina and Antonio Escanero
UNICIT, UNAM

Obsidians are important archeological materials and were traded in many parts of the world. Paleomagnetic methods have contributed to decipher provenance and trade routes for such materials, by studies of their rock magnetic properties for comparison or discrimination purposes. Apart from this application, not much is known about the paleomagnetic properties of obsidians, specially their thermoremanent magnetization, their stability, and their general utility as recorders of the geomagnetic field. Four obsidian sites within the Mexican Volcanic Belt have been sampled to obtain oriented drill cores. The obsidians are very fresh to highly hydrated. Samples cut from the cores have been alternating field (AF) demagnetized in detail to analyze the presence of various remanence components. IRM and ARM acquisition and subsequent AF demagnetization was used to study coercivity properties. This was complemented by thermomagnetic measurements to obtain Curie temperatures, magnetic hysteresis curve measurements, and low temperature susceptibility variations.

The paleomagnetic record of the obsidians varies widely, referring to intensity and stability of the natural remanent magnetization. Some show a high NRM intensity and high directional stability, and retain considerable parts of the NRM even after 300 mT AF demagnetization. Others show strong secondary magnetization components which resist high AF demagnetization, up to 100 mT. After removal of secondary magnetizations the remaining remanence is very stable as well. Hydrated obsidians show in general lower remanence than fresh obsidians, although this could be due to the already differing magnetic properties of the rock before the hydration process rather than the process itself.

Paleointensity experiments will be performed to analyze the potential of obsidians for this kind of studies. The thermomagnetic curves seem to be promising, being almost reversible and thus indicating no or minor alteration effects during heating. Curie temperatures are around 580°C and indicate that magnetite is carrier of the remanence.

PALMAG-05

THE POTENTIAL OF MAAR LAKES FROM VALLE DE SANTIAGO VOLCANIC FIELD, MEXICO, FOR GEOMAGNETIC SECULAR VARIATION AND PALEOCLIMATE STUDIES: PRELIMINARY RESULTS

Roberto S. Molina Garza, Harald Böhnel, Román Pérez, and
Antonio Escanero
Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM

Secular variation (SV) is an inherent property of the geomagnetic field manifest in the variation of the direction and intensity of the field vector at a specific locality. It has been shown that lake sediments contain high-resolution records of SV in the form of a remanent magnetization acquired during or soon after deposition. Similarly, mineral magnetic methods have been used successfully as a proxies for environmental changes in lake

sediments. The goal of this study is determining the potential of maar lakes in central Mexico for paleomagnetic and environmental studies of the late Pleistocene and Holocene. These studies could contribute to defining a SV master curve for the region and assess the influence of the glacial-interglacial transition in development and/or stabilization of the Mexican monsoon. In Valle de Santiago (Guanajuato state, Mexico), there are seven well-preserved and well-exposed maar structures. No absolute age data are available for the maars; they probably are of late Quaternary age as most are morphologically well preserved. Due to declining water levels during the last 40-50 years, sediments in several of the maars are easily accessible; some of the maar lakes have dried out partly or totally. Short cores were taken from two of the maars, Hoya de San Nicolas (~20°N-101°W; elevation of ~1800 above sea level), a lake with an area of 0.5 km², and nearby Hoya Rincón de Parangueo (of similar area). Rincón de Parangueo is a shallow lake, whereas San Nicolás is only partly covered during the rainy season from June to October. Cores were recovered by pushing 2-3 m long PVC tubes with 8 cm inner diameter into the water-saturated sediment. The top 50 cm of sediment were not cored presuming these sediments are affected by recent human activity in the region. As no piston was used, the sediments were compacted by 20-30%. Before pulling the cores, they were oriented azimuthally. The cores were sealed in the field, and later opened in the laboratory and split with a disc-saw and a "cheese-cutter". One half was sealed again and archived. Rincon de Parangueo sediments show laminations with thickness in the mm range. These laminations may be traced laterally within the lake, at least over distances of a few meters. San Nicolas sediments are dark-gray to black mudstone and rather uniform. For measurements of natural remanent magnetization (NRM), u-channels were extracted. Additionally, discrete samples were taken almost continuously using plastic boxes (cubes 20 mm inside). Magnetic susceptibility was determined from discrete samples with a dual-frequency sensor Bartington susceptibility meter. The NRM of u-channels was measured within a few days since the cores were obtained, in order to avoid degradation of the signal by oxidation and dehydration. These measurements were conducted at the paleomagnetic laboratory of the University of Hawaii, Manoa, and consisted of NRM measurements at 2 cm intervals together with blanket alternating field (AF) demagnetization with peak inductions of 10, 20, 30, and 40 mT. For higher resolution studies, discrete samples were subjected to progressive AF demagnetization in 10 to 12 steps up to 100 mT. The samples were kept refrigerated at 4°C before the NRM was measured at the paleomagnetic laboratory of the GeoForschungZentrum in Potsdam, Germany. Both, u-channel and discrete sample measurements were carried out using superconducting 2G-765 magnetometers with a noise level not greater than 10-6 A/m. For u-channel measurements, the remanence remaining after 20 mT was selected as the characteristic remanence, whereas for discrete samples linear fits from principal component analysis were used to determine the direction of the characteristic magnetization. Four to 6 steps were used to fit lines in the interval between 20 and 50 mT. Progressive AF demagnetization of discrete samples reveals that the natural remanent magnetization is nearly univectorial as seen from Zijdeveld diagrams. It is north to northwest-directed and of moderate inclination. The magnetization is of low to moderate coercivity. A small viscous component was observed in some samples, but it was removed by demagnetization to 20 mT. Comparisons of discrete samples and u-channel results show small but systematic differences; inclinations from u-channels are of higher values. A second core from Hoya San Nicolás and one from Rincón de Parangueo have only been measured using u-channels. Variations of declination and inclination with depth are of

relatively small amplitude, especially for in the deeper part of the cores. Rock magnetic data are available so far for core 3 from San Nicolas maar. These include NRM intensity, magnetic susceptibility *k*, ARM100 (acquired in an AF of 100 mT with a direct field of 100 mT), and IRM acquisition up to 1500 mT. Frequency dependence of *k* is insignificant, indicating the absence of superparamagnetic particles. IRM acquisition indicates the presence of only one remanence carrier, saturation occurs in fields <300 mT. Backfield demagnetization of IRM1.5T defines coercivity values of *H*_{cr} around 30 mT. The IRM ratio *S*300, also shows the dominance of low coercivity. We interpret these data to indicate the dominance of (titano-) magnetite in the sediments. Concentration dependent parameters such as magnetic susceptibility, ARM100 and IRM1.5T show similar down-core variation, with two thin intervals of low concentration of ferromagnetic material. One is near the top of the sampled interval and the second at depths between ~1.05m and 1.3m. Grain-size dependent parameters show nearly identical trends, low *S*300 values occur in the same intervals. Maar sediments from Valle de Santiago show promising results. The paleomagnetic record is characterized by a strong and stable signal. Currently there is no age information and future work will concentrate in fossil and radiometric dating. Nonetheless, sediment thickness at Hoya de San Nicolás may exceed 20 meters with the potential for a long and continuous record of SV. Environmental proxies show systematic variations but their relation with sedimentologic and geochemical parameters needs further examination. In the near future we will recover longer cores with a piston corer to avoid sediment compaction and collect multiple cores for data stacking.

PALMAG-06

ON THE OLDEST HUMAN OCUPATION IN EUROPE: PALEOMAGNETIC CONSTRAINTS

Avto Gogichaishvili¹ and Josep Pares²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Department of Geological Sciences, University of Michigan

We report initial results on a paleomagnetic study at the locality of Dmanissi (Southern Caucasus), which has yielded a mandible and lithic industry associated to a late Pliocene-early Pleistocene fauna. A preliminary combined paleomagnetic-Ar/Ar study suggested an Olduvai age for the anthropological level, thus, becoming the oldest human occupation sign in Europe. Our paleomagnetic and rock-magnetic study reveals the presence of reverse magnetizations in the sediments that host the human remains and artifacts, ruling thus out an Olduvai age for the site. An underlying basaltic lava shows intermediate polarities that, given the isotopic age of the rock (~1.8 Ma), can be interpreted as the Matuyama-Olduvai transition. Our paleomagnetic data for the Dmanissi site does not support an Oldovai age for the human remains but an age comprised between 1.77 and 1.07 Ma. Our results should not be taken as a new dating for the Dmanissi mandible, but as a cautionary note about human presence at the gates of Europe during Olduvai. The magnetic stratigraphy results open new possibilities for the chronology of the Dmanissi site. An age of about 1 Ma has been speculated by some authors; our initial reports furnish evidence fostering that speculation.

PALMAG-07

SOBRE EL USO DE CURVAS TERMOMAGNÉTICAS EN PALEOMAGNETISMO: ÉNFASIS A LA DESMAGNETIZACIÓN DE BAJAS TEMPERATURAS

Juan Morales y Avto Gogichaishvili
Instituto de Geofísica, UNAM

Las curvas termomagnéticas permiten determinar las temperaturas de Curie de minerales magnéticos y estimar su estabilidad térmica. Por tanto, ellas son una herramienta indispensable a fin de identificar los portadores de la remanencia y para seleccionar las muestras más adecuadas para los experimentos de paleointensidad. Tres tipos de curvas termomagnéticas son usados rutinariamente en paleomagnetismo: (1) Magnetización inducida (saturación) vs temperatura, conocidas como curvas $J_s - T$, (2) Susceptibilidad vs temperatura, o curvas $k - T$ y (3) Magnetización remanente vs temperatura, o curvas $J_{rs} - T$. No hay aun acuerdo entre la comunidad paleomagnética sobre cual método es mas apropiado y sensitivo. Nosotros realizamos un estudio comparativo sobre las muestras volcánicas seleccionadas, aplicando los tres métodos sobre las mismas muestras vírgenes. De los tres tipos de curvas antes mencionadas, las curvas $k - T$ parecen ser experimentalmente más sensitivas, de acuerdo con las sugerencias teóricas.

Además, algunas curvas termomagnéticas fueron obtenidas usando un VSTM, el cual permitió estimar el estado de dominio magnético de minerales opacos a través del estudio de las magnetizaciones termoremanentes parciales (pTRM). Se encontró que este método es mucho más eficiente que las mediciones de histéresis magnéticas comunes. Las pTRM's fueron también sometidas a tratamientos de baja temperatura a fin de remover la parte de la magnetización portada por granos de dominio múltiple. En general, se removió una remanencia entre un 10 a un 30% por la aplicación de este método, lo cual puede ayudar a incrementar el éxito de mediciones de paleointensidad.

PALMAG-08

CARACTERÍSTICAS DEL GEODINAMO SIGUIENDO INVERSIONES O EXCURSIONES GEOMAGNETICAS: MEDIANTE DATOS DE PALEOINTENSIDAD ABSOLUTA

A. Goguitchaichvili¹, P. Camps² y J. Urrutia-Fucugauchi¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² LGTS, CNRS & Univ. Montpellier 2, Francia

Realizamos un estudio de paleointensidad absoluta de la excursión geomagnética del Plioceno (3.6 Ma), gravada en la sucesión de flujos de lava del sur de Cáucaso. Estudios paleomagnéticos previos, revelaron que varios flujos consecutivos gravaron una dirección de polaridad intermedia en la base de la sección, seguida por una zona de polaridad reversa. 71 muestras de 26 flujos de ambas zonas de polaridad fueron preseleccionadas para experimentos de paleointensidad debido a su bajo índice de viscosidad, magnetización remanente estable y a sus curvas termomagnéticas razonablemente reversibles.

El conjunto de las 53 muestras de 20 flujos volcanicos permitieron un estimacion confiable de paleointensidad absoluta. La paleointensidad media del campo de transición es de 7.8 ± 2.4 mT

(3 flujos). La peleointensidad después de la transición es mayor, con una media de 24.2 ± 8.2 mT (15 flujos) la cual corresponde al momento virtual dipolar de $4.6 \pm 1.8 \times 10^{22}$ Am². Este valor es significativamente menor al del campo geomagnético del Plioceno y a paleointensidad post-intermedias grabadas en secuencias volcánicas de Hawai (4 Ma) y de Steens Mountain (16.2 Ma). Sin embargo, nuestros resultados son muy similares a los de campos post-transicionales grabados en Islandia durante la inversion de Gauss-Matuyama. Estos resultados sugieren que el régimen del geodinamo siguiendo inversiones o excursiones puede variar significativamente de un caso al siguiente sin ningún rasgo sistemático aparente.

PALMAG-09

RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE PALEOINTENSIDAD EN ROCAS VOLCÁNICAS CRETÁICAS DEL ARCO VASCO (PAÍS VASCO, ESPAÑA)

Manuel Calvo Rathert¹, Avto Goguitchaichvili², Julia Cuevas Urionabarrenetxea³, José María Tubía Martínez³ y Aitor Aranguren Iriarte³

¹ Depto. de Física, E.P.S., Universidad de Burgos, España

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco, España

El Arco Vasco se halla en el borde norte de la Península Ibérica. Se trata del principal rasgo estructural de la cuenca Vasco-Cantábrica y constituye una inflexión cartográfica dibujada por las estructuras mayores -pliegues y cabalgamientos- formados a partir del Eoceno, durante la tectogénesis pirenaica. El origen del Arco Vasco es incierto, barajándose dos hipótesis contrapuestas: 1) Un origen primario en relación con el desarrollo de las cuencas sedimentarias asociadas a la apertura del Golfo de Vizcaya y 2) Un origen secundario, debido a rotaciones en torno a ejes verticales, inducidas por la actuación de la falla de Pamplona, transversa al Arco Vasco y a la Falla Narpirenaica. Este tipo de rotaciones se reflejaría en giros de los vectores de la paleodeclinación de las unidades estudiadas.

Con el objetivo de establecer el origen del Arco Vasco se realizó un muestreo preliminar de 83 testigos pertenecientes a 7 afloramientos de rocas volcánicas de edad Albiense/Aptiense de dicha estructura. Se seleccionaron muestras representativas de cada afloramiento con el fin de determinar los minerales responsables de la imanación remanente y su estabilidad térmica. En seis de los siete afloramientos el principal portador de la remanencia es magnetita, mientras que en el séptimo caso se trata de pirrotina. También se realizaron observaciones con el microscopio de reflexión. A partir de la determinación de los parámetros de la curva de histéresis se reconoce que los minerales portadores de la remanencia se caracterizan por una estructura PSD.

Después de un análisis preliminar de cuatro muestras piloto por afloramiento, se optó por la desimanación térmica en la mayoría de los casos, si bien una pequeña fracción del total de las muestras fue desimanada por campos alternos.

Los resultados preliminares parecen indicar una ausencia de rotaciones en torno a ejes verticales, primando la hipótesis de un origen primario del Arco Vasco. Las direcciones paleomagnéticas obtenidas apuntan además a que durante la rotación antihoraria de

la Placa Ibérica y la apertura del Golfo de Vizcaya, el Arco Vasco no formaba parte de aquella, sino de la llamada Europa estable.

Debido a su edad Albiense/Aptiense, las rocas volcánicas tratadas en el presente estudio presentan un indudable interés en relación con la paleointensidad. Por este motivo se llevaron a cabo experimentos de determinación de dicha magnitud, cuyos resultados se exponen.

PALMAG-10

A NEW SYSTEM FOR DETERMINATION OF PALEOINTENSITIES: THE MICROWAVE SYSTEM IN THE PALEOMAGNETIC LABORATORY OF THE UNICIT, CAMPUS JURQUILLA, UNAM

Harald Böhnell, Derek Walton and John Shaw
UNICIT, UNAM
McMaster, Ontario, Canada
Liverpool, UK

We will describe the new microwave system built at the UNICIT for determining paleointensities (PI). The system consists of a high-Tc squid magnetometer, cooled by liquid nitrogen, a tuned microwave cavity resonating at ~15 GHz, and a generator-power amplifier combination to produce microwaves in the cavity. The cavity is situated in the center of a triple Helmholtz coil system, to be able to produce controlled fields. Linear slide systems allow to move a 5 mm sample between the different units, to be exposed with or without ambient field to microwaves of 0-25 W power, and to measure its remanence with the magnetometer. All this is accomplished under computer control.

Apart of describing the system, we will present results of the first experiments. These are planned to be performed on archeological samples as well as on volcanic rocks.

PALMAG-11

ESTUDIO PALEOMAGNETICO DE LOS CAMPOS DE SAN IGNACIO Y SAN JOSÉ DE GRACIA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Raquel Negrete Aranda y Edgardo Cañón Tapia
Depto. de Geología, Divison Ciencias de la Tierra, CICESE

La parte norte del estado de Baja California Sur, México, se encuentra cubierta por rocas volcánicas cenozoicas aparentemente de composición toleítica uniforme. Los primeros estudios realizados en la zona sugirieron una fuente magmática común para todos los derrames toleíticos denominándolos "Basalto Esperanza". Sin embargo, estudios más recientes proponen que el concepto de "Basalto Esperanza" se debe sustituir por el de dos campos volcánicos separados, mismos que fueron denominados Campo volcánico de San Ignacio y Campo volcánico de San José de Gracia. Una diferencia fundamental entre ambas hipótesis radica en el esquema temporal de la actividad volcánica en ambos campos, ya que la cubierta toleítica en el escenario de los campos volcánicos debió ser el resultado de diversos episodios de actividad volcánica, mientras que la hipótesis de Basalto Esperanza requiere un solo episodio de actividad con tazas de erupción particularmente grandes.

Este trabajo reporta resultados paleomagnéticos de las lavas de la zona con el fin de evaluar con una resolución de aproximadamente 100 años si los flujos de lava fueron extrudidos en un periodo relativamente corto, o bien si son el resultado de diferentes eventos eruptivos acaecidos durante un periodo prolongado de actividad volcánica. Los resultados preliminares son coherentes con la hipótesis que postula la existencia de dos campos volcánicos, ya que al menos 6, de 13 sitios toleíticos tienen diferentes direcciones de la magnetización remanente característica, sugiriendo que dichos flujos de lava son producto de diferentes periodos de eruptivos.

PALMAG-12 CARTEL

MECANISM OF SELF-REVERSAL IN NATURAL TITANOHEMATITES: CONSTRAINTS FROM NANOSCOPY AND THERMOMAGNETIC INVESTIGATIONS

M. Prévot¹ and A. Gogichaishvili²
¹ LGTS, CNRS & Univ. Montpellier 2, France
² Instituto de Geofísica, UNAM, Mexico

Bitter and MFM investigations confirm that large-scale (tens of mm) domain-like magnetic structures are present in the self-reversed hemoilmenite phenocrysts from the Pinatubo dacite, both in the strongly and the weakly magnetized zones of crystals. However, TEM observations reveal a finer-scale structure with small (10-50 nm) cation-ordered crystallographic domains surrounded by a cation-disordered matrix. This observation suggests that the strongly magnetized zone of crystals (which should carry the net reversed remanence) is crystallographically and magnetically heterogeneous. Unexpectedly, the continuous thermal demagnetization curve of natural remanence reveals the presence of a relatively large normal component corresponding to the highest unblocking temperatures. Considering its magnitude, this normal component does not seem to be carried by disordered domains but rather by ordered domains slightly depleted in titanium. In spite of their very small size, and because of the exchange interaction with the disordered matrix, it is expected that ordered domains are not superparamagnetic but stable remanence carriers.

PALMAG-13 CARTEL

PALEOMAGNETISMO DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y ESTRATIGRAFÍA VOLCÁNICA

Luis M. Alva-Valdivia¹, Ayto Goguitchaichvili¹, Luca Ferrari², Jose Rosas-Elguera³, Jaime Urrutia-Fucugauchi¹ and Jose J. Zamorano-Orozco⁴

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

² Instituto de Geología, UNAM

³ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

⁴ Instituto de Geografía, UNAM

Se reportan resultados paleomagnéticos y de magnetismo de rocas en rocas volcánicas Miocénicas de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Se colectaron 32 sitios (238 muestras orientadas) de tres localidades: Querétaro, Guadalajara y Los Altos de Jalisco, que cubren un período desde 11 a 7.5 Ma. Se efectuaron diversos experimentos para identificar los portadores magnéticos y obtener

información concerniente a la estabilidad paleomagnética. A partir de observaciones microscópicas en superficies pulidas se mostró que el principal mineral magnético es titanomagnetita pobre en Ti asociada con exsoluciones de ilmenita. Las mediciones de susceptibilidad continua contra temperatura dan en la mayoría de casos curvas razonablemente reversibles con puntos de Curie cercanos a los de la magnetita. A juzgar por las relaciones entre los parámetros de histéresis, parece que todas las muestras caen en la región de tamaño de grano pseudo-dominio-simple (PSD), indicando posiblemente una mezcla de granos de multidominio (MD) y una cantidad significativa de granos de dominio-simple (SD). Basados en nuestros datos paleomagnéticos y radiométricos disponibles, parece que las unidades volcánicas han sido emplazadas durante un tiempo relativamente corto que es entre 1 a 2 My en cada localidad. Las direcciones medias paleomagnéticas obtenidas en cada localidad difieren significativamente de la dirección esperada para el Mioceno Medio. La dirección media paleomagnética calculada de 28 sitios descartando los de polaridad intermedia es $I = 32.4^\circ$, $D = 341.2^\circ$, $k = 7.2$ and $\alpha_{95} = 11.6^\circ$. La comparación con la dirección esperada indica una rotación de unos 20° en sentido contrario a las manecillas del reloj para el área estudiada, que coincide con el régimen tectónico ya propuesto para este período de transtensión lateral-izquierda.

PALEO-01

**UN TRILOBITE DEL ORDOVÍCICO TEMPRANO,
ECTENONOTUS WESTONI (BILLINGS), DEL
RANCHO LAS NORIAS, EN LA REGIÓN CENTRAL
DEL ESTADO DE SONORA, MÉXICO**

Emilio Almazán-Vázquez¹, Ricardo Vega- Granillo¹ y Blanca E. Buitrón-Sánchez²

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora
E-mail: almazan@marina.geologia.uson.mx

² Instituto de Geología, UNAM

En la región central del Estado de Sonora aproximadamente a 43 km de la Cd. de Hermosillo, en el Rancho de Las Norias, aflora una secuencia predominantemente carbonatada con 200 metros de espesor, cuyo contenido faunístico, entre otros briozoarios, braquiópodos, gasterópodos, nautiloideos y trilobitas denota una edad del Ordovícico Temprano.

La localidad donde se encuentran expuestas estas rocas sedimentarias queda enmarcada geográficamente por las coordenadas 28°59'00" y 28°59'30" de latitud norte y 110°38'30" y 110°39'00" de longitud al oeste de Greenwich. Particularmente del Paleozoico se ha hecho mención de una secuencia de plataforma constituida por calizas con intraclastos, intercalaciones de lutitas en la porción inferior, calizas masivas de color gris y pedernal blanco. Genéticamente caracteriza sedimentos de facies de plataforma, depositados en la margen suroeste del Cratón Norteamericano. Las calizas tienen un significativo porcentaje de pedernal, material que ha favorecido la silicificación de su contenido biótico.

Dado la importancia que para la bioestratigrafía representa los trilobitas, se reporta la presencia de la especie *Ectenonotus westoni* (Billings) cuyo alcance estratigráfico se circunscribe al Ordovícico Inferior. Esta especie ha sido anteriormente registrada del Ordovícico Inferior de Estados Unidos de Norteamérica y de Irlanda.

PALEO-02

**NUEVOS HALLAZGOS DE INVERTEBRADOS
PALEOZOICOS (SCYPHOZOA-CONULATA,
ARCHAEOGASTROPODA-TROCHINA Y
ECHINODERMATA-CRINOIDEA) EN LA REGION
DE NOCHIXTLAN-IXTALTEPEC, OAXACA**

Blanca Estela Buitrón-Sánchez¹, Antonio Flores de Dios-González² y Daniel Vachard³

¹ Instituto de Geología, UNAM

E-mail: blancab@servidor.unam.mx

² Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Guerrero

E-mail: lafdg@servidor.unam.mx

³ Université des Sciences et Technologies de Lille, U.F.R. Des Sciences de la Terre, Laboratoire de Paleontologie-SN5
E-mail: Daniel@Vachard@univ-lille1.fr

En el área de Nochixtlan-Ixtaltepec al sur de México, en el Estado de Oaxaca existen rocas marinas paleozoicas que cubren al Complejo Oaxaqueño del Grenviliano. Las formaciones paleozoicas marinas corresponden a la Fm. Tiñú (Tremadociano), la Fm. Santiago (Misisípico) y la Fm. Ixtaltepec (Pensilvánico), de ellas se ha descrito una abundante fauna de invertebrados cuyo depósito se

interpreta de plataforma interna. La Fm. Yododeñe (Post-Pérmico/Pre-Cretácico Inferior) corresponde a conglomerados de capas rojas, en la que existen clastos de caliza con fusulínidos identificados con *Skinnerella biconica* Skinner y *Parafusulina brookensis* Ross. Estos fusulínidos son característicos de las microfaunas del Leonardiano de Texas, EUA.

Procedentes de la Formación Ixtaltepec se dan conocer por primera vez celenterados (Scyphozoa-Conulata) del género *Paraconularia* Sinclair, 1952, moluscos (Gastropoda-Trochina) del género *Anomphalus* Meek & Worthen, 1867 y equinodermos (Crinoidea) de las especies *Cylindrocauliscus fiski* Moore & Jeffords y *Cyclocaudex insaturatus* Moore & Jeffords de edad pensilvánica. La Fm. Ixtaltepec consiste en arenisca con bioturbación, caliza y lutita con fósiles de radiolarios, además de invertebrados desplazados y depositados por corrientes turbidíticas de baja densidad, dentro de un sistema de abanicos deltaicos que exhiben ciclos de levantamiento y denudación.

El hallazgo del celenterado *Paraconularia* en el sur de México, denota que para el Pensilvánico aún se encuentran invertebrados perigondwánicos en Norteamérica, cuya provincia paleogeográfica era principalmente de Gondwana (Perú, Bolivia, Brasil, India). No obstante que la fauna restante tiene afinidades con invertebrados pensilvánicos de Laurencia.

PALEO-03

**PRESENCIA DE CONIFERAS EN EL PERMICO
(LEONARDIANO) DE CALNALI, HGO.,
PATLANOAYA, PUE. Y OLINALA, GRO.**

Alicia Silva Pineda¹, Blanca Buitron Sanchez¹ y Antonio Flores de Dios-González²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

La presencia de coníferas en el Pérmico de algunas localidades del centro-sur de México, ubicadas en la Formación Guacamaya, de la región de Calnali, Estado de Hidalgo, en la Formación Patlanoaya de la región de Izúcar de Matamoros, Estado de Puebla y en la Formación Olinalá de la región del mismo nombre en el Estado de Guerrero, es significativa desde varios puntos de vista. El alcance estratigráfico de las coníferas en otras localidades del mundo es a partir del Carbonífero. En México, no obstante que se conocen actualmente diez localidades con flora fósil continental del Paleozoico Superior, predominan las lepidodendrales, esfenofilales y helechos. Esta ausencia de coníferas, se debió posiblemente a diversos factores entre ellos climáticos, paleogeográficos y de competencia con otras plantas bien adaptadas.

La primera aparición de coníferas en México es en el Pérmico (Leonardiano) de la región de Tlahuelompa-San Mateo, en los estados de Hidalgo y Veracruz. En general, en México esta flora es escasa y mal conservada, pues únicamente existen fragmentos pequeños de ramas con hojas aciculares. Las especies de coníferas identificadas que provienen de las formaciones Guacamaya, Patlanoaya y Olinalá, corresponden a *Walchia* sp. *Walchia* piniformis (Schlotheim) y *Cordaite* sp.

Las plantas fueron encontradas asociadas a braquiópodos (*Paranorella imperialis* Cloud) en arenisca de grano fino a medio que caracteriza a depósitos fluvio-deltaicos para el caso de

Patlanoaya y Olinalá y en la Formación Guacamaya se recolectó en capas de arenisca y toba asociadas con amonites (*Perrinites* sp.), crinoides (*Cylindrocaulus fiski* Moore & Jeffords, *Cyclocaudex insaturatus* Moore & Jeffords) y braquiópodos (*Neospirifer* sp.).

PALEO-04

NUEVOS AMONITAS PÉRMICOS DE LA FM. OLINALÁ-LOS ARCOS, OLINALÁ, GRO., MÉXICO

Garibay-Romero Luis Martín
Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad
Autónoma de Guerrero

Los afloramientos del Paleozoico Superior en el Estado de Guerrero han proporcionado abundantes ejemplares fósiles de diferentes grupos taxonómicos (Braquiópodos, plantas, Crinoides, Corales, Fusulínidos, Conularídeos, Trilobites, Pelecípodos, Gasterópodos y Amonitas. Estos últimos pertenecientes a los géneros WAAGENOCERAS, STACHEOCERAS, PSEUDOGASTRIOCERAS, AGATHICERAS, PARACELTITES y ADRIANITES. La edad asignada a las rocas portadoras de esta fauna corresponde al Guadalupeano.

La revisión, curación y catalogación del material procedente de la localidad de Olinalá, Estado de Guerrero ha permitido determinar la presencia de tres géneros que no han sido reportados previamente en esta Formación.

El material fósil fué colectado en los miembros conglomerático-arenoso y arenoso-lutítico con concreciones, infrayacente al miembro calcáreo de esta Formación. (Garibay et al. 1998). Dos ejemplares son atribuidos a DORYCERAS Gemmellaro, 1887, dos mas a PROPINACOCERAS Gemmellaro 1887=DIFUNTITES Glenister y Furnish, 1988. Finalmente un ejemplar se considera perteneciente al género COAHUILOCERAS Cantú 1997.

La comparación de los géneros de amonitas presentes en Olinalá, Gro., con otras localidades pérmicas en México y el mundo, permite asociarla con las Delicias, Coahuila; El Antimonio, Sonora; Nuevo México y Texas. De manera que las rocas aflorantes en Olinalá, forman parte de la Provincia Paleobiogeográfica Pacífico-Americana Neopérmica. (Spinoza *et al.*, 1975).

PALEO-05

PRIMER REGISTRO DEL GÉNERO SUTNERIA (AMMONOIDEA) EN EL OXFORDIANO DE LA FORMACIÓN SANTIAGO EN TAMÁN, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Ana Bertha Villaseñor e Isabel López-Palomino
Instituto de Geología, UNAM

Como parte de un proyecto de investigación que se realiza sobre el Jurásico Superior de México, se han muestreado diversas secciones en el centro-este de México, la fauna esta compuesta principalmente por ammonites y bivalvos, aunque existen registros fortuitos de braquiópodos y gasterópodos.

En esta ocasión, se presenta, por primera vez para el Oxfordiano de México, el registro de dos especies del género *Sutneria*, *S. (?) praecursor* Dieterich y *S. galar* (Oppel), ambas especies son muy importantes desde el punto de vista

bioestratigráfico ya que permite reconocer con exactitud la edad de las rocas que lo contienen y permite correlaciones muy precisas con el estandar bioestratigráfico Europeo, además de tener gran interés paleobiogeográfico.

Las especies referidas han sido reportadas para la parte alta del Oxfordiano Superior Zona Planula, subzona galar en Europa, lo que implica que este hallazgo es el más joven para el Oxfordiano de México, ya que hasta la fecha las faunas reconocidas del Oxfordiano de Cucurpe (Sonora), San Pedro del Gallo (Durango) y aún Tamán (San Luis Potosí) han sido asignadas del Oxfordiano Medio basal a la parte media del Oxfordiano Superior.

Esta investigación se encuentra en curso y el estudio de toda la fauna recolectada aportará nueva información valiosa para entender el comportamiento geobiológico en las plataformas marinas mexicanas del Jurásico Superior.

PALEO-06

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FAUNA DE BRAQUIÓPODOS RINCÓNELIDOS DE TAMÁN, SAN LUIS POTOSÍ

Daniel Navarro Santillán¹ y Ana Bertha Villaseñor²

¹ Facultad de Ciencias

² Instituto de Geología, UNAM

Heim (1926) mencionó para la parte basal de las capas de Tamán, San Luis Potosí, la presencia de *Rhynchonella* cf. *arolica*, asignándole a este material una edad Kimmeridgiana. Dado que el material nunca fue descrito, ni ilustrado formalmente, y no se conoce su ubicación estratigráfica precisa, la edad propuesta por este autor no puede ser confirmada.

Recientemente, en un muestreo detallado de las rocas de la Formación Santiago, en el área de Tamán, San Luis Potosí, se han recolectado escasos braquiópodos rincónelidos asociados a numerosos amonites, en rocas asignadas al Oxfordiano.

Estos ejemplares se asemejan externamente a la especie *Fortunella monsalvensis* (Gilliéron 1873), esta se caracteriza por presentar una concha biconvexa, siendo la valva pedicelar más convexa, con un contorno oval a subtriangular y deprimida en vista lateral. Costillas pobremente desarrolladas y sólo en la parte anterior. Pliegue anterior débilmente desarrollado.

Dado que el material es bastante escaso, y que no se ha realizado el estudio de la morfología interna, la asignación específica de estos ejemplares, por el momento, es tentativa. En futuras recolectas se espera contar con más material que permitan realizar estudios taxonómicos más completos.

En cuanto a su distribución paleogeográfica, esta especie ha sido reportada con seguridad para el Oxfordiano de los Prealpes de Fribourg, y la región de Les Diablerets, canton de Vaud, Suiza. Por lo que su hallazgo en México es muy importante porque: (1) Sería el primer reporte de esta especie para el Oxfordiano de México, y (2) Se ampliaría su rango de distribución geográfica.

PALEO-07

REGISTRO DEL GÉNERO HYBONOTICERAS (AMMONOIDEA) EN EL JURÁSICO SUPERIOR DE LA FORMACIÓN TAMÁN EN LA REGIÓN DE MAZATEPEC, PUEBLA

Ana Bertha Villaseñor¹, Federico Olóriz² y Celestina González-Arreola¹

¹ Depto. Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

² Depto. Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España

El género *Hybonoticeras*, ampliamente considerado como indicador bioestratigráfico en Europa, sólo había sido registrado, a principios de siglo y en la década de los 30's, para el Jurásico Superior en el noreste de México. Desde 1985, las intensas campañas de campo realizadas por los autores de esta nota, nuevamente posibilitaron la recolecta de dicha fauna en diversos afloramientos del noreste de México, en los estados de Zacatecas y Durango. La abundante fauna ha sido asignada al género *Hybonoticeras*, subgéneros *Hybonoticeras* (M) e *Hybonotella* (m) y a las especies europeas tradicionalmente conocidas, así como a varias nuevas especies. La importancia de estos registros es tanto de carácter bioestratigráfico como paleobiogeográfico.

En esta ocasión y como dato muy interesante se reconoce la existencia del género *Hybonoticeras*, en dos estratos, en un afloramiento ubicado a las orillas del Río Apulco, en la región de Mazatepec, Puebla, centro-este de México.

Los ejemplares son un fragmento de impresión de la característica región ventral y el otro se trata de un ejemplar de tamaño pequeño que bien podría asignarse al subgénero *Hybonotella*, ambos fósiles, probablemente, se pueden asignar a una edad Kimmeridgiana tardía, a la Zona de Beckeri.

Este registro es el primero para la región, amplía el rango de extensión en México, y permite correlaciones regionales más precisas, ya que hasta la fecha, fauna de ammonites de esta edad no había sido reportada.

Paleogeográficamente, la presencia de *Hybonoticeras* tanto en el noreste, como centro-este de México, podría estar relacionada con eventos globales de inundación (floodings) para la edad mencionada.

PALEO-08

UNA PROPUESTA BIOESTRATIGRÁFICA PARA LA SECCIÓN LAS PAREDES EN LA REGIÓN DE HUETAMO, MICHOACÁN

Celestina González-Arreola¹, Pedro García-Barrera² y Ana Bertha Villaseñor¹

¹ Depto. de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

² Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM

El abundante material recolectado en una sección localizada al suroeste de la ciudad de México, en la región de Huetamo, Michoacán, ha permitido, por primera vez, esbozar una biozonación para el Barremiano Inferior y la parte inferior del Barremiano Superior.

El material de estudio determinado hasta el momento, lo constituyen representantes de la Subfamilia Leptoceratinae y la familia Pulchellidae. De la primera tenemos a *Karsteniceras subtile* (Uhlig), *Karsteniceras pumilum* (Uhlig), *Karsteniceras beyrichi* Karsten, *Hamulinites assimilis* (Uhlig), *Hamulinites parvulus* (Uhlig) y *Hamulinites subtile* (Uhlig). Para el segundo taxon se tiene a *Pulchellia* (*Nicklesia*) *pulchella* (d'Orbigny), *Pulchellia* (*Heinzia*) *provincialis* (d'Orbigny) y *Heinzia* (H.) *veleziensis* (Hyatt).

PALEO-09

NERINEIDOS DE LAS FACIES VOLCANICLÁSTICAS DE LA FORMACIÓN "TEOLOAPAN" (APTIANO), EN TEOLOAPAN, GRO., MÉXICO

María Guadalupe Rodríguez-Martínez, Martín Guerrero-Suastegui, Luis Martín Garibay-Romero y Blanca Estela Buitrón-Sánchez

En la región de Teloloapan, Gro., aflora una secuencia volcánico-sedimentaria que ha sido asignada al Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Campa *et al.*, 1974), Guerrero *et al.* (1990) dividieron esta secuencia en dos formaciones de edad Cretácico Inferior (formación Villa Ayala y Acapetlahuaya). Sobre estas unidades aflora de manera concordante y transicional una secuencia de calizas denominada formación Teloloapan, que a la base presenta una alternancia de volcánicas finas (tobas) y epiclásticas, las cuales contienen abundante fauna de nerineidos.

El objetivo del presente estudio es presentar la sistemática de varios niveles con nerineas, siendo este el primer reporte formal de dichos niveles faunísticos.

Las especies de nerineidos que se reportan corresponden a *Nerinella dayi* Blanckenhorn, *Cossmannella* (*Eunerinea*) *pauli* (Coquand), *Nerinea* (*Plesioptygmatis*) *tomatoensis* (Allison) y posiblemente *Cossmannella* (*Eunerinea*) *hircoriensis* (Cragin), esta última puede ser confundida con *C. (E.) pauli* debido a la semejanza en el patrón de plegamiento interno de las conchas. Estos organismos actúan como pioneros y se establecen durante o al finalizar el período de actividad piroclástica fina, siendo inhibido su desarrollo durante la actividad volcánica de cada estadio.

N. dayi es la especie más resistente ya que continúa en las facies arrecifales y de intermarea que se desarrollan posteriormente en la secuencia. Las otras especies son exclusivas del intervalo de transición entre el volcanismo y los primeros estadios del desarrollo de la plataforma asociada al arco de Teloloapan (c.f. Guerrero *et al.*, 1991).

Las especies reportadas corresponden a una edad del Aptiano, *C. (E.) pauli* ha sido reportada en secuencias epiclásticas y calcáreas de Huetamo, Mich. (Buitrón y Rivera, 1986), en tanto que *C. (E.) hircoriensis* se reporta asociada a una secuencia similar en Chiauula de Tapia, Pue. (Garibay *et al.*, 1996).

PALEO-10

LAS GRANDES CUENCAS DEL OLIGO-MIOCENO DEL CENTRO DE MEXICO

Aguirre-Díaz Gerardo J. y Carranza-Castañeda Oscar

UNICIT, UNAM

E-mail: gjad@servidor.unam.mx

En el centro y norte de México es común observar amplias cuencas rellenas de depósitos vulcano-clásticos, fluvio-lacustres y lavas, cuya edad se remonta al Mioceno medio, y en algunos casos hasta el Oligoceno. La cuencas se originaron como grabens, semi-grabens, o por el desarrollo de estructuras volcánicas como domos, derrames de lava, o volcanes. En el primer caso el fallamiento estuvo asociado a la provincia de Cuencas y Sierras o al fallamiento E-W intra-arco del Cinturón Volcánico Mexicano, mientras que el segundo caso se relaciona al cerramiento de la cuenca por el bloqueo de paleo-drenajes por estructuras volcánicas. En varias cuencas la secuencia sedimentaria contiene fósiles de vertebrados índice que permiten fechar los depósitos. Además en varios sitios la secuencia fluvio-lacustre está intercalada con material volcánico, ya sean lavas o vulcano-clásticos, que permiten obtener edades absolutas mediante técnicas isotópicas.

La mayoría de los depósitos fluvio-lacustres observados en estas cuencas están pobremente consolidados, por lo que a simple vista se parecen a depósitos aluviales recientes. Sin embargo, la información disponible indica que algunos de éstos son del Mioceno u Oligoceno. Por ejemplo, en la cuenca de Dolores-San Miguel de Allende se encuentran aflorando gravas y conglomerados poco consolidados intercalados con ignimbritas de 24.8 Ma (edad de Nieto *et al.*, 1996), pero en otros sitios la misma cuenca contiene fósiles del Henfiliano-Blancano, intercalados con depósitos de ceniza fechada en 4.6 a 3.6 Ma (edades de Kowallis *et al.*, 1999). En la cuenca de Tepeji del Río-Taxhimay, al norte de la ciudad de México, se tienen ignimbritas de 6-5 Ma intercaladas con depósitos fluvio-lacustres sin consolidar que también incluyen fósiles de aproximadamente 4.5 Ma. Esta secuencia está cubierta por basaltos de 2.4 Ma (edad de Suter *et al.*, 1995). En la cuenca de Celaya-Salamanca (El Bajío), depósitos fluvio-lacustres sin consolidar están parcialmente cubiertos por andesitas de 12-10 Ma (edades de Cerca *et al.*, 2000), y/o intercalados con ignimbritas de 6-5 Ma. Los sedimentos fluvio-lacustres del graben de Querétaro están intercalados con andesitas e ignimbritas de 10 a 4 Ma. Las grandes cuencas de Los Altos de Jalisco contienen fuertes espesores de depósitos lacustres que están intercaladas con ignimbritas posiblemente miocenas y cubiertos por andesitas y basaltos del Mioceno medio.

Lo anterior indica que existieron grandes lagos en el centro de México durante el Mioceno medio cuyo origen se remonta a los inicios del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), lo que significa que existieron grandes cuencas posiblemente de origen tectónico (grabens) antes y durante el inicio del CVM. Algunas cuencas continuaron acumulando sedimentos y material volcánico durante el Mioceno tardío hasta el Plioceno, y en algunas otras la subsidencia y sedimentación continúa activa, como es el caso del graben de Acambay o el del valle del Mezquital.

El estudio interdisciplinario vulcanológico-paleontológico en estas cuencas permitirá conocer la evolución tectono-magmática de una parte importante del CVM, principalmente durante la fase transicional de la Sierra Madre Occidental al CVM, así como

durante la primera etapa de desarrollo del CVM. Por otro lado, el estudio de los fósiles encontrados en estas cuencas contribuirá en el conocimiento de la biodiversidad y el paleo-ambiente en que dichos organismos vivieron, así como la migración de ciertos vertebrados a lo largo del paleo-continente americano.

PALEO-11

BIOSTRATIGRAFIA DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DEL TERCIARIO TARDIO EN EL CENTRO DE MEXICO

Carranza-Castañeda, Oscar y Aguirre-Díaz, G.J.

UNICIT, UNAM

E-mail: oscar@servidor.unam.mx

En la Faja Volcánica Transmexicana, se encuentran grandes extensiones de sedimentos continentales, que rellenan las cuencas sedimentarias. Estos sedimentos poco consolidados presentan características físicas que los asemejan a sedimentos aluviales de reciente depósito, por lo que en los trabajos de geología se refieren a ellos como aluvión Cuaternario. En esta expresión, se considera que su origen y tiempo de depositación corresponden a un solo evento geológico y biológico. Sin embargo, los resultados de las investigaciones realizadas en algunas cuencas indican una secuencia bioestratigráfica definida. En la cuenca Dolores Hidalgo-San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato, se han observado gravas intercaladas con ignimbritas de 24.8 Ma (Nieto *et al.*, 1996). Además en el área de San Miguel Allende los sedimentos fluvio-lacustres contienen abundante material de vertebrados fósiles del Terciario tardío, que muestra la mayor diversidad de taxa de mamíferos que se conocen hasta ahora en el centro de México. El material descrito indica la superposición de dos asociaciones faunísticas que representan dos edades de mamíferos, Henfiliano (Mioceno tardío), que se caracteriza por los équidos *Nannippus minor*, *Neohipparion eurystyle*, *Astrohippus stockii* y *Dinohippus mexicanus*. Los fechamientos radiométricos de las cenizas volcánicas han dado edades de 4.8 ma, para estas faunas. En superposición, se encuentra el Blancano (Plioceno), que contiene los équidos *Nannippus peninsulatus* y *Equus simplicidens*. Es importante señalar que en estas secuencias se han recolectado los primeros inmigrantes sudamericanos *Neochœrus*, *Paramylodon*, *Glyptotherium* y *Pampatherium*, que sugiere el inicio del gran intercambio de faunas entre las Américas. Además, los resultados del análisis de las cenizas volcánicas intercaladas con esta fauna han proporcionado edades de 3.6 y 3.9 Ma (Kowallis *et al.*, 1999), lo que implica que las conexiones terrestres entre las Américas se establecieron por lo menos un millón de años antes de lo que ha sido propuesto (Marshall 1985). La información obtenida de esta cuenca es ahora la referencia básica en nuevas investigaciones en otras cuencas. En la cuenca de Tepeji del Río-Taxhimay, se han recolectado *Dinohippus mexicanus*, *Neohipparion eurystyle* y el carnívoro *Machairodus*, todos índices estratigráficos del Henfiliano, además del inmigrante *Megalonyx*, siendo este uno de los escasos registros de este taxón en México. En la cuenca de Acambay, en el estado de México, se recolectaron restos de *Equus simplicidens* (los caracteres que presenta sugieren una forma más progresiva de *Equus*) y *Rhynchotherium*, que demuestran una edad de Blancano tardío para esta cuenca. En el estado de Jalisco, en la cuenca de Colotlán, se han recolectado fósiles de *Astrohippus* y *Dinohippus*, lo que determina una edad de Henfiliano tardío. En la cuenca de Tecolotlán, la abundancia y diversidad del material fósil, la hacen la segunda fauna de mayor importancia del Henfiliano

tardío en el centro de México, además las edades 4.8 ma obtenidas de las cenizas, lo confirman. En algunas localidades de la misma cuenca, se han recolectado molares de *Equus*, que presentan caracteres similares a los recolectados en Acambay. La fauna asociada determina que la edad corresponde al Blancano tardío-Irvingtoniano temprano (Pleistoceno). Por lo tanto se considera que en esta cuenca también se encuentran en superposición faunas del Henfiliano-Blancano y del Pleistoceno. En el estado de Zacatecas, en la cuenca de Jalpa-Huanusco-Tabasco, contiene los équidos *Astrohippus stockii* y el proboscideo *Gomphotherium*, que determinan la edad de Henfiliano tardío. Sin embargo, la investigación en esta cuenca apenas se ha iniciado.

En las cuencas mencionadas, los sedimentos fluvio-lacustres en muchas regiones están cubiertos por material vulcanoclástico que contiene material fósil del Pleistoceno tardío (*Equus conversidens*, *Mammuthus columbia*).

PALEO-12

LAS DIATOMEAS PLIO-PLEISTOCÉNICAS DE LA ZONA DE IXTLAHUACA EDO DE MÉXICO, RESULTADOS PRELIMINARES

Cervantes H.F., Israde A.I. y Garduño M.V.H.
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Se presentan los resultados preliminares de la revisión a microscopio óptico de los sedimentos paleolacustres de la zona de San Francisco Ixtlahuaca, Edo. de México. Con ello se pretende conocer a detalle el curso evolutivo de la zona y posteriormente calibrar los datos con otros puntos del centro de México. El estudio se lleva a cabo en una zona con pocos antecedentes científicos, a pesar de encontrarse en un punto clave, por ello, se espera que contribuirá a la explicación el cambio climático a nivel regional.

La actividad vulcano tectónica durante el cuaternario generó cambios importantes en la morfología de la región. El paquete vulcanosedimentario está constituido por paquetes de flujo piroclástico intercalados con depósitos de caída y sedimentos lacustres.

Hacia las partes proximales de la paleocuenca se observa la evidencia de sedimentos fluviales constituidos por microconglomerados y arenas. En éstas últimas es común la presencia de estructuras de corrientes (estratificación cruzada, ripples, estratificación convoluta).

Mientras que hacia el centro de la cuenca se han desarrollado potentes espesores de diatomita pura (más de 5m).

Desde el punto de vista estructural se observa que el borde sur de la cuenca de Ixtlahuaca esta definido por una falla E-W (denominada falla Morelia-Acambay). Mientras que el límite W de la cuenca se ve limitado por la falla de Perales, que representa una estructura más antigua.

En un análisis previo de las muestras correspondientes a las secciones mejor expuestas, se identificaron distintos tipos de taxa, en los que dominan las formas centrales, principalmente de los géneros *Aulacoseira*, *Cyclotella* y *Stephanodiscus*, así como formas pennales, tales como *Epithemia*, *Cymbella*, *Rophalodia* y *Pinnularia*.

La preservación de las frústulas es casi intacta, lo que indica que las condiciones de depósito fueron pasivas.

Además, la diversidad de especies no presenta variaciones a lo largo de los primeros metros de la sección observada, lo cual se interpreta como ambientes de precipitación bajo condiciones ambientales estables.

PALEO-13

LA SECUENCIA LACUSTRE Y SU BIOTA DE LA FORMACIÓN ATOTONILCO EL GRANDE DE SANTA MARIA AMAJAC, EN EL ESTADO DE HIDALGO

Velasco-De León M.P.¹, Arellano-Gil J.², Silva-Pineda A.³,
Luna-Gómez P.² y Romero-Beltrán F.²

¹ FES, Zaragoza, UNAM

² Facultad Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM

Con el interés de estudiar algunas de las secuencias lacustres del Cenozoico del Centro de México, se estudió a la Formación Atotonilco el Grande, que aflora en La región de Santa María Amajac, en el estado de Hidalgo. El área estudiada se encuentra aproximadamente a 35 km al norte de la ciudad de Pachuca, al oeste y noroeste de la comunidad de Atotonilco El Grande, Hgo.

La Formación Atotonilco El Grande tiene un espesor de 550m medidos en una columna compuesta, los 350m de la base corresponden con una secuencia clástica de ambiente lacustre, con influencia volcánica y los 200 m restantes, de la cima, corresponden con coladas de lava. La parte basal de la formación aflora principalmente en la porción septentrional, al noroeste de Santa María Amajac y en Sanctorum; en Santa María Amajac, se tienen conglomerados medianamente compactados y mal clasificados donde predominan fragmentos redondeados de andesita, basalto y toba lítica, con matriz arenosa. En el Valle de Sanctorum, la formación está representada por areniscas de grano fino, limolitas y lutitas y algunos horizontes de yeso; en estratos con espesores que varían de 10 a 30 cm, algunos estratos tienen cementante calcáreo. En esta secuencia se registró la presencia de las familias Rhamnaceae, Aceraceae y hojas de gimnospermas; con respecto a la fauna, son abundantes los gasterópodos del género *Planorbis*, ostrácodos peces pequeños, insectos y restos de un vertebrado, probablemente un anfibio. Esta localidad puede representar la parte más profunda del paleolago, por su fauna asociada y menor cantidad de fósiles de plantas.

La cima de la formación fue medida en la porción meridional del área, en el Paso de Amajac, caracterizándose por estratos delgados de limolitas y lutitas; se tienen intercalados algunos horizontes con areniscas y hacia la cima lentes conglomeráticos. Los clastos son subredondeados y predominan fragmentos de riolita y andesita, con menor proporción de tobas y basaltos; se observó una lámina delgada con óxidos de hierro (hematita), que causó la conservación del patrón de venación de hojas de angiospermas pertenecientes a las familias, *Platanaceae*, *Salicaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, y *Fagaceae*, siendo esta última la más abundante y diversa; algunos géneros de las dos primeras familias en la actualidad conforman una vegetación de tipo ripario.

Por las características litológicas y su biota, se interpreta que la secuencia lacustre de Santa María Amajac, corresponde con un paleolago de clima templado del Plioceno (Blancano), la existencia de este paleolago pudo disminuir la temperatura media anual influyendo en el microclima local y permitiendo el establecimiento de un bosque de encino.

INEXISTENCIA DEL “TERRENO GUERRERO” EN LOS ESTADOS DE ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Ernesto Cuevas-Pérez¹, Walter Vortisch² y Lino Larraga Rodríguez³

¹ Escuela de Minas, Universidad Autónoma de Zacatecas
E-mail: ecuevasp@cantera.reduaz.mx

² Prospection und Angewandte Sedimentologie im Institut fuer Geowissenschaften Montanuniversitaet Leoben, Austria

E-mail: Walter.Vortisch@unileoben.ac.at

³ Consultor en Geología Económica

En las últimas décadas, el concepto “terreno” ha tomado impulso especialmente en la Cordillera Norteamericana. En el centro de México, en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí se han interpretado tres terrenos: Parral, Sierra Madre y Guerrero.

La correlatividad de la Formación Zacatecas, metamorfizada y no metamorfizada, con y sin rocas volcánicas, juega un papel de suma importancia ya que dos de las localidades estudiadas se encuentran en el interpretado “terreno Guerrero” y 3 en el “terreno Sierra Madre”. Se analizó el contenido de minerales pesados en 20 muestras de arenisca, encontrando (en promedio) circón (57%), apatito (14), rutilo (15), turmalina (7), anatasa (3), epidota (4), olivino (4), y trazas de espinel, piroxeno y granate. Los 5 primeros se encuentran en todas las secciones estudiadas. El olivino, mineral muy inestable se encuentra en 4 de las 5 secciones.

El análisis de minerales pesados muestra que su asociación es compatible en las 5 localidades por lo que constituyen una unidad, representando la misma cuenca y la misma proveniencia. En consecuencia, se muestra que el interpretado “terreno Guerrero” en Zacatecas y San Luis Potosí, no es un terreno acrecionado ya que la Formación Zacatecas no puede ser el basamento de dos terrenos diferentes.

Por otro lado a la Formación Chilitos, “roca verde” se le atribuye perteneciente al arco Alisitos-Teloloapan, el cual caracteriza al “terreno Guerrero”. Esta “roca verde” está presente en la sierra de la Tinaja, donde se encuentra interestratificada en la secuencia estratigráfica de la Cuenca Mesozoica del Centro de México (“terreno Sierra Madre”). En esta localidad, la Formación Chilitos, sobreyace a la Formación La Caja, y esta a su vez a la Caliza Zuloaga

Se concluye que el interpretado terreno Guerrero es inexistente, ya que dos terrenos deben ser mutuamente exclusivos, lo que no se cumple en el centro-norte de México, ya que dos terrenos diferentes no pueden tener el mismo basamento (Formación Zacatecas); ni tampoco un cuerpo de roca es común en dos diferentes terrenos como es el caso de la Formación Chilitos que se encuentra interestratificada en la secuencia de la Cuenca Mesozoica del Centro de México.

ULTIMOS DATOS PARA LA CORRELACION Y RECONSTRUCCION PALEOGEOGRAFICA DE LAS SECUENCIAS TRIASICAS DEL CENTRO Y NORESTE DE MEXICO

Jose Rafael Barboza Gudino

Instituto de Geología, Universidad Autonoma de San Luis Potosi

E-mail: rbarboza@uaslp.mx

Durante la última década se han obtenido nuevos datos paleontológicos e isotópicos que han permitido fechar de manera mas precisa las secuencias pre-Oxfordianas que afloran en diversas localidades del centro y noreste de México. Actualmente se pueden distinguir diferentes unidades Triásicas y Jurásicas que previamente habían sido consideradas como una sola secuencia y asignadas de manera general al Triásico.

Dataciones isotópicas de las rocas volcánicas de la Formación Nazas (previamente consideradas del Triásico Superior), en diversas localidades de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, así como de rocas comparables en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, permiten ubicar a esta unidad y evento tectonomagmático en el Jurásico Inferior a Medio, restringiéndose el Triásico Superior solamente a las secuencias de origen marino que afloran en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí (Ladiniano-Cárnico) así como a la parte inferior de las secuencias de capas rojas continentales (Grupo Huizachal) de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, en donde diversos autores han mostrado la presencia de capas rojas del Triásico Superior (Cárnico-Nórico) y asimismo la presencia de capas rojas del Jurásico Medio y Superior.

Ante tales evidencias ha sido preciso tratar de cartografiar y separar las diferentes unidades reconocidas, en los diferentes afloramientos, habiéndose establecido además algunos criterios de correlación que parecen ser validos para todas las áreas únicamente si se considera que algunas de estas unidades pueden ser discontinuas.

El Triásico superior marino ha sido reconocido en las localidades de La Ballena, en la Sierra de Salinas del Peñón Blanco así como en los afloramientos del Anticlinorio de La Trinidad-San Rafael y otros afloramientos menores al poniente y nor-poniente de Charcas, S.L.P., en donde se presenta como una secuencia turbidítica siliciclástica correspondiente a una facies deltaica distal o de abanico submarino.

En la Sierra de Catorce, S.L.P. Se observa en una posición estratigráfica y con una litología similar, una secuencia cuya edad ha sido dada del Paleozoico en base a esporas, sin embargo diversos autores insisten en la posibilidad de que esta secuencia o bien una parte de la misma, cuya facies corresponde con un ambiente más proximal o marginal, también podría tener correlación con el Triásico marino.

Finalmente la presencia del Triásico Superior continental, solamente se ha confirmado con ciertas reservas por el autor, en el flanco occidental del anticlinorio Huizachal-Peregrina, en Tamaulipas y en los cañones de El Alamar, La Perra y el área de San Marcos, al sur de Galeana, Nuevo León. No ha sido observado en el Cañón del Huizachal ni en el área de Aramberri N.L., tampoco en los afloramientos del flanco oriental del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina, expuestos a lo largo de los cañones de La Peregrina, Caballeros y La Boca.

SRSCM-03

EL FRACTURAMIENTO EN LA REGIÓN DE TAMAZUNCHALE, S.L.P.

Jorge Jaime Mengelle López

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán,
IPN

Esta región se localiza a 130 Km de Cd. Valles, S.L.P. abarcando las provincias geológicas Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo. En éstas afloran rocas sedimentarias constituidas de calizas, calizas arcillosas, lutitas, areniscas y limolitas, todas ellas formando unidades litoestratigráficas cuyas edades fluctúan desde el Cretácico Inferior hasta el Eoceno siendo entre ellas los contactos concordantes y en algunas localidades discordantes por eventos de corrimientos tectónicos o simplemente por el movimiento entre capas durante la orogénia Laramídica.

Estructuralmente de manera regional se observan anticlinales, sinclinales y en algunas zonas éstos mismos se ven recumbentes además de una falla inversa entre rocas del Cretácico Superior, todas éstas de dimensiones kilométricas, diferenciándose por la intensidad de plegamiento observada en los echados de las capas.

Se hizo un análisis del fracturamiento a la escala 1:250,000 y 1: 50,000 utilizando imágenes de satélite y fotografías aéreas obteniéndose lineamientos con orientaciones noreste interpretándose como fallas tipo transformantes las cuales desplazan estructuras regionales orientadas hacia el noroeste.

El fracturamiento observado y medido en campo se clasifica como asociado a pliegues el cual se caracteriza por tener dos sistemas con orientaciones hacia el noreste y noroeste los cuales tienen la particularidad de intersectarse formando un sistema conjugado, siendo casi ortogonales, además de que son prácticamente perpendiculares a la estratificación y de tener formas rectas lo que las sitúa como fracturas de extensión.

Se han formado también, aunque localmente, fracturas de formas curvas, orientadas hacia el noreste, las cuales se asocian a fenómenos de cizalla relacionados con la misma deformación mencionada; dichas fracturas también se caracterizan por el hecho de cortar y desplazar a fracturas con orientación noroeste a la escala de centímetros, considerándose como fallas de desplazamiento lateral o transformantes.

La densidad o frecuencia de fracturamiento con mayor intensidad se observa en zonas de flancos de pliegues, zonas cercanas a fallas inversas o corrimientos tectónicos y a zonas de convergencia de varias estructuras regionales como pliegues desplazados por fallas transformantes.

La densidad de fracturamiento es mayor en las rocas del Cretácico Superior mientras que en las rocas del Terciario ésta característica disminuye, probablemente por la disminución en la intensidad de el plegamiento en la Laramídica.

Otra característica importante en las fracturas es si existe sellamiento con algún cementante mineral por fenómenos de presión-disolución como el observado en pocas localidades lo cual es también indicativo de la intensidad de deformación.

Es por todas éstas características que el estudio sistemático de dichas estructuras es de suma importancia para establecer etapas y edades relativas de formación de fracturas asociadas a fenómenos regionales de deformación orogénica, además de tener aplicaciones económicas, principalmente en la caracterización de propiedades petrofísicas de las rocas y de grupos de rocas como la porosidad, permeabilidad y rutas de movimiento de fluidos de cualquier tipo. Toda ésta información puede ser utilizada para crear modelos en el subsuelo con aplicaciones de modelación para la exploración de recursos naturales.

SRSCM-04

LA SECUENCIA VOLCÁNICA DE LA MARGEN NOROCCIDENTAL DEL CERRO LA VIRGEN, ZACATECAS, UNA APROXIMACIÓN

Escalona-Alcázar F.J.¹, Núñez-Peña E.P.², Robles-Berumen H.² y Maquez-Tejada M.²

¹ Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas,
GODEZAC

² Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología, UAZ

En este trabajo se presenta la descripción de la secuencia estratigráfica de la margen noroccidental del Cerro La Virgen, localizada en la parte centro-oriental de la Caldera de Zacatecas. El basamento está formado por la Microdiorita Zacatecas del Cretácico Superior, la cual presenta alteración hidrotermal variable. Cubriendo a la Microdiorita se encuentra lutitas con metamorfismo en las facies de esquistos verdes. Las lutitas presentan foliación bien definida y fracturamiento hacia el NW y el NE. El contacto de las rocas del basamento con la secuencia cenozoica es por falla o bien discordante. En la base de esta secuencia se encuentra el informalmente denominado Conglomerado Rojo de Zacatecas, que son depósitos continentales formados por clastos de andesita, esquistos y cuarcita de forma subangular a subredondeada. En la parte superior el conglomerado está interestratificado con depósitos de lahar que son de color rojo oscuro a claro, están formados por clastos de andesita, esquistos y cuarcita de tamaño < 7 cm, la matriz es de lodo y ocasionalmente contiene cristales de plagioclasa cloritizados. Cubriendo a estos depósitos se encuentra una secuencia de rocas volcánicas que informalmente fueron denominadas Piroclastos y volcaniclastos los Alamitos. En la parte inferior se encuentra una toba lítica de espesor aproximado de 20 a 30 m. La matriz es vítrea y contiene de plagioclasa y escaso cuarzo. En la base del depósito abundan los fragmentos líticos riolíticos y andesíticos de diámetro que alcanza hasta los 50 cm. Esta toba contiene intercalaciones de 1 m de espesor formados por pómez y fragmentos líticos de tamaño < 2cm. En la parte superior del depósito contiene escasos fragmentos de pómez de hasta 30 cm de diámetro. Cubriendo a esta unidad se encuentra una toba cristalina de espesor aproximado 6 m, que disminuye hacia el oriente. La matriz varía de afanítica en la base a vítrea argilitizada en la cima, contiene fragmentos de cristales de cuarzo, plagioclasa y biotita parcialmente oxidada. Los fragmentos líticos son escasos y son de composición riolítica, el contenido de pómez aumenta hacia la cima y se presenta en forma de fiammes. En el contacto superior se observan fragmentos de la toba cristalina dentro de la unidad definida como toba lítica superior. En la base esta formada por fragmentos de pómez y líticos del mismo tamaño (2 cm), hacia la cima el contenido de pómez disminuye y el de los fragmentos líticos aumenta hasta 20 cm. La matriz está silisificada y contiene fragmentos de cristales de plagioclasa, cuarzo y biotita. Sobre esta

unidad se encuentra una toba cristalina con textura esferulítica cuyo espesor máximo es de 8 m, presenta abundantes esferulitas de tamaño < 5 mm y pómez argilitizada, la matriz es vítrea y contiene fragmentos de cristales de cuarzo y plagioclasa. Las esferulitas presentan horizontes con estructuras similares a rizaduras de corriente, lo que sugiere que el depósito ocurrió en un ambiente rico en agua. El contacto con la unidad que la cubre es por brechamiento, muestra abundantes fragmentos de la unidad esferulítica en una matriz vítrea, lo que dificulta su distinción en campo. La toba brechada presenta en la base abundantes fragmentos de la toba con esferulitas y fragmentos líticos andesítico y riolíticos, éstos últimos aumentan hacia la parte superior de la unidad. La matriz es afanítica y contiene fragmentos de cristales de plagioclasa, biotita y cuarzo en cantidades variables.

SRSCM-05

K-AR CONSTRAINTS ON THE TECTONOMAGMATIC EVOLUTION OF THE PINOS VOLCANIC COMPLEX, ZACATECAS, MÉXICO

J.J. Aranda¹, F. W. McDowell², L.F. Vassallo¹, M.A. Ortega¹ and J.G. Solorio¹

¹ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

² University of Texas, Austin, Texas

The Pinos volcanic complex is located in the central part of México, near the state boundary between San Luis Potosí and Zacatecas. It is formed by at least three large, felsic, endogenous volcanic domes: San Juan de los Herreras, Puerto del Aire, and Pinos. The Oligocene lavas from these domes overlie and intrude a sequence of well-indurated continental red beds, tilted up to 50° to the north. The conglomerates are matrix-supported and generally fine- to medium-grained. Clasts were derived from the Mesozoic basement (limestone + sandstone + shale), volcanic rocks, and rare fragments of tourmaline-bearing muscovite granite. The red beds are locally interlayered with volcanic rocks, including a densely welded ash-flow tuff of rhyolitic composition with a sanidine K-Ar age of 29.9 ± 2.5 Ma. In places the Pinos and Puerto del Aire domes are in fault contact with a coarse, clast-supported, gravel deposit of fragments locally derived from the dome complexes. These younger gravels are tilted up to 30° to the north or northwest, and contain volcanic horizons, including ash-fall tuffs and a densely welded rhyolitic ash-flow tuff (K-Ar, sanidine, 27.1 ± 0.6 Ma). Contact between both conglomerates is in places marked by an angular unconformity.

Contact relations between lavas of the Pinos and Puerto del Aire domes indicate that they were emplaced simultaneously. A poorly constrained K-Ar age of the Puerto del Aire (sanidine, 32.3 ± 4.7 Ma) overlaps within analytical uncertainty an age for the trachyte from the Pinos dome (28.7 ± 0.8 Ma). Field evidence of the simultaneous emplacement of the rhyolite and trachyte includes mixing and mingling of the lavas. One body of banded lavas located at the contact between the domes contains thin (1-10 cm) layers of red trachyte alternating with white, high silica rhyolite. A petrographic comparison between samples of both lithologies, collected at the gradational contact with rocks from the inner part of the domes, indicates that there was significant mingling of the magmas at thin section scale. This may help to explain the wide variation of chemical compositions reported for the lavas of the Pinos dome.

The new K-Ar ages indicate that the continental red bed sequence of Pinos is younger than the red conglomerates of Guanajuato and Zacatecas (Eocene). The data also show that normal faulting, sedimentation, and volcanism occurred in a short period of time.

SRSCM-06

PROCESOS DE FUSION CORTICAL EN DESEQUILIBRIO ASOCIADOS A EXTENSION OLIGOCENICA EN LA MESA CENTRAL

Orozco-Esquivel M.T., Nieto-Samaniego A.F. y Alaniz-Alvarez S.A.

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

El volcanismo oligocénico de la porción sureste de la Provincia Magmática de la Sierra Madre Occidental (PVSMO), comprendida en la porción sur de la provincia fisiográfica de la Mesa Central (MC), presenta características distintivas en estilo y composición. A diferencia del volcanismo explosivo en la PVSMO al oeste, en la MC el volcanismo oligocénico fue predominantemente efusivo y generó el emplazamiento de grandes volúmenes de magma en forma de flujos y domos. Esta fase de intenso magmatismo tuvo lugar entre 27 y 31 Ma.

La mayor parte de los magmas emplazados son de composición riolítica, con un volumen menor de lavas de composición intermedia. Basándose en las diferencias geoquímicas observadas, las lavas se dividieron en una secuencia inferior y una secuencia superior.

En la secuencia inferior, las lavas son geoquímicamente similares a rocas riolíticas de alto potasio descritas en otras localidades de la parte este de la PVSMO. El comportamiento de elementos traza y las relaciones isotópicas en la secuencia inferior corresponde al de una serie de evolución por cristalización fraccionada de las fases observadas. Las relaciones isotópicas de Sr y los valores de epsilon Nd son aproximadamente constantes (0.7072 a 0.7077 y -1.7 a -2.0 respectivamente).

Las lavas de la secuencia superior son riolitas de alto sílice y alto potasio, que presentan las características geoquímicas de riolitas topacíferas, con enriquecimiento de flúor y elementos incompatibles (p.ej. Rb, La, Sm, Th, U, Nb, Ta) y empobrecimiento de elementos compatibles como Sr y Ba. Los elementos traza presentan un comportamiento opuesto al que resulta de procesos de cristalización fraccionada, ya que muestran una disminución en los contenidos de elementos incompatibles, incluyendo flúor, y aumento en el contenido de elementos compatibles a mayor contenido de sílice. Los patrones de elementos de tierras raras de la secuencia superior son planos y presentan una anomalía de Eu pronunciada, que disminuye a mayores contenidos de sílice. Las relaciones isotópicas de Sr son altas y variables (0.7091 a 0.7200), mientras que los valores de epsilon Nd presentan menor variación (-1.4 a -2.8). De manera similar a los elementos incompatibles, se observa una disminución en las elevadas relaciones $87\text{Rb}/86\text{Sr}$ y $147\text{Sm}/144\text{Nd}$ al aumentar el contenido de sílice.

Las características geoquímicas e isotópicas de la secuencia superior se pueden explicar por procesos de fusión parcial en desequilibrio de rocas granulíticas de la corteza inferior. Este modelo de fusión parcial implica que la composición isotópica de magmas corticales no refleja la composición de la roca total, sino

las contribuciones relativas de las fases minerales al magma. Minerales hidratados de rocas metamórficas de alto grado, como biotita, son ricos en $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ y flúor y pobres en Sr. Bajos grados de fusión parcial favorecen la fusión preferencial de dichas fases, generando magmas enriquecidos en $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ y flúor, y empobrecidos en Sr. A mayores grados de fusión parcial, los feldespatos presentes en la fuente cortical contribuyen en mayor proporción al magma, el cual será más pobre en $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ y flúor, y más rico en Sr. Un proceso similar puede generar los valores altos y variables de $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$, por contribución variable de granate y/o zircón.

La preservación de estas características requiere de una rápida segregación del líquido a bajos grados de fusión, que impida el equilibrio entre líquido y sólido y la homogenización de fracciones sucesivas de líquido. En la MC se dan condiciones que favorecen la segregación rápida, como son: a) el alto contenido de flúor en las riolitas, que disminuye la viscosidad de los magmas; b) los procesos contemporáneos de extensión cortical con alta tasa de extensión; c) las altas tasas de fusión que resultarían del calentamiento rápido de la corteza inferior; d) la fusión de rocas granulíticas por reacciones de deshidratación. Los últimos tres factores reducen la resistencia de las rocas y promueven el fracturamiento, aumentando la permeabilidad.

Los procesos de extensión en la MC iniciaron antes del emplazamiento de la secuencia superior, pero una fase relativamente corta de deformación acelerada dio lugar al emplazamiento de los grandes volúmenes de lava de esa secuencia, principalmente en forma de domos y con una distribución controlada por fallas.

SRSCM-07

GENERATION OF OIB-TYPE VOLCANISM IN THE WESTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT BY SLAB ROLLBACK, ASTENOSPHERE INFILTRATION AND VARIABLE FLUX-MELTING

Luca Ferrari¹, Chiara M. Petrone^{2,3} and Lorella Francalanci³

¹ Instituto de Geología, UNAM

E-mail: luca@servidor.unam.mx

² Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Italy

Models involving mantle plumes or decompression melting of a heterogeneous mantle have been proposed to explain the occurrence of Ocean Island Basalt-type lavas in the western Trans-Mexican Volcanic Belt. However, mantle plumes are inconsistent with the geologic record and with the presence of adakites at the northern edge of the arc, whereas decompression melting do not seems viable given the low extension rate of the upper plate. Based on new geologic mapping and geochemical studies we propose an alternative model, which reconciles geologic data, plate tectonic history and petrology. We observe that since 8.5 Ma the volcanic front has migrated trenchward by ~80 km and that Ocean Island Basalts began to be emplaced in the rear half of the arc after a period of stalled subduction of the Rivera plate between 7.2 and 4.8 Ma. As a whole, Ocean Island Basalts accounts for just about 5% of the total volume of volcanism. Their trace elements signature require an enriched mantle source, akin to the asthenosphere, but also indicate a minor involvement of a subduction component.

We propose that during the period of very low convergence at the end of the Miocene the edge of the Rivera slab started to sink in the mantle and keep on rolling back until reaching the present dip of 50°. The sinking of the slab may have induced small amounts of asthenosphere to laterally flow into the opening mantle wedge from the Gulf of California area to the west and from the subducted Rivera-Cocos plate boundary to the east. This mechanism would produce veins of relatively enriched mantle, which were able to produce melts with an Ocean Island Basalt composition when the flux of fluids released from the subducted slab resumed at the beginning of Pliocene.

SRSCM-08

SR, ND, PB AND LI ISOTOPIC STUDY OF OROGENIC AND INTRA-PLATE TYPE MAGMATISM IN THE SAN PEDRO-CEBORUCO GRABEN (NAYARIT, MEXICO)

Chiara M. Petrone¹, Lorella Francalanci², Richard W. Carlson¹ and Luca Ferrari³

¹ Carnegie Institution of Washington, Department of Terrestrial Magnetism, Washington

E-mail: petrone@steno.geo.unifi.it

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Italy

³ Instituto de Geología, UNAM

San Pedro-Ceboruco graben is part of the wider extensional tectonic structure of Tepic-Zacoalco rift that runs in a NW-SE direction between Guadalajara and the Gulf of California. Volcanic activity inside the graben belongs to the active volcanic arc of the Trans-Mexican Volcanic Belt. We carried out a detailed petrologic and magmatologic study of the Quaternary mafic volcanism in the San Pedro-Ceboruco graben. Magmatism in the studied area is characterized by the presence of a variety of volcanic styles (stratovolcanoes, dome complex and monogenetic centres) as well as by the co-existence of rocks with different petrologic affinities which span from typical subduction-related to intra-plate type lavas. The latter is quantitatively subordinate to the subduction-related magmatism but was erupted, in the last 1 m.y., in close association with the orogenic activity.

On the basis of chemical compositions, we recognize at least five different magmatic series in the San Pedro-Ceboruco graben: 1) calc-alkaline series; 2) Low Ti (LTi) series; 3) High Ti (HTi) series; 4) Amado Nervo flows and 5) Na-alkaline series. LILE/HFSE and LREE/HFSE ratios decrease according to the following order: 1) calc-alkaline; 2) LTi; 3) HTi; 4) Amado Nervo flows and 5) Na-alkaline series. Isotopic composition of the five series also correlates with their chemical compositions. In detail, calc-alkaline rocks are characterized by low $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0.512799-0.512811) and high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.703948-0.704017) along with the HTi series, whose Nd isotopic ratio are intermediate between the lowest values shown by calc-alkaline series and the highest values of Na-alkaline series (0.512946-0.512956). Nd isotopic ratios of LTi and Amado Nervo series overlap those of HTi series but $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ is intermediate between the Na-alkaline and the calc-alkaline values. All series are characterized by $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ spanning almost the same range (15.58-15.67; 38.41-38.71) but they show very different values of $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Indeed, the Na-alkaline series shows high $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (18.89-19.03), whereas for the other four series this ratio ranges from 18.67 to 18.80. The Na-

alkaline series is also characterized by high $\delta^{7}\text{Li}$ (+8.3), compared to +2.4 and +4.3 for the other series. The isotopic composition and incompatible element ratios for the Na-alkaline series are similar to those of oceanic island basalts (intra-plate type), whereas calc-alkaline rocks show isotopic compositions and LILE/HFSE ratios typical of subduction related rocks. The total range in isotopic compositions and incompatible element ratios for all five series strongly suggest the presence of a sub-arc mantle source extremely heterogeneous and characterized by at least two components, a depleted one and an enriched one, with a subduction component variably superimposed on both. The presence of the enriched mantle source is interpreted as due to the lateral flow of small amounts of sub-slab material into the opening mantle wedge from the nearby region of Gulf of California and Rivera-Cocos plate boundary.

SRSCM-09

GEOQUIMICA DE LA CALDERA DE AMAZCALA, QUERÉTARO. UN CENTRO PERALUMINOSO-PERALCALINO DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Aguirre-Díaz Gerardo J.¹, Morton-Bermea Ofelia² y Lozano-Santa Cruz Rufino³

¹ UNICIT, UNAM

E-mail: gjad@servidor.unam.mx

² LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM

³ LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

La caldera de Amazcala se ubica a 30 km al NE de la ciudad de Querétaro. La caldera tiene 14 x 11 km de diámetro, y es elíptica con su eje mayor orientado al NE. La caldera se desarrolló entre 7 y 6 Ma (edades ^{40}Ar - ^{39}Ar), y emitió sólo productos riolíticos, incluyendo la Pómez Ezequiel Montes, la ignimbrita Colón, domos del anillo, y un domo central de 4 x 2 km. La Pómez Ezequiel Montes (PEM) se distribuyó ampliamente en la región y consiste en lapilli grueso a fino de pómez de caída, teniendo todavía 5 m de espesor hasta a 35 km de la caldera. La ignimbrita Colón está compuesta principalmente de pómez blanca y espículas de vidrio con escaso contenido de líticos y cristales (sanidino y cuarzo). Los domos del anillo aun conservan obsidiana, y el domo central está totalmente devitrificado.

Se observa un cambio paulatino de composición de los primeros a los últimos productos de la caldera, es decir, de la PEM, a la ignimbrita Colón, a la obsidiana de los domos anulares (ODA). Basado en el índice de alúmina, el cambio es de peraluminoso a peralcalino. De hecho, las ODA son comenditas, según la clasificación de 1974 de McDonald para rocas peralcalinas. Al_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3 , Sr, Ba disminuyen de EMP a ODA, mientras que Na_2O , FeO , Rb, Y, Zr, Nb, Th, Pb, y las tierras raras en general aumentan. Algunos elementos cambian muy drásticamente, como el Zr, que aumenta de 230 a 1819 ppm, y las tierras raras aumentan en un orden de magnitud. Todos los productos son altamente potásicos, con un rango de K_2O de >3 a cerca de 8 % en peso. Los elementos afines a feldespatos y fases accesorias están prácticamente ausentes en las ODA, como el Sr, P, Ti, Ba. Mientras que elementos que no son asimilados por cristales y se mantienen en el líquido (vidrio), son muy enriquecidas de PEM a ODA. Lo anterior indica un marcado zoneamiento de la cámara magmática posiblemente causada por un proceso de cristalización fraccionada extrema. Estas características son similares a las de la caldera La Primavera, en

donde también se han reportado comenditas. Aunque este tipo de rocas han sido asociadas con rift continentales (por ejemplo la caldera de Menengai en el rift de Kenya, y la misma caldera La Primavera), en el caso de Amazcala no se observa un marcado enriquecimiento en Nb, sino más bien un ligero empobrecimiento común a magmas generados en zonas de subducción. Tomando en cuenta que la caldera de Amazcala está a 480 km de la trinchera Mesoamericana, y que es por lo tanto la caldera del CVM más lejana tierra adentro de la trinchera asociada al CVM, el enriquecimiento en K_2O y la peralcalinidad de sus productos pueden explicarse como efectos de esta lejanía, como sucede en otros arcos volcánicos: a mayor distancia de la trinchera, mayor enriquecimiento en alcalinos, en especial K_2O .

SRSCM-10

LA CALDERA DE APASEO, GUANAJUATO. GEOLOGIA Y GEOCRONOLOGIA DE UNA NUEVA CALDERA EN EL SECTOR CENTRAL DEL CINTURON VOLCANICO MEXICANO

Aguirre-Díaz Gerardo J.¹ y Lopez-Martínez Margarita²

¹ UNICIT, UNAM

E-mail: gjad@servidor.unam.mx

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

E-mail: marlopez@cicese.mx

La caldera de Apaseo se ubica a 40 km al SW de la ciudad de Querétaro, junto a Apaseo El Alto, Guanajuato. Es elíptica, con 14 x 11 km de diámetro, con el eje mayor orientado al NNW. La caldera se desarrolló entre 6 y 5 Ma (edades preliminares ^{40}Ar - ^{39}Ar y K-Ar). Incluye una secuencia piroclástica con más de 60 m de espesor en sus facies proximales, compuesta de ignimbritas con brechas líticas de rezago señalando la caldera de Apaseo como fuente, intercaladas con depósitos tipo surge y pómez de caída, cuya distribución extracaldera ha sido parcialmente determinada. Una ignimbrita intracaldera, endurecida por soldamiento y denominada ignimbrita Huapango, fue fechada en 5.3 ± 0.5 Ma (^{40}Ar - ^{39}Ar). Facies extracaldera de esta ignimbrita se siguen hasta 20 km al este de Huapango (en el centro de la caldera). La mayor parte de esta secuencia piroclástica está cubierta por tierras de cultivo hacia el norte, y por vulcanismo máfico del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) al oeste de la caldera, pero se le encuentra expuesta en algunas canteras de «tepetate» de los alrededores de la caldera. Posteriormente, se emplazaron una serie de domos riolíticos, que aun conservan obsidiana, y cuya edad está por verificarse. Algunos domos emitieron derrames tipo coulé que alcanzaron hasta 6 km de la fuente. Cada derrame tiene 20-30 m de espesor y desarrolló juntas columnares y un caparazón de vidrio autobrechado. Derrames riolíticos similares, y posiblemente contemporáneos a los domos del anillo, se localizan en el flanco NW del Complejo Volcánico Los Agustinos (CVLA), a 15 km al sur de la caldera de Apaseo, y que resultaron en 5.6 a 5.8 Ma. La parte sur de la caldera fue parcialmente cubierta por derrames de andesita de 5.5 ± 0.4 Ma (Andesita Agustinos) provenientes del CVLA. Un pequeño domo de dacita (domo La Mesa) se emplazó en el borde suroeste de la caldera y sobreyace a estas andesitas. Finalmente, cuatro volcanes tipo escudo se formaron alrededor de la caldera. El volcán Llano Grande, con una base de 10 km y una altura de 500 m, es el de mayor tamaño. Este volcán cubre la parte occidental de la caldera y es muy similar, aunque de menor tamaño, que el vecino volcán de La Gavia (Cerro Grande) del CVMG. La edad K-Ar de 5.1 ± 0.3 Ma para Llano Grande es considerada representativa de

los otros tres volcanes escudo. Los cuatro volcanes emitieron andesitas básicas con olivino que se distribuyeron ampliamente dada su baja viscosidad inferida.

La caldera de Apaseo se ubica sobre un horst limitado hacia el este por fallas NNW del sistema Taxco-San Miguel de Allende, y al oeste por fallas SSE a SSW que formaron el valle de Salvatierra-Celaya, sobresaliendo la falla NS Tarimoro-San Miguel de Allende. El flanco sur de la caldera está desplazado por fallas normales con rumbo E-W, las cuales forman un pequeño graben (graben de Los Tirados), con 1.5 a 2 km de ancho por 20 km de largo. Dicho graben marca el límite entre la caldera de Apaseo con el CVLA.

La caldera de Apaseo, así como el CVLA, forman el límite entre dos subprovincias contrastantes del CVM, el CVMG y el sector central del CVM (SCCVM). En el CVMG, predomina el vulcanismo máfico asociado a volcanes escudo y conos cineríticos, mientras que en el SCCVM el vulcanismo es más diverso, con abundantes ignimbritas y la mayor concentración de calderas de todo el CVM.

SRSCM-11

ESTRATIGRAFÍA VOLCÁNICA DE LA REGIÓN DE APAN, HIDALGO

García-Palomo Armando y Macías, V.J.L.
 Depto. de Sismología y Vulcanología, Instituto de Geofísica,
 UNAM
 E-mail: apalomo@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx

La región de estudio esta delimitada por las coordenadas geográficas 20°00', 19°30'N y 99°00' y 98°00'W. Se localiza aproximadamente a 40 kilómetros al noreste de la Cd. de México, dentro de los Estados de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala. Geológicamente forma parte del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), el cual ha sido dividido en tres sectores con características volcánicas diferentes, siendo estos: sector oriental, central y occidental. La región de Apan se encuentra ubicada en el límite entre los sectores central y oriental del CVT, detrás del frente volcánico que constituye la Sierra Nevada formada por los volcanes Popocatepetl, Iztaccuatl, Telapón y Tlaloc. En base, a imágenes de satélite, estratigrafía, y soportada por análisis químicos y edades radiométricas se reconocieron 15 unidades, principalmente de origen volcánico cuyo rango en edad varía desde el Mioceno al reciente, y las que descansan sobre un basamento calcáreo de edad Mezosioceno y conglomerados del Eoceno. El análisis petrográfico y geoquímico indican que las rocas de edad Mioceno y Plioceno están representadas por andesitas. El grupo del Pleistoceno presenta un vulcanismo bimodal, constituido por riolitas y por andesitas basálticas. En general las rocas caen en el campo de las rocas subalcalinas y pertenecen a la serie calcoalcalina con contenido medio en potasio, aunque existen algunas rocas que caen en el campo alto en potasio. Estas características indican que las rocas de la región de Apan son típicas de ambientes de subducción. El escenario estructural, de la región esta constituido por tres principales planicies escalonadas y con caídas hacia el NW, delimitadas por cuatro principales fallas normales con rumbo NE-SW y echados hacia el NW, las cuales constituyen una geometría tipo semigraben.

SRSCM-12

EVOLUCIÓN VOLCÁNICA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, SECTOR ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

López-Hernández Aida¹, Aguirre-Díaz Gerardo J.² y López-Martínez M.³

¹ Comisión Federal de Electricidad
 Actualmente Facultad de Ingeniería Civil, Universidad
 Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
 E-mail: lhaida@zeus.ccu.umich.mx

² UNICIT, UNAM

³ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 E-mail: marlopez@cicese.mx.

La caldera de Acoculco es un centro volcánico plio-pleistocénico de 18 km de diámetro. Se localiza a 100 km al NE de la Ciudad de México. A diferencia de otras calderas del Cinturón Volcánico Mexicano, los depósitos de flujos piroclásticos se acumularon principalmente en el interior de la caldera y a cortas distancias extra-caldera, aparentemente debido a la elevada viscosidad del magma, producida por un alto porcentaje de cristales. A continuación se sintetiza la historia volcánica de acuerdo con el registro estratigráfico y los fechamientos por K-Ar y 40Ar-39Ar.

La actividad relacionada con la caldera de Acoculco ocurrió en dos ciclos principales. El primero, de 3 a 2.6 Ma, generó varios complejos volcánicos emplazados sobre una fractura anular de 34 km de diámetro que circunscribe a la caldera de Acoculco, cuya formación es más reciente. En este sentido, la caldera de Acoculco es una caldera anidada dentro de otra estructura mayor, aparentemente una gran caldera, que denominamos la caldera de Tulancingo, que incluye a los domos riolítico-dacíticos de Tulancingo, del Rosario, y las lavas basálticas de Acaxochitlán.

El segundo episodio, de 1.7 a 1.26 Ma, se inició con el emplazamiento de domos dacíticos y riolíticos, seguido de la emisión de flujos piroclásticos de alta densidad, de composición riolítica y espesor superior a 300 m (Ignimbrita Acoculco), evento que causó el colapso de la caldera de Acoculco. Este episodio finalizó con la emisión de domos riolíticos alineados sobre el borde caldérico, mientras que simultáneamente, al E de la caldera, derrames piroclásticos que dieron lugar a la ignimbrita Piedras Encimadas fueron emitidos a partir de una fuente satélite.

La actividad volcánica de composición basáltica-andesítica continuó adyacente a la caldera de Acoculco de 1.8 a 1.3 Ma. Finalmente, lavas basálticas de 1.0 a 0.24 Ma se superpusieron a las riolitas del interior de esta caldera y de la zona de Piedras Encimadas, y cubrieron los domos anulares en el margen NW y SE de la caldera.

La importante emanación de gases magmáticos en manifestaciones frías y las elevadas temperaturas (más de 300°C) registradas en un pozo profundo (CFE), sugieren una reactivación magmática no evidente en superficie.

SRSCM-13

GEOLOGÍA PRELIMINAR DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS DEL BASAMENTO DEL MACIZO DE TEZIUTLÁN

Edgar Angeles Moreno¹, Salvador Sánchez Martínez¹ y Elena Centeno García²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

La zona de estudio se encuentra ubicada al Noroeste de la Ciudad de Teziutlán y al Sur de la población de Mazatepec en la Sierra del Norte de Puebla. En esta área afloran secuencias intercaladas de esquistos pelíticos, básicos y cuarzofeldespáticos, que son afectados por diques riolíticos. La secuencia se ha definido originalmente como serie metamórfica esquistos Xucayucan (Segura, 1990).

Los trabajos geológicos previos que se han llevado a cabo en la zona no se han enfocado a la geología metamórfica debido a sus fines petroleros y geotécnicos. Así el propósito de este trabajo es caracterizar a las rocas metamórficas empleando métodos de cartografía geológica, estratigrafía, geología estructural, geoquímica de elementos mayores, tierras raras y otros elementos traza, para establecer el ambiente tectónico que dió origen a la secuencia metamórfica presentada. Ello aportará elementos para resolver el problema de su origen y evolución tectónica.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la cartografía y análisis estructural de detalle, de las rocas metamórficas que afloran entre los ríos Apulco y Xucayucan.

La estratigrafía comprende 4 litofacies metamórficas definidas de la base a la cima como: Tamalayo, Chicuco, Cozolexco y el Mirador. La Litofacies Tamalayo comprende esquistos miloníticos cuarzofeldespáticos cortados por probables apofisis de composición granítica y en algunos se encuentran porfiroclastos de hasta 2 m. Litofacies Chicuco constituida de bandas de esquistos miloníticos de muscovita intercalados con bandas de ultramilonitas, así como con esporádicas bandas de metabasalto. La litofacies Cozolexco comprende metabasaltos y algunos preservan estructuras similares a almohadillas, pedernal verde a rosado, y metalutitas silíceas. Por último la litofacies el Mirador está constituida de litologías similares a la anterior solo que con un grado mayor de deformación.

Las estructuras geológicas corresponden a pliegues isoclinales reclinados a recumbentes formados en condiciones dúctiles con vergencia al NE-SW que están afectados por pliegues en condiciones más frágiles con vergencia al NW-SE.

SRSCM-14

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA EN EL EXTREMO SURORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Hernández Láscars Delfino
Depto. de Biología, UAM, Iztapala
E-mail: held@xanum.uam.mx

En el área de Los Reyes Metzontla-Santiago Coatepec, a unos 50 kms. al sur de Tehuacán, se cartografiaron 14 unidades litoestratigráficas, que cubren una superficie de 200 km². El mapeo cartográfico se realizó en escala 1:25000, a una altura entre 1600 y 2450 m.s.n.m.

De las 14 unidades; una es Precámbrica (Complejo Oaxaqueño), cuatro son Paleozoicas (Complejo Acatlán, Formación Matzitz, Dique Metzontla, y Rocas Graníticas Caltepec), Cinco son Mesozoicas (Dique Los Reyes, Sill Atolotitlán, Lechos Rojos, Formación Zapotitlán, Caliza San Luis) y cuatro son Cenozoicas (Andesita La Cruz, Andesita Xochiltepec, Dique Zoluche y Conglomerado El Castillo). Cinco de ellas se menciona por primera vez, en el área afloran rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas

En cada una de las unidades se propone y describe una definición, ubicación, expresión geomórfica, relaciones estratigráficas, estructura y edad. Y los fósiles que se reportan de plantas y animales del Paleozoico y Mesozoico fueron ubicados geográfica y estratigráficamente.

Para la elaboración del mapa geológico se utilizaron dos cartas topográficas publicadas por el INEGI (hoja Tehuacán y Atzumba) escala 1:50,000 y se igualaron a la misma escala de las fotografías aéreas a 1:25,000.

Finalmente se tienen como resultado una contribución a la cartografía nacional y se propone una de las columnas geológicas más completas para el centro-sur de México.

SRSCM-15 CARTEL

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN CELAYA-SAN MIGUEL DE ALLENDE, ESTADO DE GUANAJUATO

Angel Francisco Nieto-Samaniego, Susana Alicia Alaniz-Alvarez, y Mariano Cerca-Martínez
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Se presenta la cartografía geológica de las Hojas Celaya y San Miguel de Allende (cartas INEGI escala 1:50,000) la cual se realizó dentro del convenio entre el Consejo de Recursos Minerales y la UNAM.

Las rocas mesozoicas de la zona son de origen marino y presentan un grado metamórfico bajo (facies esquistos verdes). Estas rocas se agruparon en dos conjuntos litológicos: El conjunto inferior (KiMLaMaR) está formado por areniscas, filitas y algunos pedernales. Contiene intercalados derrames de basaltos y tobas de composición básica. El conjunto superior (KiMCzMaR) está constituido por calizas y margas, con algunas areniscas. Se observó un intrusivo de composición diorítica (Tpa(?)D) emplazado en los sedimentos; en esta roca se midieron fallas inversas. Sobre las rocas mesozoicas aparece un conglomerado continental polimíctico de color rojo (TeCgp), la edad de este conglomerado se supone del Eoceno.

Sobre el conglomerado hay una cubierta volcánica continental con rocas de edades que van del Oligoceno al Plioceno, se reconocieron ocho unidades agrupadas de la manera siguiente:

El conjunto más antiguo (ToR, ToPR y ToA) incluye tobas, ignimbritas, derrames y domos de composición riolítica a riodacítica, con derrames de andesita intercalados. Cubriendo a estas rocas, aflora un paquete de ignimbritas en las que se puede distinguir grados de piroconsolidación muy diferente, pero todas son de composición riolítica a riodacítica; en general, se presentan en capas horizontales, o bien con echados muy pequeños. En la parte NW de la hoja Celaya se observa un derrame de riolita (TmR)

que cubre discordantemente a las ignimbritas. Yaciendo discordantemente sobre las ignimbritas aflora una serie de rocas basálticas y andesíticas (TmA-B); esta unidad está constituida por derrames fisurales y aparatos volcánicos centrales. Los derrames de basalto y algunas ignimbritas se intercalan con sedimentos lacustres y aluviales que rellenan los valles (TnArCgp). Los sedimentos no afloran en las sierras pero sí los basaltos y las ignimbritas, atestiguando que dichos depósitos sedimentarios constituyen el relleno de cuencas continentales. Por último, en el extremo suroriental del área se observan aparatos volcánicos compuestos por rocas basálticas y andesíticas (TplA-B) cuya edad se ubica en el Plioceno.

Gran parte del área está cubierta por sedimentos continentales de edad Terciario (TnArCgp) y sedimentos pleistocénicos (Qplla(arlm). Este relleno indica que el depósito fue continuo desde el Mioceno hasta el Presente.

La deformación de las rocas muestra dos eventos tectónicos regionales: El primero corresponde a la fase compresiva de la Orogenia Laramide, la cual deformó a las rocas mesozoicas. Los datos estructurales sugieren que la dirección de acortamiento máximo fue NE-SW, con vergencia al NE.

El segundo evento tectónico fue de alargamiento, se manifiesta con fallamiento de tipo normal y tuvo lugar sincrónicamente con una intensa actividad volcánica. El fallamiento más intenso ocurrió durante el Oligoceno y las fallas generadas durante esa fase fueron reactivadas durante el Mioceno. Se pueden identificar otros tres sistemas de fallas, uno de dirección N-S, otro ENE-WSW y otro NW-SE.

SRSCM-16 CARTEL

GEOLOGÍA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA OCCIDENTAL Y CENTRAL

Tania Norato Cortez¹, Luca Ferrari² y José Rosas Elguera³

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

E-mail: luca@servidor.unam.mx

³ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

Se presenta la cartografía geológica a escala 1:250,000 del sector occidental y central de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), desarrolladas en los últimos 4 años a través de diferentes proyectos de investigaciones. La cartografía geológica está apoyada por 470 fechamientos isotópicos, 50 de los cuales todavía no publicados, y aproximadamente 1300 análisis químicos de elementos mayores y trazas. Todos estos datos están almacenados en un sistema de información geográfica para su análisis interactivo y constante actualización. El mapa geológico incluye 32 unidades geológicas de las cuales 28 pertenecen al volcanismo Oligoceno-Cuaternario.

La integración de la geología de la FVTM a escala regional permite de apreciar algunos rasgos importantes de su evolución volcanológica. En el sector occidental, el arco volcánico se superpone a la parte norte del bloque Jalisco (BJ) y al límite meridional de la Sierra Madre Occidental (SMO). El volcanismo emplazado en el límite sur de la SMO es claramente bimodal, formado tanto por estrato-volcanes y complejos de domos dacítico-riolíticos como por centros monogenéticos basálticos. En cambio, el volcanismo emplazado dentro del BJ es predominantemente de tipo

monogenético y de composición basáltico-andesítica. En el sector central, entre el rift de Colima y el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende, el volcanismo es casi exclusivamente de composición basáltica o basáltico-andesítica. Los estratovolcanes están completamente ausentes, si se exceptúa el caso del Cerro Tancitaro. Calderas, complejos dómicos y estratovolcanes aparecen otra vez al este del sistema Taxco-San Miguel de Allende.

Las primeras manifestaciones del volcanismo de la FVTM las constituyen secuencias lavicas predominantemente andesíticas de edad Mioceno medio que afloran de manera discontinua en la parte sur del sector central. El Mioceno tardío (11-8 Ma) se caracteriza por el emplazamiento de extensas mesetas basálticas coronadas por volcanes escudos y, localmente, estratovolcanes. Este volcanismo, que ocupa toda la parte norte de la FVTM, representa uno de los pulsos volumetricamente dominantes de su evolución. Durante la parte terminal del Mioceno tardío (7-5 Ma) la tasa de efusión volcánica disminuye considerablemente y los productos volcánicos son, en mayoría, de tipo silícicos. Un nuevo pulso magmático ocurre al principio del Plioceno (4.7 Ma), con emplazamiento de complejos dómicos e ignimbritas y con la primera ocurrencia de basaltos con afinidad intraplaca, distribuidos en su mayoría en el sector occidental. En el Plioceno tardío la tasa volcánica disminuye otra vez para volver a crecer durante el Cuaternario. En este último periodo se emplazan todos los principales estratovolcanes de la FVTM.

Desde el Mioceno tardío el frente volcánico ha migrado hacia la trinchera aunque el volcanismo ha persistido en la parte trasera del arco. La migración es mas evidente en el sector occidental donde alcanza los 80 km y disminuye paulatinamente hacia el este, en conformidad con la disminución del angulo de la placa subducida. En el sector central es interesante observar que el fallamiento extensional intra-arco ocurre en las dos áreas donde el arco es mas estrecho y la tasa de emplazamiento magmático es mínima (Chapala y Cuitzeo-Acambay). Esto sugiere que en las demás regiones el magmatismo puede haber acomodado gran parte de la deformación.

SRSCM-17 CARTEL

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA HOJA TALPA DE ALLENDE (F13D71) JALISCO, MÉXICO

Pedro F. Zárate del Valle¹, José Rosas Elguera¹ y Jaime Urrutia Fucugauchi²

¹ Universidad de Guadalajara

E-mail: pzarate@ccip.udg.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: juf@igeofcu.unam.mx

En el área afloran rocas del Cretácico, tanto de origen volcanosedimentario marino (lutitas, areniscas, dacitas, tobas {Mina La América: 71.9 Ma: C.R.M., 1992}), andesitas, caliza) como de origen volcánico continental (ignimbritas) pertenecientes al arco Alisitos-Teloloapan, las cuales se caracterizan por:

- 1) La presencia de la facies ígnea ocoita (volcánica e intrusiva) de composición andesítica; 2) Estar mineralizada con sulfuros masivos volcánicos polimetálicos (Pb, Zn, Ag), los cuales están contenidos en la toba ácida y encajonados en las dacitas (Minas La América y El Rubí); 3) Consistir la secuencia volcánica continental de lava calcoalcalina silíceo subaérea, brechas volcánicas e intercalaciones de tobas de flujo de ceniza (San

Sebastián del Oeste, 114 Ma; Gastill et al., 1978); 4) Las rocas cretácicas aflorantes en Talpa de Allende han estado sujetas a un proceso de metamorfismo regional de bajo grado sintectónico, el cual es atestiguado por la presencia de minerales de la facies prehnita-pumpellita (facies ocoita); 5) La orogenia Laramide generó en la secuencia cretácica pliegues (anticlinales y sinclinales) orientados NE-SW y cuyos ejes pueden buzarse al NE.

En el área de estudio las rocas intrusivas están representadas por: granodioritas (El Desmoronado: 71.1 Ma: C.R.M., 1992) y granófiros, las cuales han generado aureolas de metamorfismo de contacto en la secuencia cretácica (Mina El Rubi, El Desmoronado).

Las rocas cuaternarias (0.26-0.48 Ma) son de composición basáltica y han sido eruptadas por aparatos volcánicos monogenéticos. Geoquímicamente se clasifican como minetas, andesitas basálticas, kersantita, absakorita (Lange & Carmichael, 1990).

La depresión de Talpa-Mascota, está limitada por dos sistemas estructurales de dirección WNW: el sistema Juanacatlán (50-70 km) con manifestación volcánica cuaternaria y el Cacoma sin volcanismo. Geométricamente, es probable que el valle de Talpa, de dirección 340° esté genéticamente relacionado con los sistemas Juanacatlán y Cacoma (Bandy y Maillol, 1994).

Por Paleomagnetismo y en base a los datos de referencia de la curva polar de Norte América puede aseverarse que las direcciones medias de las unidades estudiadas están rotadas en el sentido de las manecillas del reloj con respecto a las direcciones esperadas para esta parte de Jalisco, siendo la rotación del orden de 30-40 grados, sugiriendo un sistema dextral. El rango de edades propuesto para el supercron normal es de 118 a 83 Ma (Cande and Kent, 1995).

Tanto la facies ocoita como las rocas basálticas cuaternarias están afectadas localmente por un proceso de rubefacción.

SRSNM-01

LA CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COSTA ROCOSA EN LA ISLA ESPÍRITU SANTO E ISLA PARTIDA, BAJA CALIFORNIA SUR Y SU IMPORTANCIA PARA EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANEJO INSULAR

Cruz Orozco Rodolfo y Javier Gaitán Morán
Depto. de Geología Marina, UABCS

La totalidad de las islas en el Golfo de California contienen altos valores naturales y son consideradas sitios de interés científico. Por estas importantes razones han sido declaradas áreas protegidas con la finalidad de conservar aquellos valores mediante programas adecuados de manejo. El caracterizar los ambientes físico y biológico, a través de la identificación cuantitativa y cualitativa de los recursos naturales, es crucial para el diseño y operación de estos programas.

La Isla Espíritu Santo e Isla Partida cubren un área de 99 km² y se localizan a 28 kilómetros al noreste de la ciudad de La Paz, B.C.S. Forman parte del complejo insular del Golfo de California y al igual que la mayoría de las islas que se encuentran en el Golfo, han sido originadas por eventos geológicos y permanecen como remanentes de una compleja historia geológica; en donde la combinación de procesos de emergencia, sumergencia, erosión y volcanismo se han presentado de manera continua, desde hace cinco millones de años, cuando se inició la separación de la Península de Baja California del macizo continental mexicano y se formó la cuenca que ahora ocupa el Golfo.

La herencia geomorfológica y geológica de la Isla Espíritu Santo e Isla Partida, al igual que las islas restantes ubicadas en el Golfo, es increíblemente rica y variada en geoformas. El conocimiento y entendimiento de la geomorfología y de la geología, en términos de la historia evolutiva y la operación de los procesos naturales contemporáneos es esencial para explicar la dinámica de las formas del relieve costero rocoso actual.

Lo anterior representa una información fundamental para el programa de conservación y manejo insular ya que permite determinar como han y continúan operando los procesos naturales. De esta manera pueden predecirse posibles cambios futuros de las formas del relieve, sobre una base cuantitativa y cualitativa, y mantener la dinámica natural de las formas del relieve costero rocoso y de los afloramientos geológicos asociados, contribuyendo así a la solución de problemas ambientales, de planeación e ingeniería.

SRSNM-02

INTERPRETACION DE MODELOS CARTOGRAFICOS NUMERICOS DEL LEVANTAMIENTO DE LAS HOJAS H12-8 Y H12-11 DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNETOMETRICO DEL COREMI EN EL ESTADO DE SONORA

Rodriguez-Torres Rafael y Rangel-Medina Miguel
RENATURA

Se interpretaron geológicamente la mitad oeste del borde sur de la hoja Hermosillo (H12-8) y las dos terceras partes de la mitad oeste de la hoja Sierra Libre (H12-11), del levantamiento

aeromagnetométrico efectuado recientemente por el Consejo de Recursos Minerales (CoReMi).

Las unidades litomagnéticas interpretadas en las cartas son de la más antigua a la más reciente:

1. Basamento de la cuenca, constituido por rocas aflorantes de afinidad volcánico-sedimentaria (de edad mesozoicas o cenozoicas) y rocas graníticas de edad cretácica-terciaria (unidades litomagnéticas A1-A2 y B1-B2 de los afloramientos).
2. Unidad epiclástica de edad miocena, constituida por depósitos de abanicos aluviales y de planicie costera (unidades litomagnéticas A1 y C1)
3. Unidad evaporítica de edad miocena temprana (unidad litomagnética C1)
4. Unidad sedimentaria marina (lutita silicificada miocénica temprana (unidad litomagnética C1)

Unidad epiclástica fluvial que representa la unidad más joven (plio-pleistocena) que representa el sistema paleodeltaico del antiguo arroyo de La Poza, predecesor del actual Río Sonora. Este delta ha aprovechado el relieve negativo para cubrir toda la zona, parcialmente.

SRSNM-03

LA GEOLOGÍA DEL VALLE DEL YAQUI Y ÁREAS ADYACENTES

Rodrigo González Enríquez^{1,2} y Luis Ernesto Marín Stillman²
¹ Instituto Tecnológico de Sonora
² Instituto de Geofísica, UNAM

La zona de estudio comprende al Valle del Yaqui y áreas adyacentes. Incluye y se localiza en el Noroeste de México (26°45' a 29°00' Latitud Norte y 109°00' a 111°15' de Longitud Oeste). Al Este del Golfo de California en el Estado de Sonora. En la región se identifican 15 unidades cronoestratigráficas que dieron origen al desarrollo de la geología regional, las cuales están comprendidas entre el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

Del Paleozoico afloran tres tipos de unidades estratigráficas, todas son del Paleozoico Sedimentario Marino. Del Mesozoico se reportan cuatro unidades estratigráficas: una Sedimentaria Mixta, dos Volcánicas y una Intrusiva. El Cenozoico esta compuesto por diez unidades estratigráficas, de las cuales son tres Sedimentarias Continentales, una Volcanosedimentaria Continental, cinco Volcánicas y una Intrusiva.

La historia geológica del Valle del Yaqui inicia con la sedimentación de rocas calcáreas que termina a fines del Pérmico, período en el que a consecuencia de la Orogenia Sonorana el mar pierde profundidad, emergiendo una superficie que queda sujeta a un largo período de erosión. A fines del Cretácico y principios del Terciario ocurre la Revolución Laramide, presentándose una intensa actividad estructural manifestada por emisiones lávicas, intrusiones ácidas, fenómenos de plegamientos y fallamientos que afectaron la mayor parte de las sierras existentes en la región. La emisión de lavas andesíticas y riolíticas descansan sobre un basamento probablemente Cretácico.

A finales del Terciario un período de intensa erosión formó depósitos de conglomerados y areniscas. En el Cuaternario, la erosión continuó sobre todas las rocas expuestas en la región, formando depósitos de talud, abanicos aluviales y los rellenos recientes del valle. En este periodo, la erosión de los diversos agentes y el acarreo efectuado por los ríos, provocó el depósito del material de aluvión formándose la llanura, y al acumularse en la desembocadura de los ríos formó barreras que dieron origen a los esteros, a lo que contribuyó el mar provocando un ligero levantamiento de la costa en crecimiento y resultando que el depósito de aluvión alcanzara una amplia extensión que cubre casi la totalidad de la parte baja de la llanura. Al avanzar la costa sobre los depósitos salinos del mar, estos fueron cubiertos quedando zonas saladas atrapadas en los lugares donde existieron esteros.

SRSNM-04

CARACTERISTICAS Y EVOLUCION DEL MAGMATISMO LARAMIDICO EN LA PORCION SUR DEL BATOLITO DE SONORA, MEXICO

Roldán-Quintana Jaime, Calmus Thierry y Valencia-Moreno Martin

Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, UNAM

El magmatismo laramídico en Sonora inició durante el Cretácico Tardío y continuó hasta el Eoceno Tardío (90-40 Ma) y ha sido relacionado con la subducción de la placa oceánica Farallón debajo de la de Norte América. Los modelos de evolución magmática en relación a la convergencia de las placas Kula y Farallón con la placa de Norte América durante el Mesozoico y el Terciario han sido establecidos principalmente a partir del estudio en el suroeste de Estados Unidos (los batolitos de las sierras Peninsulares y el de la Sierra Nevada) y extendiendo los resultados hacia el noroeste de México (Lipman *et al.*, 1972; Silver y Chappel, 1988, Urrutia-Fucugauchi y Morton-Bermea, 1997; Clark *et al.*, 1982; Ortega-Rivera, 1997).

Varios parámetros han sido utilizados para explicar la orogenia laramídica, entre ellos el aumento de la velocidad de convergencia desde 60 hasta 150 km/m.a. entre 75 y 40 Ma (Engebretson *et al.*, 1985), acompañado por una disminución en el ángulo de subducción. Sin embargo este periodo corresponde a una baja actividad magmática en el suroeste de Estados Unidos. Por el contrario, en Sonora este periodo corresponde a un magmatismo intenso. Maxson y Tikoff (1996) proponen que la ausencia de magmatismo así como la orogenia laramídica se deben a la colisión del terreno "Baja-British Columbia" con Norte América, durante su migración hacia el norte.

Con el fin de entender mejor la tectónica asociada a la orogenia Laramide en el noroeste de México, se presentan datos específicos del batolito a lo largo de un transecto E-W de 380 km de largo en el sur de Sonora. Se definieron las características siguientes: (1) La anchura del arco magmático sin tomar en cuenta la extensión Terciaria es de 450 km, y restaurando la península de Baja California a su posición pre-apertura del golfo, su límite occidental se encuentra a una distancia mínima de aproximadamente 300 km de la paleotrinchera. (2) La edad de los granitoides varía de 83 Ma en la costa a 49 Ma en el extremo oriental de Sonora, lo que sugiere una migración del magmatismo hacia el este con el tiempo. (3) La composición en K₂O es generalmente alta y aumenta desde la parte central del transecto hacia el este. (5) Se identificaron rocas volcánicas genéticamente asociadas al batolito con edades entre 90

y 70 Ma, localizadas a unos 100 km de la costa. (6) Valores iniciales negativos de Nd (-3.22 a -6.29) y relaciones de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr altas (0.706101 - 0.710197), salvo para los granitos de la costa, sugieren la presencia de corteza continental en la génesis de los magmas. Las características geoquímicas e isotópicas diferentes de los granitos de la costa sugieren una corteza menos evolucionada quizás incluyendo basamentos, acrecionados al continente antes del ciclo laramídico.

SRSNM-05

DISCORDANT PALEOMAGNETIC DATA FOR MID-CRETACEOUS INTRUSIVE ROCKS FROM NORTHERN BAJA CALIFORNIA: LATITUDE DISPLACEMENT, TILT, OR VERTICAL AXIS ROTATION?

Harald Böhnell¹, Luis A. Delgado-Argote² and Dave Kimbrough³

¹ UNICIT, UNAM

² Depto. de Geología, CICESE

³ San Diego State University

Both a series of dikes named San Marcos and the Testerazo Pluton which apparently has intruded them afterwards, have been studied paleomagnetically to address the question of the paleogeographic position of this part of Baja California. Testerazo belongs to the Cretaceous (>100-120 Ma) Peninsular Ranges Batholith and U/Pb data indicate that the dikes are almost coeval. The dikes are consistently dipping towards the southwest which may indicate that the area experienced regional tilt. All but one of 36 sites show remanence of normal polarity, thus suggesting that the thermoremanent magnetization was acquired around the initiation of the Cretaceous Normal Superchron. Paleopoles for San Marcos and Testerazo are indistinguishable and were combined into a paleopole at 248°E/86.6°N, A95=4.8°, which is displaced with respect to the 122 Ma reference pole for stable North America at 185.6°E/72.3°N, A95=3.3°. The displacement may be described by a clockwise rotation of 14-18 ± 6° and a northward shift of 3-8 ± 6°. Restoring a northward shift of about 3°, related to the separation of Baja California from North America during the last 10 Ma, only a marginal northward displacement of 0-5 ± 6° is left. The clockwise rotation may be the result of crustal block rotations in the right lateral shear systems in northern Baja California. Alternatively the difference between paleopole and reference pole may be due to tilting of the study area. Restoring a tilt of 13°, based on the measured dip of the San Marcos dikes, a paleopole at 200.4°E/74.0°N, A95=4.8, was calculated. This paleopole is indistinguishable from the 122 Ma reference pole. The tilting hypothesis proposed by Butler *et al.* (1993) therefor seems to be a viable explanation for the discordant paleopoles from Baja California, at least what concerns the area of San Marcos and Testerazo. Data obtained previously about 200 km further south and close to the Pacific defined a concordant paleopole without any tilt correction, thus indicating that such a hypothesis may not be valid for all of Baja California, but rather to some areas situated within or near the Gulf of California extensional regime.

SRSNM-06

PALEOGEOGRAFÍA DEL CRETÁCICO TARDÍO Y TERCIARIO TEMPRANO EN BAJA CALIFORNIA

Helenes J. y Téllez Duarte M.A.
 Depto. de Geología, CICESE

Para definir la evolución paleogeográfica de Baja California del Campaniense al Paleoceno, es necesario considerar la mayor cantidad de información. Las características biogeográficas de los conjuntos paleontológicos de varias secciones estratigráficas del Cretácico Superior al Terciario Inferior en la costa occidental de Baja California ayudan a aclarar parte de la evolución paleogeográfica de la península. Este modelo paleogeográfico ayuda a discernir entre un desplazamiento máximo de 2500 km hacia el norte y ningún desplazamiento en este intervalo.

Durante el Campaniense y el Maastrichtiense, los conjuntos de dinoflagelados observados en Baja California indican depositación en una provincia templada. La presencia en Baja California de los géneros *Isabelidium*, *Silicisphaera* y *Spongodinium* indican afinidad con floras reportadas de Norte América, Europa y Mar del Norte. La ausencia del género *Andalusiella* y la poca representación del género *Cerodinium* resaltan la diferencia con floras del Tetis provenientes del Caribe y de la región ecuatorial de África. Los foraminíferos planctónicos y bentónicos reportados de rocas de Baja California de esas edades, también tienen afinidad con climas templados, siendo similares a faunas reportadas de California, hacia el norte del Tetis.

Durante el Paleoceno los géneros de dinoflagelados *Damassidium*, *Lejeunecysta* y *Spinidium*, así como los de foraminíferos bentónicos (tipo Midway) *Eponides*, *Anomalinoidea*, *Cibicides* y *Gyroidinoides* indican afinidad con conjuntos de zonas templadas, similares a los reportadas en rocas de California, y del Atlántico del Norte. Mientras los moluscos del Paleoceno indican afinidades subtropicales a tropicales sin diferenciar, el coral solitario *Flabellum* indica afinidades subtropicales a templadas para esta época.

Las afinidades biogeográficas de los conjuntos fósiles de Baja California indican que las rocas sedimentarias de edades desde Campaniense hasta Paleoceno, fueron depositadas en una provincia templada. Considerando estos datos paleontológicos, la geología regional y los modelos de evolución de tectónica de placas, se concluye que la península no fue transportada en este intervalo, sino que estaba adyacente al resto del noroeste de México.

SRSNM-07

NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONIC CONTROL ON SEDIMENTARY EVOLUTION IN THE LAGUNA SALADA BASIN, NORTHERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Martín-Barajas A.¹, Vázquez-Hernández S.¹, Carreño, A.L.²,
 Helenes J.¹, Suárez-Vidal F.¹ and Alvarez-Rosales J.³

¹ Depto. de Geología, CICESE

E-mail: amartin@cicese.mx

² Instituto de Geología, UNAM

³ Residencia de Estudios del Campo Geotérmico de Cerro Prieto,
 Comisión Federal de Electricidad

The Laguna Salada basin in northeastern Baja California records late-Neogene marine incursions in the Salton Trough and progradation of the Colorado River delta. Early subsidence and subsequent tectonic erosion are related to evolution of the Sierra El Mayor detachment fault during late Miocene time (<12 Ma). The stratigraphy on uplifted blocks on the east-central margin of the Laguna Salada Basin (LSB) and from three exploratory wells allows reconstruction of the main sedimentary and tectonic events. Marine mudstone and sandstone, and subordinate conglomerate of the Imperial Formation tectonically overlie metamorphic and granitic basement. Microfossils, lithology, and sedimentary structures in the Imperial Formation define Upper Miocene (<6 Ma) outer-shelf facies that grade up-section into inner-shelf and delta plain deposits of the ancient Colorado River. The Imperial deposits are overlain unconformably by Upper Pliocene reddish, sub-arkosic fluvial sandstone and siltstone of the Palm Spring Formation. Continuous outcrops of the Palm Spring are less than 170m thick, but correlative deposits are more than 570m thick in the lower part of a 2400-m deep geothermal exploratory well on the eastern margin of LSB. In Early Pleistocene time, the Laguna Salada became progressively isolated from the Colorado River delta complex by activity on the Elsinore and Laguna Salada fault zones. Interfingering fluvial-sandstone deposits and prograding alluvial fan conglomerates crudely mark the onset of vertical slip along the Laguna Salada fault and uplifting of Sierra Cucapa and Sierra El Mayor by ~1 Ma. Up to 2 km of Quaternary alluvial-fan and lacustrine deposits accumulated along the eastern margin of LSB, whereas along the western margin lower subsidence rates produced a thinner sedimentary wedge over a ramp-like crystalline basement.

SRSNM-08

TEMPORAL AND SPATIAL ASSOCIATION OF BASALTS AND ACIDIC LAVAS IN THE SANTA CLARA VOLCANIC FIELD (VIZCAINO PENINSULA, B.C.S., MEXICO): FIRST RESULTS

Calmus T.¹, Aguillon-Robles A.^{2,3}, Maury R.C.², Bellon H.²,
 Cotten J.², Bourgois J.⁴ and Michaud F.⁵

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² UMR 6538, IUEM, Univ. de Bretagne Occidentale, Brest
 France

³ Instituto de Geología, UASLP

⁴ C.N.R.S., L.G.T.E., Université Pierre et Marie Curie, Paris

The Santa Clara volcanic field, that is located in the southeastern part of Vizcaino Peninsula, B. C. S., and covers approximately 2000 km², exposes huge pyroclastic flows and lava flows, with superimposed scoria cones, and intrusives, mainly

located in a NW-SE elongated depression. 38 scoria cones and 3 craters have been documented. The whole volcanic pile may be divided in four main units:

1) A lower pyroclastic unit that overlies Tertiary or Upper Cretaceous sediments. This unit is well exposed near the Destiladero Ranch, and in the northeast part of the field. Its lower part consists of 10 m of lapilli overlaid by a 250 m thick of pyroclastic (HAR) flows of Merapi type, which contain blocks of mainly hornblende bearing dacite, minor olivine bearing basalt, pumices (typical Plinian type pumice fall deposit) and vitrophyric rocks. This unit gets thinner southwestwards.

2) The pyroclastic unit is intruded by numerous andesitic-dacitic necks or domes and associated dykes, located in the central part of the volcanic field. Intrusions show a vertical fracturation related to empla-cement and locally a vertical orientation of hornblendes.

3) Extensively horizontal basaltic mesas partly overlie the pyroclastic unit.

4) The higher volcanic unit corresponds to more chaotic basaltic flows associated with scoria cones. Some of them as Cerro El Copalar intrude Cretaceous sediments.

First geochemical studies show that rocks from Santa Clara can be divided in two clusters of compositions: an adakitic one represented by pyroclastics unit and domes, and a basaltic one which corresponds to the capping flows.

From a set of more than thirty $40\text{K}/40\text{Ar}$ ages carried on whole rocks (WR), separated amphiboles, feldspars, and groundmass, it appears that WR ages for acidic lavas are scattered between 11 ± 0.8 Ma (near Cerro La Chichita) and 8.2 ± 0.45 Ma (near the Mesa El Accidente), when for basalts WR ages are ranging from 11.7 ± 1.2 Ma to 9.5 ± 0.3 Ma, suggesting a relatively short duration for the formation of this complex volcanic field. Nevertheless, isotopic ages for separated feldspars in these rocks are younger than the corresponding whole rock ages, when the amphibole ages are older (typically, the Cerro San Lucas dacite has given a WR age of 10.5 ± 0.7 Ma and a feldspar one of 9.61 ± 0.21 Ma). For the silicic rocks, isotopic chronology of feldspars or of groundmasses will be preferred leading to ages younger than 10 Ma.

The Santa Clara volcanic field is located 100 km east of the paleo-trench and corresponds to the westernmost volcanic field of the northern part of southern Baja California, if we except the 6.5 to 5.7 Ma old basalts of Asunción area. Considering a depth of 80 km for the partial melting of the oceanic crust to produce adakitic magmas, this distance to the trench requires a dip of 50° of the slab. This dip is very high considering the age of the subducting crust at that time, only 2.5 Ma after the spreading is supposed to have been ceased near the chron 5A (12.5 Ma). The previous discrepancy may be explained by a partial melting shallower than 80 km of a younger and hotter oceanic crust, with a 50° dip of the slab or, if we suppose a more likely 20° dip, by an eastward migration of the trench, related to subduction-erosion of the Baja California margin, or lateral displacements of blocks along the margin.

SRSNM-09

SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LA REGIÓN DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES, BAHÍA LAS ÁNIMAS Y ARCHIPIÉLAGO SAN LORENZO, GOLFO DE CALIFORNIA

Delgado-Argote L.A., Escalona-Alcázar F.J., López-Martínez M. y Vázquez-Jaimes M.E.

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

La historia neogénica de la parte central de Baja California registra actividad volcánica central y fisural ampliamente distribuida que cubre a un complejo basal de metamórficas paleozoicas y graníticas cretácicas. Antes del Plioceno las islas Ángel de la Guarda y San Lorenzo formaban parte de la península de Baja California, de la que actualmente están separadas por las zonas de falla Ballenas, Partida y San Lorenzo, activas posiblemente desde el Pleistoceno.

Las columnas estratigráficas de las regiones de Bahía de los Ángeles (Ángeles), Bahía Las Ánimas (Ánimas) e Isla Ángel de la Guarda (Guarda) son similares, en particular para el periodo comprendido entre el Mioceno temprano y finales del Mioceno Medio. La parte norte de Ánimas, incluyendo el oriente de la Sierra Las Ánimas y el Archipiélago San Lorenzo (Lorenzo) registran una historia similar de sedimentación y actividad volcánica principalmente durante el Mioceno tardío-Plioceno temprano.

En Ángeles, Ánimas y Guarda la actividad volcánica más antigua fue andesítica, posiblemente asociada con estratovolcanes de los que derivan gruesos depósitos epiclásticos. En Ángeles y Guarda se han fechado derrames de lava del Mioceno temprano asociados con sedimentos marinos algunas veces fosilíferos. Estas edades representan las evidencias más antiguas de incursiones marinas en la región y pueden indicar las primeras etapas de formación del proto-Golfo de California que anteceden a las incursiones marinas generalizadas que ocurren a partir del Mioceno medio. Este periodo está caracterizado por fallamiento regional, particularmente evidente por los bloques basculados hacia el occidente del sur de Ánimas.

En el Mioceno medio el volcanismo explosivo de composición dacítica y riolítica está ampliamente distribuida; el volcán más grande y mejor expuesto asociado a este periodo está representado por el Tronco San Pedro en Ánimas. En algunos lugares esta actividad estuvo acompañada por volcanismo basáltico fisural y fue más intensa a finales del Mioceno medio en Ángeles donde se interpreta la presencia de por lo menos dos diques alimentadores de cerca de 20 km de longitud orientados NNW, paralelos a la tendencia del fallamiento normal en la región.

En la parte oriental de la Sierra Las Ánimas, derrames de andesita basáltica del Mioceno tardío están cubiertos por conglomerados y areniscas conglomeráticas que pueden ser correlacionables con la secuencia sedimentaria de Lorenzo. En esta última localidad la secuencia sedimentaria descansa sobre un basamento similar al del norte de la Sierra Las Ánimas; consiste de la base a la cima de yesos, areniscas arcóscas, arenitas líticas y conglomerados polimícticos con clastos del basamento, dacita, andesita y basalto. Las areniscas contienen fauna fósil de ambiente marino somero de alta energía. Le sobreyacen a la secuencia sedimentaria derrames andesíticos y basálticos y depósitos piroclásticos del Plioceno temprano. Este ambiente de cuencas

pequeñas bordeadas por volcanes se extiende hacia el sur hasta la barrera topográfica del Volcán San Pedro y no se conoce en el interior de Ángeles.

Con base en el diagrama $\text{MgO-FeO}^*-\text{Al}_2\text{O}_3$ de discriminación tectónica, el conjunto de rocas volcánicas de todas las áreas (Ángeles, Ánimas y Guarda) se clasifican como rocas orogénicas de arco, diferenciadas por procesos de cristalización fraccionada. Además, las series tienen patrones similares de abundancia de elementos traza, característicos de arcos magmáticos continentales. Las variaciones en los arcanigramas sugieren asimilación de materiales de la corteza ricos en Ti, en particular, óxidos, hornblenda y mica, como los que caracterizan a la porción oriental del batolito peninsular.

SRSNM-10

CORRELATION OF PYROCLASTIC DEPOSITS FROM COASTAL SONORA, ISLA TIBURÓN AND BAJA CALIFORNIA NORTE: IMPLICATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE PACIFIC-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY IN THE GULF OF CALIFORNIA

Michael Oskin and Joann Stock
California Institute of Technology

We correlate a series of five pyroclastic flows from the Puertecitos Volcanic Province of Baja California Norte, to Isla Tiburón, and the adjacent coast of Sonora to constrain the history of dextral motion in the Gulf of California. The stratigraphically lowest, and most widely distributed correlative flow is the 12.6 Ma tuff of San Felipe. This pre-rift deposit displays unique lithology, phenocryst chemistry, and paleomagnetic remanence. Offset isopach and facies trends of the Tuff of San Felipe record ~300 km of dextral displacement, similar to older cross-gulf geologic tie points. The remaining four pyroclastic flows, Tmr3, Tmr4, Tmr5, and the Tuff of El Canelo, all range in age from 6.3 to 6.1 Ma. These lithologically and paleomagnetically distinct deposits are each uniquely distributed on opposite sides of the Gulf. Tmr3 and Tmr4 form a single eruptive sequence deposited across Isla Tiburón and the northern Puertecitos Volcanic province. The Tuff of El Canelo is present above Tmr4 in the vicinity of Puertecitos, and in the central-western area of Isla Tiburón. Tmr5 is found only in a narrow strip in the northern Puertecitos Volcanic Province, and on the central western coast of Isla Tiburón. From the distribution, thickness, and facies of these deposits, we construct a precise geologic tie point between Isla Tiburón and Baja California to measure 255 km of dextral offset, parallel to the Tiburón fracture zone (an azimuth of 310 to 312 degrees). This offset requires that from the latest Miocene, at least 80% of plate boundary motion has been accommodated within the Gulf of California. During the time period from 12.5 Ma to 6.0 Ma, dextral plate boundary motion was primarily accommodated outside of the Gulf region. These results suggest that localization of the Pacific - North America plate boundary in the Gulf of California was a rapid process during latest Miocene to early Pliocene time, 6 to 7 Myr after the cessation of subduction offshore of Baja California Sur.

SRSNM-11

ESTRUCTURA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA CORTEZA EN EL CENTRO-NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Paz-López S.¹, González-Fernández A.², Danobeitia J.J.³,
Delgado-Argote L.A.² y Córdoba D.⁴

¹ Depto. de Geofísica, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

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

³ Depto. de Geofísica, Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera», CSIC, Barcelona, España

⁴ Depto. de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

Se han interpretado datos de alta resolución de sísmica de reflexión vertical, refracción-reflexión de gran ángulo y gravimetría a lo largo de dos perfiles en la parte centro-norte del Golfo de California. El perfil P-311 está ubicado al sur de la Isla Tiburón, con orientación noreste-suroeste y una longitud de 58 km. El perfil P-312 se localiza entre la península de Baja California y la Isla Ángel de la Guarda, sobre el Canal Las Ballenas-Salsipuedes, con una longitud aproximada de 220 km.

Los perfiles sísmicos y gravimétricos fueron llevados a cabo en 1996 como parte del proyecto CORTES-P96. Para el perfil P-312, aparte de los datos sísmicos y gravimétricos, se cuenta con datos magnéticos recabados en marzo del 2000. Las ondas sísmicas generadas por los cañones de aire comprimido fueron registradas por un cable de registro (streamer) para la sísmica de reflexión vertical y por OBS (sismómetro de fondo oceánico) y estaciones de registro portátiles ubicadas en tierra, para el caso de la sísmica de gran ángulo.

Como resultado de la interpretación conjunta de datos, para el perfil P-311 se encontró un modelo de distribución de velocidades y densidades detallado. Se observó, al noreste de este perfil, una zona de sedimentos plegados por el cambio de dirección del principal sistema transforme. Además se identificó un complejo hipabisal, similar a los observados en la Cuenca Guaymas. También se observaron tres zonas de falla a lo largo de todo el perfil que cortan toda la corteza y se determinó una estructura cortical que varía de 21 a 26 km de espesor, es decir, estructuras corticales de diferente espesor que fueron puestas en contacto por el desplazamiento de la península con relación a la placa de Norteamérica.

Para el perfil P-312 se determinó un modelo sísmico y gravimétrico detallado. Se identificó un complejo hipabisal debajo de la Cuenca Delfín Inferior y una posible acumulación de gas al noroeste de esta cuenca. Se observó al noroeste, 3 zonas de fallas que cortan la corteza. Además se interpretó un adelgazamiento de la corteza de 16 km debajo de la Cuenca Salsipuedes Sur relacionado con un ascenso de material del manto observado en esta zona. Se observó una intensa actividad magmática debajo de las cuencas Salsipuedes Norte y Salsipuedes Sur.

SRSNM-12

DISTRIBUCIÓN DE EJES P Y T DE LOS MECANISMOS FOCALES SÍSMICOS EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

J. Frez, A. Nava, J. Acosta, J. González y H. Fabriol
CICESE

Entre 1997 y 2000, hemos determinado cerca de 200 mecanismos focales sísmicos en distintos sectores del norte de Baja California: Zona Sísmica Mexicali, falla San Miguel, Valle Ojos Negros, falla Sierra Juárez y un punto de la Sierra Peninsular en el límite entre ambas Californias. Para esto, se han utilizado datos de estaciones locales, cuyos resultados generales se reportan en otra presentación, así como de las redes regionales (RESNOM y SCSN) para sismos de magnitud mayor de ~2.1. La mayoría de los eventos determinados localmente tienen magnitudes entre 1.0 y 2.0.

A partir de estas estimaciones, se obtiene la distribución de la posición de los ejes P y T para cada uno de los sectores aludidos. En esta presentación, mostramos resultados del análisis de las distribuciones en acimut e inclinación a través de histogramas circulares en que las frecuencias se distribuyen en clases angostas de acimut. El propósito general es determinar el grado de similitud de estas distribuciones con el patrón regional de esfuerzos (comprensivo N/S). Se aplica un análisis de significación de los máximos locales, con respecto al global, que aparecen en los histogramas de roseta. En general, el máximo global corresponde al patrón regional. Los resultados se discuten en términos de las estructuras sismotectónicas de cada sector estudiado.

SRSNM-13

RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE SIERRA JUÁREZ (RANCHO VIEJO), Mw=5.1 DEL 3 DE DICIEMBRE DE 1991 EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA: EVIDENCIAS DE FALLAMIENTO PERPENDICULAR A LA FALLA SAN MIGUEL

J. Javier González-García y Jose Frez
CICESE

Presentamos los resultados de un estudio de localización hipocentral para el temblor "Rancho Viejo" (Mw=5.1) y sus réplicas ocurrido en diciembre de 1991 en la Sierra Peninsular en el norte de Baja California.

El temblor Rancho Viejo ocurrió en una zona escasamente habitada (comunidad indígena Pai Pai) y forma parte de una serie de temblores de tamaño moderado (5.0 M 5.5) que han ocurrido en Sierra Juárez entre la falla San Miguel y la depresión de Laguna Salada desde 1975. Esta región en actividad sísmica se ubica como una banda de 20-15 km de ancho y rumbo NE ~30° la cual parece ligar tectónicamente al extremo NW de la zona de ruptura del temblor San Miguel (ML ~6.8) del 9 de febrero de 1956 con el extremo SE de la zona de ruptura del temblor Laguna Salada de febrero de 1892. Este bandeamiento que llamaremos Cucapá-Pai Pai se presenta con mayor evidencia actualmente en su parte serrana y escasamente en la parte extensional (Laguna Salada). En su parte serrana la actividad sísmica comprende temblores con mecanismo focal a rumbo y echado y secuencias de réplicas con preponderancia al NW. Las réplicas del temblor de Rancho Viejo tienen una tendencia francamente perpendicular a la falla San Miguel.

Presentamos 87 localizaciones hipocentrales de alta calidad para la secuencia sísmica que incluye el temblor principal (diciembre 3, 17:54 UTC) y los primeros 5 días después del mismo. Se utiliza toda la información disponible regionalmente, es decir datos de RESNOM datos de la Red del Sur de California (CIT/USGS) y datos de un arreglo temporal de 3 estaciones analógicas (MEQ-800 Ranger SS-1), estas con distancia epicentral menor a 10 km.

Después de una serie de rigurosas pruebas con diferentes modelos de velocidad estructural se seleccionó el que se utiliza por CIT/USGS para sus localizaciones rutinarias en el sur de California sólo que con objeto de lograr un mejor ajuste de residuales para estaciones lejanas (> 125 km, arribos refractados) preferimos una profundidad al moho de 32 km.

El temblor principal tiene una profundidad de 9.5 km y las réplicas se presentan entre los 4 y 10 km. El área hipocentral (25-30 km²) corresponde bien a la magnitud Mw=5.1 asignada por otra fuente.

El mecanismo focal del temblor principal obtenido con polaridad de primeros arribos (33) es de rumbo con planos de N50°W y N40°E. Los epicentros del temblor Rancho Viejo y sus réplicas ocurridas durante los primeros 5 días se alinean a lo largo de 5 km con un rumbo de N30°E. Este lineamiento es colimante con un pequeño valle intermontano de 7 km de longitud perpendicular a la falla San Miguel.

Conclusiones.- Los hipocentros de la secuencia sísmica del temblor de Rancho Viejo de diciembre de 1991 ocurrieron a lo largo de un plano de falla con probable ligero echado al SE sobre la ladera de una colina que se inicia justo al extremo SW de un pequeño pero largo valle intermontano en la parte central de Sierra Juárez. Esto, en concordancia con la sismicidad histórica registrada, la actividad microsísmica local y lineamientos geomorfológicos nos sugieren la existencia de una activa falla lateral izquierda de al menos 12 km de longitud con rumbo N 30° E que denominaremos Falla Rancho Viejo. Este rasgo tectónico de mediana escala, que en conjunto con otros de rumbo NW y componente lateral derecho y aún normal, forman el bandeamiento Cucapá-Pai Pai, juega un importante papel en la sismotectónica del norte de Baja California al ligar la actividad sísmica en el Valle de Mexicali con la actividad sísmica en el Valle de Ojos Negros.

SRSNM-14 CARTEL

BASE DE DATOS GEOCRONOLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS DEL NW DE MEXICO

Hinojosa-Corona A., Serrato Bertha, López-Martínez
Margarita, Martín-Barajas Arturo

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

Se realizó una revisión bibliográfica para recopilar datos geocronológicos y geoquímicos del NW de México e integrarlos en una base de datos relacional. Los datos geocronológicos, describen 365 muestras de rocas con edades reportadas por K-Ar y 40Ar/39Ar y datos no publicados del Laboratorio de Geocronología de CICESE. Se revisaron las edades reportadas, para eliminar duplicados y en caso necesario, convertirlas a las constantes reportadas por Steiger y Jäger (1977).

La base de datos geoquímicos provee información útil para analizar la evolución del magmatismo en la Provincia Extensional del Golfo. Incluye ~270 análisis químicos de elementos mayores (recalculados en base seca y por FeO/Fe₂O₃) elementos traza e isótopos en algunos casos, en rocas volcánicas de edad inferior a 14 Ma de Sonora, Sinaloa, la península de Baja California y del fondo del Golfo de California.

Se integró la información disponible tomando en cuenta localización, descripción litológica y material analizado. La ubicación geográfica permite incorporar con facilidad la tablas a un sistema de información geográfica para generar mapas, realizar consultas y análisis espacial. Para hacer accesible la base de datos a la comunidad científica, se desarrolló una aplicación en internet con ayuda de MapServer, una herramienta de dominio público desarrollada originalmente en la Universidad de Minnesota (UMN), que permite consultar y desplegar la ubicación de las muestras, sobre mapas temáticos que apoyan en la interpretación. Entre los mapas temáticos se incluyen la Carta Geológica de la Republica Mexicana a escala 1:2,000,000, modelos digitales de elevación, y un mosaico de imágenes Landsat MSS.

Referencias

Steiger R.H. y Jäger E., 1977 Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in Geo and Cosmochronology. Earth and Planetary Science Letters, vol. 36: 359-362.

SRSNM-15 CARTEL

RASGOS BATIMÉTRICOS DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y SU CORRELACIÓN CON ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS ACTIVAS

Luis Gustavo Álvarez S.¹, Francisco Suárez V.² y Ramon Mendoza B.²

¹ Depto. de Oceanografía Física, CICESE

² Depto. de Geología, CICESE

E-mail: lalvarez@cicese.mx

E-mail: fsuarez@cicese.mx

E-mail: rmendoza@cicese.mx

En estudios previos se han identificado las zonas de fracturas en el Golfo de California mediante perfiles de sismica de reflexión y batimetría. Los centros de dispersión de la región sur se han detectado mediante anomalías magnéticas, en tanto que en la parte central del Golfo estos centros se manifiestan a través de crestas y cuencas profundas.

En el Alto Golfo los centros de dispersión y fracturas se encuentran cubiertos por los sedimentos que aportó el Río Colorado. En general las evidencias de estructuras geológicas formadas en tiempos geológicos recientes han quedado ocultas bajo la capa sedimentaria, por lo que, los centros de dispersión en esta zona, se han localizado mediante los epicentros de temblores, enjambres sísmicos y flujo de calor (Thatcher and Brune 1970, Lomnitz *et al.*, 1970).

En este trabajo se presenta información batimétrica reciente del Alto Golfo de California que complementa mapeos previos con cobertura parcial. Se comprueba la presencia y la secuencia de canales y crestas paralelas al eje del Golfo, las cuales mantienen su identidad por decenas de kilómetros, desde las partes someras del

extremo norte, hasta las márgenes de la Cuenca de Wagner. En la parte somera, la secuencia de crestas se ha atribuido a la corriente de marea la cual forma bancos lineales de arena (Carbajal y Montaña, 1999). Se supone que estos rasgos en profundidades mayores de 20 metros representan estructuras relictas (Thompson, 1968).

De los rasgos batimétricos más notables, dos son los sobresalientes. Uno corresponde a un bajo alargado de 50 km de longitud y el segundo es un canal angosto de mas de 70 km de largo localizados frente a las costa de Sonora. Ambos son paralelos al eje del Golfo. La superposición de epicentros de temblores, la alineación de un enjambre sísmico y el mapa batimétrico reciente sugieren que al menos estos dos rasgos son manifestaciones superficiales de estructuras geológicamente activas, siendo una de ellas, la Falla de Cerro Prieto. Por otro lado estos rasgos reflejan la geometría del basamento profundo de la Cuenca de Wagner.

SRSSM-01

ESTRATIGRAFÍA ESPECTRAL Y ESTRUCTURAS DEL LÍMITE TECTÓNICO DE LOS COMPLEJOS OAXAQUEÑO Y ACATLÁN CON SENSORES REMOTOS

Jesús Uribe Luna

Gerencia de Integración de Información, Consejo de Recursos Minerales

El área en estudio comprende el límite de los complejos Oaxaca y Acatlán entre los estados de Puebla y Oaxaca, en la carta Atzumba, E14-B85, escala 1:50,000. Se utilizó una imagen digital Landsat del sensor TM en las bandas 7 (infrarojo medio), 4 (infrarojo cercano) y 3 (rojo visible), de las cuales las dos primeras mostraron alta dispersión espectral útiles para la extracción de información y definición de unidades estratigráficas con base en su respuesta espectral mediante procesos de clasificación de imágenes. Con la selección de campos de entrenamiento en áreas en donde se reconocen diferencias entre unidades litológicas, se realizó un proceso de clasificación supervisada. Se probaron dos algoritmos; máxima verosimilitud y distancia de Mahalanobis. Este último proporcionó la mejor clasificación por ser un algoritmo sensitivo a la distancia espectral lo que favoreció la separación de 7 clases; Complejo Oaxaqueño (Proterozoico), Complejo Acatlán (Paleozoico), Granito Cozahuico (Devónico), Formación Tecomazúchil (Jurásico Medio), Formación Zapotitlán (Cretácico Inferior), Toba Llano de Lobos (Terciario Inferior) y arenas y gravas del Reciente. La precisión estadística de la clasificación no superó el 56 % debido en gran parte a la separación de clases de gneis y esquisto dentro de los complejos metamórficos lo cual no es una mala clasificación sino una expresión de la variación en la composición litológica. Con base en las características fotogeológicas se interpretaron las unidades sobre la imagen digital para su comparación con la imagen clasificada mostrando un 90 % de certeza de la clasificación. Los perfiles radiométricos sobre el límite tectónico entre los complejo Oaxaqueño y Acatlán mostraron una respuesta reflectiva alta para el Granito Cozahuico que resalta su emplazamiento tectónico. Con el propósito de definir dicho límite tectónico se procesó un filtrado direccional E-W de paso alto para realzar rasgos lineales de alta frecuencia espacial en la imagen. La imagen resultante resaltó lineamientos tectónicos irregulares de dirección burda norte-sur, fracturas de dirección NE45°SW y planos de foliación con inclinación NW30° dentro del Complejo Oaxaqueño. Finalmente las imágenes y los datos vectoriales se integraron en un sistema de información geográfica para el despliegue y la consulta.

SRSSM-02

CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO; PART I: CONDUCTIVITY MODELS

Jording A., Jödicke H.¹ and Arzate J.A.²¹ Universität Münster, Germany² UNICIT, UNAM

In southern Mexico magnetotelluric (MT) measurements have been carried out along two profiles, A-A' and B-B', to study the distribution of the electrical conductivity in the Mexican crust and upper mantle down to the depth of the subducting Cocos plate. Attempting to image the top and the dip of the plate was one of the

main objectives. Profile A-A' comprising 27 MT stations is running from Puerto Escondido at the Pacific coast to Tlacotalpan at the Gulf of Mexico. It is also known as GEOLIMEX transect where refraction seismic and gravimetric studies have been conducted some years ago. Profile B-B', comprising 48 MT stations, is running from Acapulco at the Pacific coast to Tampico at the Gulf, in its central part crossing the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB).

On the whole, data quality of our magnetotelluric data is good or appropriate. Modern decomposition methods showed that application of 2D-modeling is suitable to the data sets of both profiles. 'Static shift' distortion effects could be corrected, however, this correction proved to be crucial in the southern part of profile B-B'. Some uncertainties about the depth resolution of conductivity structures may result on this part of the line, therefore. For the 2D-modeling procedure, forward as well as inversion algorithms were used.

As result, the 2D models display several zones of markedly enhanced conductivity on both profiles. In the southern part of profile A-A', two of such zones follow clearly the trend of the subducting plate. In the southern part of profile B-B' similar but less distinct features may be identified. Here, the northern one of these zones seems to prolongate into a broad and very striking zone of high conductivity extending at a depth range of 15 - 40 km below the TMVB and its foreland. Due to its high conductance of 4100 S on average deeper conductivity structures may be obscured by electrical shielding effects. In the coastal plain of the Gulf at the northern ends of both profiles near surface good conductors are imaged.

Our results will be compared with results of other MT studies about active continental margins in Vancouver Island (Canada), Oregon (USA), and Southern Bolivia/Northern Chile.

SRSSM-03

CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO. PART II: ORIGIN OF ZONES OF ENHANCED CONDUCTIVITY

Jödicke H.¹, Jording A.¹, Mezger K.¹ and Arzate J.A.²¹ Univ. Münster, Germany² UNICIT, UNAM

In our MT study several zones of enhanced conductivity have been imaged along profiles A-A' and B-B'. While the good conductors near the Gulf at the northern ends of both profiles are readily explained by near surface, water saturated sediments, all other high conductivity structures appear to be related to the setting of the subducting Cocos plate.

Good conductors at convergent plate boundaries are interpreted in most cases by fluids and partial melts because large amounts of sulfides, oxides, or graphite that could result in the observed conductivity are not known for subduction zones. Regarding possible sources of fluids, trapped seawater in subducted sediments or oceanic basalts has been a candidate since long. However, this water will be squeezed out and used for hydration reactions at rather shallow depths. A more powerful source at larger depths seems to be water release from the hydrothermally highly altered oceanic basalts. Various mainly temperature controlled water producing

reactions are known, with the breakdown of zeolites at 15–30 km and of chlorites at 40–50 km representing the most effective ones. These temperature/depth ranges fit very well with the bases of the two zones of enhanced conductivity as imaged in the southern part of the MT models. These zones may be explained, therefore, by means of ascending water released from the oceanic crust. The contribution of the subducted sediments to the total water budget seems to be negligibly small.

When the oceanic lithosphere reaches a depth of ~100 km partial melts will occur enabled by water release from amphibolites, and magmas will rise to the surface. Shielded by the broad conductive zone at deep crustal levels, this process is not seen in our MT models. The broad conductive zone itself may originate from hydrothermal fluids related to the magmas but also portions of partial melts may not be excluded.

SRSSM-04

DEFORMACIÓN DÚCTIL EN LA PORCIÓN NORTE DEL COMPLEJO OAXAQUEÑO (EDO. DE OAXACA): RESULTADOS DE OBSERVACIONES MICRO Y MESOESTRUCTURALES

Luigi A. Solari, J. Duncan Keppie y Fernando Ortega
Gutiérrez

Depto. de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM

El Complejo Oaxaqueño constituye el mayor afloramiento de rocas granulíticas grenvillianas (~1.0 - ~1.3 Ga) en México. La porción norte del Complejo Oaxaqueño está compuesta por (1) ortogneises graníticos, sieníticos y gabro-dioríticos, estos últimos migmatizados hace ~1.1 Ga; (2) metasedimentos tectónicamente yuxtapuestos con las migmatitas y (3) una secuencia de rocas máficas compuesta por anortositas, gabbros, y charnoquitas de granate, con firma intraplaca, de ~1.0 Ga. El metamorfismo en facies de granulita (calculado en ~740 C y ~7.4 kb en una charnoquita de granate) afectó todas estas unidades hace ~0.98 Ga. Numerosas estructuras de deformación bajo un régimen dúctil caracterizan este área, son observables tanto a escala mesoscópica como microscópica y están resumidas como sigue:

D1: es la fase aparentemente más antigua (D1a), representada por pliegues sin-migmatíticos de hasta 10 cm de amplitud, isoclinales e intrafoliales con respecto al bandeamiento metamórfico. Frecuentemente estos pliegues están representados por charnelas aisladas, o fueron replegados (D1b) durante el mismo evento de migmatización.

D2: se originó durante el metamorfismo granulítico, como representado por los minerales de alto grado que recrystalizan a lo largo de los planos axiales de los pliegues, los cuales son cerrados hasta isoclinales, de amplitud hasta los 30 cm y de clase 1B en los gabbros, 1B hasta 1C en las migmatitas, 1B hasta 2 en los metasedimentos (en donde alcanzan algunos metros de amplitud). Entre las estructuras D2 se observa también una milonitización en las anortositas y gabbros, con formación de microtexturas de alto grado en los piroxenos, listones de cuarzo y una lineación mineral constituida por minerales como piroxenos, anfíbol y opacos, siempre orientada hacia NW y subparalela a la lineación de estiramiento de cuarzo y plagioclasa.

D3: retrogresión en facies de anfibolitas acompañada por la formación de coronas de biotita y actinolita alrededor de los máficos y titanita alrededor de ilmenita, así como un posible microplegamiento de la foliación milonítica en los gabbros.

D4: retrogresión en facies de esquisto verde, asociado con la formación de pliegues abiertos hasta cerrados de varios metros de amplitud y de clase 2 en los gabbros. Estos pliegues, que afectan a toda el área de estudio, fueron acompañados por recrystalización de biotita en los planos axiales.

D5: sistema de milonitas y ultramilonitas subverticales (D5a) en facies de esquisto verde, con desplazamiento normal hacia el NE, que se ubica en la porción E del área de estudio. Una milonita desarrollada bajo las mismas condiciones metamórficas, pero caracterizada por un sistema de desplazamiento orientado NW-SE (D5b) puede ser responsable de la yuxtaposición entre migmatitas y metasedimentos.

D6: bajo condiciones metamórficas de muy bajo grado se observa un sistema de “kink bands” en las anortositas, cuyos pliegues asociados muestran un crucero axial de fracturamiento.

SRSSM-05

LA OROGENIA MIXTECA DEL DEVÓNICO DEL COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE MÉXICO

José Luis Sánchez Zavala, Fernando Ortega Gutiérrez y
Mariano Elías Herrera
Instituto de Geología, UNAM

Las características estructurales y litológicas del Complejo Acatlán (CA) sugieren que es resultado de al menos dos eventos orogénicos importantes: La orogenia Acateca del Ordovícico-Silúrico; y la Orogenia Mixteca del Devónico Tardío, objetivo central de este trabajo. La Orogenia Acateca se caracteriza por su metamorfismo de alta presión en cuerpos máficos y ultramáficos y sedimentos relacionados (Formación Xayacatlán), así como en granitos y migmatitas sintectónicos (Granitoides Esperanza) que fueron transportados sobre secuencias silicoclasticas de trinchera y de antearco, con remanentes de piso oceánico (Formaciones Cosoltepec, Chazumba y Magdalena). La Orogenia Acateca se interpreta como resultado del cierre de la cuenca oceánica de Iapetus, y la colisión directa entre Laurencia y Gondwana en el Ordovícico Tardío (Ortega *et al.*, 1999). La Orogenia Mixteca está claramente registrada en la deformación dúctil de la Formación Tecamate (FT), unidad estratigráfico-estructural superior del CA, y cuerpos intrusivos paleozoicos, cuyas características geológicas sugieren que el CA fue afectado por eventos tectónicos postcolisionales durante el Devónico Tardío.

La FT es una secuencia turbidítica de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados y rocas volcánicas, volcanoclasticas de composición andesítico-basálticas y ocasionalmente félsicas. Sus relaciones de campo indican que se depositó después del primer evento orogénico durante el Devónico Medio-Devónico Tardío temprano. La FT está deformada y metamorfoseada en facies de esquisto verde. Los cuerpos intrusivos paleozoicos incluyen granitos sin deformar (Los Hornos) y granitos miloníticos (La Noria), ambos intrusionan a la FT. Sobre los granitos y la FT descansa en discordancia la base de la Formación Patlanoaya del Osageano. El granito de los Hornos tiene una textura heterogranular, donde destacan fenocristales de microclina incluidos

en una matriz de cuarzo, plagioclasa seritizada, microclina, biotita cloritizada, epidota y óxidos. Los granitos miloníticos (La Noria) están compuestos por porfidoclastos de microclina y cuarzo incluidos en una matriz proto y milonítica definida por cuarzo, albita, epidota y sericita. Las paragénesis minerales observadas indican condiciones de deformación y metamorfismo de bajo grado. La Noria presenta estructuras sigmoidales tipo s y d que muestran una cinemática dextral. La edad U-Pb determinada para la Noria es de 371 ± 34 Ma (Yañez *et al.*, 1991). Las características estructurales de los granitos miloníticos y su relación intrusiva con la FT, sugiere que son sintectónicos y se le asigna una edad del Devónico Tardío a la Orogenia Mixteca, lo cual es consistente con la relación discordante de estas unidades con la Formación Patlanoaya. Este evento orogénico está representada por pliegues subverticales isoclinales y recostados orientados NE-NW y zonas miloníticas. También presenta una fuerte lineación, que se manifiesta en los conglomerados como clastos formando elipses con relaciones del orden de los 2:1:0.5 cuya máxima elongación es paralela a la lineación. Cabe destacar que las condiciones bajo las cuales se originó la Orogenia Mixteca, en facies esquistos verde, contrastan notablemente con las de alta presión reportadas para los Granitoides Esperanza, formados durante la Orogenia Acateca.

Las características litológicas de la FT y datos geoquímicos preliminares de sus rocas volcánicas sugieren un ambiente de cuenca de trasarco. Por otro lado, análisis Sm/Nd en roca total en lutitas con valores de epsilon niobio inicial (ϵ_{Nd}) y edades modelo (TDM) que varían de -10.44 a +3.98 y de 600 a 1500 Ma, respectivamente, sugiere que los sedimentos fueron derivados de una fuente Grenvilliana y mezclados con una fuente primitiva (Formación Xayacatlán). En conclusión las características geológicas de la FT y sus relaciones de campo sugieren un evento tectónico postcolisional en el CA durante el Devónico Tardío resultado, probablemente de la acreción oblicua de una cuenca de trasarco a un margen continental en el Devónico Tardío durante las interacciones entre Laurentia y Gondwana.

Referencias bibliográficas

- Ortega-Gutiérrez, F., Elías-Herrera, M., Reyes-Salas, M., Macías-Romo, C., and López, R., 1999, Late ordovician-Early Silurian continental collision orogeny in southern Mexico and its bearing on Gondwana-Laurentia connections: *Geology*, v. 27, p. 719-722.
- Yañez, P., Ruiz, J., Patchett, P.J., Ortega-Gutiérrez, F., and Geheerls, G.E., 1991, Isotopic studies of the Acatlán Complex, southern Mexico: Implications for Paleozoic North American tectonics: *Geological Society of America Bulletin*, v. 103, p. 817-828.

SRSSM-06

INDICACIONES ISOTÓPICAS Y GEOQUÍMICAS SOBRE LA EDAD Y EL ORIGEN DEL BATOLITO DE LA MIXTEQUITA EN EL ESTE DEL ESTADO DE OAXACA Y SOBRE SU POSIBLE CORRELACIÓN CON EL MACIZO DE CHIAPAS

Bodo Weber¹ y Hermann Köhler²

¹ Lehrstuhl für Angewandte Mineralogie und Geochemie,
Technische Universität München, Alemania
Actualmente CICESE

E-mail: bweber@cicese.mx

² Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania

El batolito de la Mixtequita, que se encuentra en el estado de Oaxaca al poniente del Istmo de Tehuantepec, se compone de granitoides calcoalcalinos de composición intermedia a ácida y también de intrusiones básicas. Los granitoides han intrusado a granulitas precámbricas del complejo Guichicovi. El macizo de Chiapas se extiende desde el este del Istmo de Tehuantepec hasta Guatemala y anteriormente fue cartografiado como batolito granítico de edad pérmica. Su mayor parte todavía no se conoce y tampoco se sabe hasta la fecha a que rocas intrusaron los magmas del dicho batolito.

En este trabajo se presentan datos geoquímicos y datos isotópicos de Rb-Sr y de Sm-Nd de roca entera y de biotita del batolito de la Mixtequita y de algunas muestras de diferentes unidades del macizo de Chiapas.

Las edades de enfriamiento de biotita y roca entera (Rb-Sr) de 3 monzodioritas de cuarzo del batolito de la Mixtequita varían entre 228 y 239 Ma. Tanto los valores iniciales de ϵ_{Nd} de 5 muestras de granitoides entre -4.3 a -4.7, como las edades modelo de Nd entre 1.15 y 1.25 Ga, indican una influencia de corteza precámbrica en estos magmas. Los valores de $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ entre 0.7056 y 0.7060 no indican una influencia tan pronunciada, por lo que se deduce que la corteza contaminante tenía bajo contenido en Rb. De las distribuciones de las tierras raras sin anomalías de Eu y con valores de $La/Yb_{(n)}$ entre 8.9 y 10.9 se deduce un magma diferenciado. Tanto los contenidos en Y, Nb y Rb como las razones entre La y Nb indican un origen de los granitoides dentro de un arco magmático. Un gabro que aflora en el norte del batolito de la Mixtequita tiene una edad de enfriamiento de biotita y roca entera (Rb-Sr) de solo 181±9 Ma. Sus valores iniciales de $^{87}Sr/^{86}Sr$ y de ϵ_{Nd} indican una proveniencia del manto mientras que su composición química identifica también su origen de arco magmático. Los datos indican que el gabro fue el producto de un evento ígneo independiente.

Cinco muestras de granitoides y de gneises deformados del macizo de Chiapas tienen edades modelo de Nd entre 1.04 y 1.27 Ga y valores de $\epsilon_{Nd}(i)$ entre -5.6 y -3.5. Cuatro de las mismas tienen valores $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ entre 0.7057 y 0.7064. La otra muestra es un augengneis cuyo valor de $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ es de 0.7098 que, también por su patrón de tierras raras ($La/Yb_{(n)} = 48.2$), representa un origen distinto. Su edad de biotita y roca entera (Rb-Sr) es 177±9 Ma. Otra edad de biotita y roca entera (Rb-Sr) de un gneis de composición granodiorítica resultó en 237±12 Ma. Los elementos traza identifican las muestras ácidas e intermedias del macizo de Chiapas también de origen asociado a un arco magmático. Una edad modelo de Nd de 1.4 Ga de una roca metabásica de composición toleítica

que no pudo haberse formado como resultado de fusión de una antigua corteza continental, representa probablemente un relicto de una roca precámbrica.

SRSSM-07

ROOTS OF THE CALTEPEC FAULT ZONE, SOUTHERN MEXICO: EARLY PERMIAN EPIDOTE- BEARING ANATEXITIC GRANITOIDS

Mariano Elías-Herrera y Fernando Ortega-Gutiérrez
Instituto de Geología, UNAM

The roots of the Caltepec Fault Zone (CFZ, 2-6 km wide and 25 km exposed length) in Tehuacán region, southern Mexico, are clearly observed in epidote-bearing anatectic granitoids. The CFZ is the terrane boundary between the Grenvillian Oaxacan Complex (fragment of Gondwana) and Paleozoic polydeformed and metamorphosed Acatlán Complex (containing pieces of eclogitized ophiolite) that previously was considered the intact Devonian suture between Laurentia and Gondwana. The CFZ is a polyreactivated crustal weakness zone that acted as a dextral transpressional fault boundary generating in situ syntectonic migmatization and granitic magmas during the Early Permian. The fault zone was later reactivated under brittle regimes with intense cataclasis and faulting in Mesozoic and Cenozoic times.

The Cozahuico granite (CZG) and subvertical migmatized megaxenoliths of the Oaxacan Complex are found along the CFZ. The CZG is a syntectonic magmatic epidote-bearing sheet-like pluton with dextral shear kinematic fabrics. The migmatized gneisses consist essentially of alternating layers of melanosome rich in hornblende, biotite and epidote, and epidote-bearing granite (leucosome), with subhorizontal mineral stretching lineation subparallel to the magmatic and tectonic fabric of the host pluton. The close spatial relationships between the CZG and migmatized gneisses, and the structural data in both units, indicate coeval ductile deformation, magmatism and migmatization. This syntectonic epidote-bearing anatectic melts were generated in situ under amphibolite facies conditions at minimum pressures of 4.5 kb and temperatures of 650-700 °C, and high influx of water, as suggested by the presence of magmatic epidote in pluton and neosome. The neosome yield an U-Pb zircon concordant age of 274 ± 11 Ma (Wolfcampian) which, according to geological relationships, dates the entire tectono-magmatic event in the CFZ. A very high rate of uplift (ca. 2.5 km/Ma) is estimated as the Leonardian (268 Ma) red beds of the Matzitz Formation overlap the local migmatites and syntectonic Cozahuico granite with a minimum emplacement depth of ca. 16 km. This is also supported by the preservation of magmatic epidote in the granitoids.

The Early Permian tectono-magmatic event, in which frictional heating, decompression and/or fluxing processes probably focused crustal-derived syntectonic epidote-bearing magmas, is an excellent example of a magma-assisted mid-crustal transpressional shear zone perfectly exposed in southern Mexico. If the CFZ is related to the possible southern extension of the Alleghanian/Ouachita orogenic belt, or simply corresponds to an oblique interaction between individual basement blocks jammed in the final assembly of western Pangea that welded the Acatlán and Oaxacan complexes, is an issue that must be carefully evaluated.

SRSSM-08

TRANSICIÓN DE FACIES ANFIBOLITA (BT-KY-GR) A MIGMATITAS EN FACIES GRANULITA (BT-SILL- CRD-HCY-ESPINELA) EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DEL TERRENO XOLAPA: CONDICIONES P-T DE METAMORFISMO E IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Corona-Chávez P.¹ y Victoria-Morales A.²

¹ Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Facultad de Ingeniería, División de Ciencias de la Tierra,
UNAM

Se discuten las variaciones de las condiciones P-T de metamorfismo y de fusión parcial del Complejo Xolapa en la porción occidental del terreno Xolapa, en la región comprendida entre de Tierra Colorada-La venta y Cacahuatpec-Pinotepa Nacional.

Las condiciones P-T del evento metamórfico y migmatítico han sido estimadas en base al análisis de las diferentes redes petrogenéticas experimentales, al balance de masas y al intercambio composicional de Al^{IV} , Ti, Fe, Mg y Ca_3 , Al_2 , Si_3 , O_{12} de sus fases en equilibrio.

La región occidental del terreno Xolapa está caracterizada por presentar una serie de secciones transversales N-S que muestran una abundante exposición de cuerpos plutónicos no-metamorfosados de edad del Oligoceno (~36 Ma), los cuales están intercalados en forma intermitente y sin mostrar una evidente zona de metamorfismo de contacto con afloramientos del Complejo plutónico-metamórfico Xolapa.

El litotipo dominante del Complejo Xolapa en esta región se refiere a una serie de ortogneisses mesocráticos (o metagranitoides) que presentan una asociación típica de plagioclasa-cuarzo-anfibol-biotita±almandino; sin embargo, es posible encontrar ortogneisses leucocráticos, anfibolitas y pegmatitas con muscovita y granate con una estructura de plegamiento isoclinal. Por su parte la secuencia metasedimentaria está constituida por metagrauvas (paragneisses y esquistos), mármoles y metapsammitas (gneisses cuarzo-feldespáticos).

Se han podido reconocer al menos cuatro fases de deformación; de las cuales, dos de ellas están relacionadas a plegamiento y metamorfismo de alto grado. Sin embargo, su estructura litológica, de foliación y bandeamiento metamórfico o migmatítico está relacionada directamente el grado metamórfico y en particular con el nivel de segregación (o separación) de las porciones leucosomáticas.

En la porción septentrional de la región de Tierra Colorada-La Venta (y Acapulco), la cual incluye la sección tipo de la "Barranca de Xolapa", se encontró una asociación típica de facies anfibolita de alta temperatura con asociaciones de $Anf-Plg-Qzo \pm Kfs \pm Gr$ para los ortogneisses y de $Bt-Plg-Gr+Ky+St+Ilm$ para las metagrauvas. Su estructura se presenta principalmente foliada con algunos segregados leucosomáticos centimétricos. La St tiende a ser una Fe-estaurilita y las biotitas son Mg-biotitas. Se estimó una temperatura de 550-620°C y una presión de 6.34-9.69 Kb para esta zona.

En la región meridional de toda la zona de estudio (Lomas de San Juan, La Venta y Cacahuatpec, Oax.), las secuencias presentan una estructura típica migmatítica de flecky-gneisses para los ortogneisses y estromática o schöllen para los paragneisses. La proporción leucosomática aumenta y los procesos de segregación son evidentes. Los anfíboles en los ortogneisses presentan una textura típica poikilitica, tienden a ser mas *edeníticos* y es posible encontrar feldespatos alcalinos en equilibrio con el leucosoma. Por su parte las metagrauvacas presentan una asociación mineralógica característica de $Bt-Plg-Sill \pm Gr \pm Crd \pm Spl$ (Hercinita). Esta asociación es posible encontrarla en el mesosoma de las migmatitas de estructura estromática y la textura puede ser fenoblástica, simplectítica y/o en forma de relictos. La sillimanita se puede presentar en fenoblastos o con estructura fibrolítica. Para esta asociación metamórfico-migmatítica se estimaron unas condiciones mínimas de 780-850°C de temperatura y una presión de 4.5-6.34Kb

La transición de facies de anfibolita de alto grado a facies granulíticas y de fusión parcial pudo ser verificada en base a una buena linealidad de las ecuaciones de reacción y está marcada por la aparición de la asociación $kfs-Sill-Hcy$, las estructuras migmatíticas.

La zonación y transición metamórfica de la porción occidental del Complejo Xolapa, implica un incremento de temperatura relacionado a un decremento de presión en un modelo de trayectoria P-T en sentido horario, el cual estaría relacionado a un proceso de plegamiento y un contemporáneo y sucesivo levantamiento implicando un posible proceso precoz de exhumación del Complejo Xolapa. Una segunda hipótesis tectónica se refiere a la zonación inversa de un arco magmático o cinturón metamórfico acoplado (paired metamorphic belt).

SRSSM-09

LA CUBIERTA SEDIMENTARIA PERMICA SUPERIOR(FORMACIONES, OLINALA, IHUALTEPEC, YODODEÑE) DE LOS TERRENOS MIXTECO Y ZAPOTECO EVOLUCION SEIMENTOLOGICA E INTERPRETACIONES PALEGEOGRAFICAS

Flores de Dios González Luis A., D. Vachard y B.E. Buitrón
I.

Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
D. Vachard, Univ. Lille, UFR Sciences Terre Villeneuve d'Ascq ,
Cedex France
Instituto de Geología, UNAM

Las Rocas sedimentarias del Pérmico Superior al Sur de México Incluyen a La Formación Olinalá, En el Estado de Guerrero, las Formaciones Ihualtepec y la Formación Yododeñe en el Estado de Oaxaca. La Formación Olinalá representa la cubierta sedimentaria más joven del paleozoico del Terreno Mixteco. Esta formación contiene las rocas Pérmicas más jóvenes reportadas en México, (Woardeano-Capitaneano). La parte inferior y media, contienen goniatitidos, del Woardiano, braquiópodos (Paranorella) y plantas (Neuropteris, Taeniopteris) . Estas partes están caracterizadas por una secuencia silisiclaica de frente deltaico y de proelta. El contacto con la porción superior carbonatada es un contacto erosional manifestó por una exposición subaerea. La secuencia carbonatada, sedimentologicamente representa a un deposito de rampa carbonatada, en donde la porción de la rampa

interna poco profunda está compuestos principalmente por boundstones de tipo LLH ©, packstones-grainstones de equinodermos y grainstones, en los cuales se localizan también pelecipodos y gasterópodos y microfósiles tales como algas (Parachaetes sp.); bancos de arenas carbonatadas principalmente de crinoideos así como flostones.

La rampa media esta constituida por areniscas y calizas bioclasticas graistones packstones de cricoides, Bryozoarios , pelecipodos, braquiópodos, pequeños foraminíferos (Abadella ex gr. Comformis) y fusulinidos (Codonofusiella extensa, Skinner & Wilde1955; Parafusulina bosei Dumbar & Skinner, 1937; Codofunofusiella extensa Skinner & Wilde1955; Schubertella ex gr. Australis Thompson & Miller 1949) del Woardiano Capitaneano. La porción de la rampa profunda es un montículo lodoso carbonatado (Lime Mound Mount) de cianobacterias (Tubiphytes Aelisacus) esponjas calcáreas, Prorichtofenis, y bryozoarios , los cuales entranpan a un fino lodo calcáreo dando origen a una típica estructura stromactitica. La asociación microfaunistica de los fusulinidos de Olinalá se puede establecer con Las Guadalupe Mountain de Texas, EUA; La Formación La Mar de Texas, EUA; California , EUA ;La Formación La Difunta, Coahuila México; y con los estados de Sonora, Guerrero y Oaxaca en México.

La Formación Ihualtepec también es una cubierta sedimentaria del Paleozoico Superior del Terreno Mixteco.

La Formación Ihualtepec esta constituida por calizas y silisiclastos plegadas por un cabalgamiento del basamento sobre esta formación. En las calizas de esta formación se colectaron Fusulinidos (Parafusulina) del Woardeano Inferior-Medio (zonas PG2 o PG3). La asociación Paleogeografica de Parafusulina se establece con el Norte de California y Texas en los EUA y con los estados de Sonora Coahuila Guerrero y Oaxaca en México.

La Formación Yododeñe es parte de la cubierta sedimentaria del Complejo Oaxaqueño de edad Grenviliana, esta formación aflora en el área de Nochistlán Ixtaltepec, consiste de conglomerados con soporte de clastos que fueron depositados en los lóbulos de un sistema de abanico aluvial. Los conglomerados de esta formación contienen clastos de calizas con fusulinidos (Schwagerina elkoensis y Boultonia heezeni; característicos de Nevada, EUA), indicativos del Wolfcampiano Medio otros fusulinidos son Skinnerella biconica skinner y Parafusulina brookensis de edad Leonardiano Inferior y Medio. Estos dos últimos fusulinidos son característicos de la micro fauna de la Formación Bone Spring. La presencia de estos fusulinidos en los clastos del conglomerado hace dudar de la edad Pérmica considerada hasta hora para esta formación.

La asociación de los Fusulinidos contenidos en los clastos calcáreos de la Formación Yododeñe indican ya una proximidad del bloque de Oaxaca con respecto a Texas durante el Leonardiano. Además que evidencia que sobre el Terreno Zapoteco durante el Leonardiano-Wolfcampeano, sobre este terreno hubo una sedimentación de carácter carbonatado que aun no sé encontrado. Igualmente los fusulinidos de las Formaciones Olinalá e Ihualtepec. indican que durante el Pérmico Superior (Woardiano-Capitaneano) la paleo provincia de Fusulinidos. Que se conoce al Sur de los EUA (Texas, Arizona, Nuevo México, California) y al norte de México (Sonora, Chihuahua, Coahuila), se extiende hasta el México centro-meridional

La proximidad del bloque de Oaxaca con respecto a Texas así como la extensión hacia el sur de las provincias de los fusulinidos solo son elementos que confirman el cierre del Ímpetus para conformar la Pangea, hacia finales del Paleozoico Superior.

SRSSM-10

LA UNIDAD PIEDRA HUECA SECUENCIA CLÁSTICA PALEOZOICA (SUR DE PUEBLA)

Gilberto Silva-Romo y Claudia Mendoza-Rosales
Facultad de Ingeniería, UNAM

El vasto registro geológico de la Mixteca Poblana, está conformado por secuencias clásticas que atestiguan una intensa denudación del Complejo Acatlán, y la generación de cuencas continentales de origen tectónico, tanto en el Paleozoico Superior, como en el Mesozoico y el Cenozoico.

La Unidad Piedra Hueca está expuesta al sur de Ixcaquixtla, Pue., en las cercanías de Santo Domingo Tianguistengo, unidad que se caracteriza por su contenido de arcasas y de conglomerados con gravas de granitoides con un espesor de aproximadamente 800 m. La unidad incluye lodolitas y arenicas de grano fino. La secuencia se presenta en estratos desde laminares hasta masivos algunos lenticulares y presenta estructuras primarias tales como calcos espatulados, estratificación cruzada y ripple marks.

En un afluente del Arroyo Cazahuat se colectaron ejemplares de flora fósil, identificada como Calamites sp., mientras que en el Río Magdalena se observaron ejemplares que pueden corresponder con Sphenophyllum sp. Con base en el contenido fósil se asigna a esta unidad una edad correspondiente al Paleozoico Superior y se le considera correlativa con la Formación Matzitzi.

La unidad está cubierta discordantemente por la Formación Otaltepec asignada al Jurásico Medio, la cual está caracterizada por su naturaleza cuarcítica con granulometría gruesa y poca redondez, la unidad incluye algunos estratos de lodolitas, es portadora de contramoldes de icnitas de saurópodos terópodos.

Las características sedimentológicas de la unidad sugieren que su acumulación ocurrió en condiciones áridas, en una depresión al pie de un escarpe de falla. Depresión en donde drenaba un sistema fluvial con canales y planicies de inundación. A la depresión fluían corrientes de montaña que edificaban abanicos aluviales. La unidad incluye conglomerados con gravas procedentes del Tronco de Totoltepec, hecho que permite conocer la temprana exposición del tronco, en el bloque de piso de la Falla normal Totoltepec.

La Falla Totoltepec, activa durante el Paleozoico Superior, tiene un rumbo general este-oeste, su traza se presenta en dos segmentos que suman una longitud aproximada de 16 km, la falla se encuentra entre los poblados de Totoltepec y Santo Tomás Otaltepec, Pue.

SRSSM-11

NUEVOS DATOS RADIOMÉTRICOS, GEOQUÍMICOS, PETROGRÁFICOS Y GEOBAROMÉTRICOS DE LOS BATOLITOS DE LA SIERRA MADRE DEL SUR: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y METALOGENÉTICAS

Corona-Chávez P.¹, Bigioggero B.², Schaaf P.³ y Ostroumov M.¹

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

² Università degli Studi di Milano-Bicocca Dipartimento di Scienze Geologiche e Geoteconologie, Milano, Italia

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Basándose en nuevos datos geoquímicos, isotópicos y geobarométricos de rocas plutónicas batolíticas muestreadas en la región comprendida entre Jalisco, Michoacán y Guerrero, se discuten sus relaciones petrográficas, estructurales, tectónicas, así como su relación genética con la distribución de los yacimientos minerales presentes en esta región.

Se parte de la premisa de que no obstante el registro de las edades radiométricas de los plutones muestra una cierta tendencia decremental de NO a SE, se considera que, en definitiva no pueden ser interpretados como un simple cinturón plutónico y se requiere, por el contrario interpretar la directa correlación que existe entre las discontinuidades cronológicas, sus características petrológico-geoquímicas y los sistemas estructurales que prevalecieron durante su emplazamiento.

En la zona de estudio se pueden identificar al menos tres grandes grupos de datos: (i) 70-57 Ma para los batolitos de Jilotlán-Tepalcatepec-Aquila; (ii) 57-44 Ma Maruata-Zihuatanejo-Arteaga y (iii) 42-36 Ma para la Huacana-Huetamo-Vallecitos. Los tres grupos muestran una composición química típica calcoalcalina, prevalentemente tonalítica y granodiorítica con porcentajes entre 62-67% de SiO₂. Sin embargo, existe una evidente concentración de cuerpos gabróticos con valores ≤ 50% de SiO₂ para los cuerpos de Jilotlán y Aquila, donde se presenta además una típica textura "granítica" intersticial sobrepuesta a una textura granular con de plagioclasa (anortítica), clinopiroxenos, ortopiroxenos y magnetita. Por el contrario los cuerpos leucocráticos de composiciones mas ácidas ≥68% de SiO₂, se concentran en la región de la Costa, en los cuerpos Maruata-Titzupa-Huahua. En relación a los elementos en traza e isótopos, todas las composiciones muestran una clara afinidad de arco magmático con composiciones medias de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr de 0.704 y de eNd entre +2 y +6 excepto para los plutones del grupo de la Huacana-Uruapan-Vallecitos donde se muestra una enriquecimiento mayor de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr con valores de 0.705 y de eNd entre +1 y +3.

Por otro lado, en base a los contenidos de Al_{tot} en anfíboles cálcicos en equilibrio químico *subsolidus*, se calculó una profundidad de emplazamiento 10.2 a 11.7 Km para los batolitos de Arteaga y Aquila; 7.2 Km para los cuerpos leucocráticos de la costa y de 7-8.7 Km para los cuerpos de Uruapan-La Huacana. La profundidad heterogénea de emplazamiento encontrada es congruente con las relativas diferencias composicionales, con la estructura interna de los batolitos (distribución de diques, aplitas e inclusiones), la presencia de cobertura volcánica y sub-volcánica para los cuerpos de Tierra Caliente, así como con las diferentes

zonas de contacto estudiadas, las cuales muestran asociaciones de *baja presión/ temperatura moderada*, de andalusita-biotita-cuarzo-plagioclasa para rocas encajonantes clásticas y de grosularia-epidota-actinolita-cuarzo y plagioclasa para rocas volcánicas.

Por otro lado, se resalta la importancia genética de los batolitos de Jilotlán, Aquila y Arteaga como un indicador tectónico por la relativa y anómala abundancia de cuerpos máficos en cuerpos graníticos de tipo cordillerano, a su textura bimodal y mayor profundidad de emplazamiento. Además, la edad de su emplazamiento (70-48 Ma), coincide en tiempo con el desarrollo del evento orogénico laramídico Cretácico-Terciario, ampliamente registrado en todo el sur de México; el cual muestra estructuras de tipo transpresionales para esta región.

Un modelo de actividad magmática contemporánea a un evento de compresión oblicua y desplazamiento relativo, podría explicar la evidente discontinuidad cronológica de 80-65 Ma que se observa entre los cuerpos plutónicos estudiados y los batolitos de Manzanillo y Puerto Vallarta.

Finalmente, las características petrológicas, geoquímicas y tendencias radiométricas de los grupos aquí descritos muestran una estrecha relación con las diferentes franjas metalogenéticas. Los cuerpos de Jilotlán, Coalcomán, Aquila y Lázaro Cárdenas están relacionados con los grandes depósitos metasomáticos de Fe-Cu, mientras que en los cuerpos leucocráticos de la Costa no han sido encontrados depósitos económicos importantes. Por su parte, los cuerpos de Uruapan-La Huacana-Vallecitos están relacionados con los históricos yacimientos de brechas cupríferas (Cu±Mo), así como a una serie de vetas y sistemas stockwork con mineralización de Ag-Pb-Zn±Cu.

SRSSM-12

PATRONES ESTRUCTURALES DE LA DEFORMACIÓN LARAMÍDICA EN LA PARTE ORIENTAL DE LA PLATAFORMA GUERRERO-MORELOS

Mariano Cerca¹ y Luca Ferrari²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

Se presentan resultados de un estudio estructural y estratigráfico de la secuencia mesozoica en un trayecto entre Chilpancingo y Zicapa, en la parte sureste de la Plataforma Guerrero-Morelos (PGM), que forma parte de un proyecto de investigación enfocado a reconstruir la tectónica Laramídica en los terrenos Mixteco y Oaxaca. La zona de estudio es parte de una cuenca con un registro sedimentario heterogéneo que incluye, potentes lechos rojos de origen continental y en menor grado marino del Cretácico Inferior (>1000 m, Formación Zicapa), calizas del Aptiano-Albiano (Formación Morelos) y una secuencia rítmica de areniscas y lutitas con calizas intercaladas, del Turoniano-Maastrichtiano (Formación Mezcala), que en su parte superior cambia transicionalmente a lechos rojos de posible edad terciaria. Las rocas que componen esta secuencia afloran en una amplia franja limitada por dos sistemas de cabalgaduras con una orientación general N-S y NE, denominadas Teloloapan y Papalutla respectivamente. La deformación entre estas estructuras se manifiesta en forma de plegamientos y cabalgaduras que definen el patrón estructural N-S de la zona como valles y sierras, y producen un efecto de repetición de la estratigrafía.

De poniente a oriente, las estructuras más importantes inician con la sinforma de Chilpancingo; una estructura con orientación NW cuyo flanco oriental está compuesto por conglomerados y una secuencia de areniscas y lutitas que se vuelven extensivas en la cuenca colindante de Apango-Tixtla. Esta última está limitada al este por el anticlinal Omeapa-Quechultenango. Continuando hacia el oriente, se localiza la cuenca de La Esperanza-Zoquiapa, limitada por la cabalgadura de Zitlala. Dicha cabalgadura, pone en contacto tectónico más de 1000 m de calizas de la Fm. Morelos con la Fm. Mezcala, presenta una orientación N-S y una inclinación suave al sureste y está cubierta al sur por rocas volcánicas terciarias indeformadas. El límite oriental de la PGM, estaría marcado por la cabalgadura de Papalutla, la estructura más importante y evidente con dirección general NE e inclinación hacia el SE. En la parte norte de la cabalgadura, rocas paleozoicas y jurásicas del Complejo Acatlán cabalgan sobre los conglomerados de la Fm. Zicapa y las calizas de la Fm. Morelos. Hacia el sur, a la altura de Zicapa, la cabalgadura cambia su orientación y se vuelve N-S, a la vez que se hunde bajo las secuencias Mesozoicas dejando el paso al anticlinorio de San Juan de las Joyas, que representaría el pliegue de propagación de falla. La charnela de esta última estructura se fractura y erosionó dando origen a una cuenca en la que se encuentran mesetas aluviales no deformadas de edad indeterminada. Cerca del río Mezcala, el anticlinorio de San Juan de las Joyas, presenta rotaciones en el eje vertical del pliegue formando una estructura de abanico abierto al norte que en parte se prolonga en el anticlinal de Atengo. Esta rotación del eje vertical puede explicarse como una tendencia a alinearse paralelamente a la topografía del Complejo Acatlán, por efecto de la deformación progradante. El sinclinal de Oztotitlán-Mitlalingo, es la estructura más oriental de la zona que involucra principalmente a los lechos rojos de la Fm. Zicapa.

El inicio de la deformación laramídica en la zona estaría marcada por los depósitos iniciales de la Fm. Mezcala, posiblemente en el Turoniano. Esta Formación presenta una distribución restringida al este por las cabalgaduras de Teloloapan y Zitlala en una cuenca de tipo foreland, lo que sugiere su carácter sintectónico. Por otro lado, solamente la base de los depósitos del Grupo Balsas del Terciario se encuentra ligeramente afectada por la deformación.

SRSSM-13

ACERCA DEL ORIGEN DE LAS CUENCAS CENOZOICAS DE LA ZONA CORTICAL EXTENDIDA DEL SUR DE MÉXICO: UN EJEMPLO EN LA REGIÓN MIXTECA

Gilberto Silva-Romo¹, Claudia Mendoza-Rosales¹ y Barbara Martiny²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

Los detonadores de la reactivación de las discontinuidades pre-cenozoicas de la corteza continental del sur de México y la consecuente generación de las cuencas tectónicas cenozoicas de la región Mixteca fueron los procesos concatenados: migración del Bloque de Chortis y la exhumación del Complejo Xolapa. El límite oriental de este fenómeno está constreñido a la zona de cizalla Oaxaca, la cual acomodó la deformación cenozoica mediante un deslizamiento principalmente normal. El límite occidental de la Zona Cortical Extendida de Sur de México (ZCESM) es difuso y se

podría reconocer hasta Huetamo, Mich. En lo general las discontinuidades de la ZCESM presentan indicadores cinemáticos de movimiento tanto lateral izquierdo, como normal.

En la región Mixteca se reconocen fallas mayores que se pueden agrupar en cuatro conjuntos. De acuerdo a los rumbos de algunas discontinuidades precenozoicas contiguas con desplazamiento lateral izquierdo se advierte incompatibilidad cinemática en el marco de un solo tensor esfuerzo, sin embargo la incompatibilidad es aparente, pues se resuelve al considerar una cronología relativa entre las discontinuidades, la cual es consistente con las observaciones de campo: Primero ocurrió el desplazamiento lateral izquierdo de las fallas mayores con rumbo NE-SW, en el marco del deslizamiento del Bloque de Chortis, con lo cual se conformaron las cuencas tectónicas. El deslizamiento lateral izquierdo de las falla Norte-Sur fue posterior ya que disloca al relleno lacustre y volcánico de las cuencas originales.

La cronología relativa del deslizamiento izquierdo de los sistemas de fallas mayores reconocidos se puede observar en las cuencas cenozoicas de Coatzingo-Tepexi y de Tehuiztingo, las cuales inicialmente formaron parte de una misma depresión tectónica constreñida al sur por la Falla Gavilán de rumbo NE-SW y al noreste por la Falla Tepexi de rumbo general NW-SE. En ese surco sedimentario se acumularon primero unidades fluviales y posteriormente lacustres que paulatinamente fueron influidas por el volcanismo regional oligocénico.

Esta cuenca fue dislocada por fallas laterales izquierdas de rumbo Norte-Sur entre las que destaca la Falla Boqueroncito que disloca al basamento y a una secuencia de rocas andesíticas. Con esta dislocación se definió la geometría de la Cuenca de Tehuiztingo, similar a una cuenca tipo pull apart. Esta dislocación por fallas laterales izquierdas fue acompañada por la reactivación como fallas normales de algunas estructuras que anteriormente habían contribuido a la conformación de la cuenca, como es el caso de la Falla Zacapala. Esta dislocación en la región de Tepexi, restringió la extensión original de la cuenca, que se extendía hasta el norte de la Sierra del Tenzo, al surco comprendido entre el borde sur de la Sierra del Tenzo y Mimiapam, Pue. Por otra parte la dislocación regional, conforme al sistema E-W, se tradujo en el crecimiento de la Cuenca del Río Balsas con la captura del Río Atoyac.

SRSSM-14

ESTRUCTURAS OLIGOCÉNICAS DEL ÁREA DE HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Barbara Martiny¹, Gilberto Silva-Romo² y Dante J. Morán-Zenteno¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM

En la región de Huajuapán de León, Oaxaca, está expuesta una secuencia estratigráfica cenozoica que incluye conglomerados de fragmentos líticos del basamento y de clastos de calizas los cuales están cubiertos por un paquete volcánico importante. Consiste en depósitos volcanoclásticos y epiclásticos en la parte inferior y están cubiertos por derrames de andesitas basálticas y andesitas, con intercalaciones de depósitos lacustres en algunas áreas. Se encuentran rocas hipabisales emplazadas en toda esta secuencia en forma de diques y cuerpos subvolcánicos. Los minerales de las

rocas volcánicas han sido fechadas por K-Ar entre 34.8 y 31.3 Ma, indicando un evento volcánico importante durante el Oligoceno.

A pesar de que estas secuencias se encuentran en una etapa de erosión avanzada, en las cercanías de Huajuapán de León se reconocen varias estructuras volcánicas que dieron origen al volcanismo. Un campo monogenético entre Cuyotepeji y San Sebastian, al N y NE de Huajuapán de León, que está representado por ocho conos cineríticos identificados hasta el momento, coexistió probablemente con la actividad volcánica poligenética. En Ahuehuetitlán, hacia el N de Huajuapán, se ha identificado un cuello volcánico y se tiene evidencia de otra estructura central importante cerca de San Sebastian, al NE de Huajuapán. Rasgos de volcánes menores se observan en varias localidades.

Las secuencias volcánicas están distribuidas en cuencas tectónicas de orientación general N-S definidas por la reactivación de discontinuidades mesozoicas con una componente normal importante que, junto con las intercalaciones de depósitos lacustres en las unidades volcánicas, sugiere que el magmatismo oligocénico se desarrolló durante un régimen tectónico transtensional.

En esta región se observan dos sistemas de fallas principales con indicadores cinemáticos de desplazamiento lateral izquierdo que cortan las rocas volcánicas terciarias. Los dos sistemas no son compatibles, lo que sugiere que no son contemporáneos. Un sistema de falla importante que presenta segmentos con orientaciones WNW-ESE, E-W, y ENE-WSW, se localiza entre la zona al noroeste de San Juan Reyes y Tamazulapán. A lo largo de este sistema los ejes de los pliegues mesozoicos presentan una flexión hacia el oeste (anticlinorios de Diquiyú y de Teposcolula) como respuesta al desplazamiento lateral izquierdo durante el Terciario. Se considera que el movimiento de este sistema está relacionado con el desplazamiento hacia el sureste del bloque de Chortis.

Otro sistema de fallas de desplazamiento lateral izquierdo tiene una orientación N-S y se ejemplifica al sur de Huajuapán de León, donde corta las unidades mesozoicas y las secuencias volcánicas del Terciario. Las evidencias de campo no son concluyentes respecto a la cronología relativa entre este sistema y el anterior.

Adicionalmente se reconoce otro sistema de fallas de orientación N30W-S30E que corresponde con los contactos entre las distintas unidades. La discontinuidad que corresponde con el contacto entre el basamento y el jurásico entre Chilixtlahuaca y San Jerónimo Silacayoapilla presenta varios cuerpos hipabisales no deformados, algunos de los cuales que han sido fechados como Cretácico Inferior por otro autor, lo cual implica que no ha sido reactivado desde esta época. Otra discontinuidad, reactivada en el Cenozoico, permitió el ascenso de magma y el emplazamiento de varios cuerpos hipabisales alineados entre Huajuapán y Chila de las Flores. Los fechamientos reportados para dichos cuerpos son de la parte final del Oligoceno inferior.

SRSSM-15

INFLUENCIA DE LA MIGRACIÓN DEL PUNTO TRIPLE NORTEAMERICA-COCOS-CARIBE SOBRE LA DEFORMACIÓN Y LA SEDIMENTACIÓN Terciaria EN EL SUR DE MÉXICO

Luca Ferrari¹, Dante Morán Zenteno¹, Barbara Martiny¹ y Mariano Cerca Martínez²

¹ Instituto de Geología, UNAM

E-mail: luca@servidor.unam.mx

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

En la década pasada estudios geobarométricos, geocronológicos y estructurales han documentado que gran parte de la margen continental del sur de México ha sido afectada por una tectónica de cizalla izquierda y levantada entre 13 y 20 km como consecuencia del movimiento hacia el este-sureste del Bloque Chortis y del punto triple Norteamérica-Cocos-Caribe, que produjo la formación de una nueva trinchera donde antes había un límite de placa transcurrente. El efecto más evidente del levantamiento es la exhumación diacrónica, de oeste a este, de porciones de corteza inferior e intermedia en una franja paralela a la costa de Guerrero y Oaxaca y que han sido reconocidas previamente como el “terreno Xolapa”. Sin embargo la formación de esta megaestructura litosférica produjo efectos en la geología de una región que llega mucho más al norte del terreno Xolapa y que se está investigando en el marco de un proyecto financiado por el CONACYT.

El levantamiento de la margen continental ha causado una reorganización generalizada del drenaje en la parte sur de los estados de Guerrero y Oaxaca. En Guerrero los ríos que desembocan en el Pacífico tienen un curso relativamente corto mientras que hacia el interior el Río Balsas corre por 300 km paralelamente a la costa del Pacífico al centro de una gran depresión limitada al sur por el terreno Xolapa. A partir del Eoceno el levantamiento de la margen continental habría cerrado el paso hacia el Sur a los ríos que anteriormente corrían paralelamente a las estructuras laramídicas (~N-S). Su curso tuvo que cambiar y volverse paralelo a la margen continental levantada hasta desembocar al oeste de la terminación occidental del terreno Xolapa. El levantamiento produjo una enorme acumulación de sedimentos continentales con intercalaciones de rocas volcánicas en su parte inferior y que han sido tradicionalmente agrupados en el “Grupo Balsas”. Sin embargo este término abarca depósitos muy distintos y de edad variable entre el Eoceno y el Plioceno. Al este de la cuenca del Balsas el drenaje tiene un burdo patrón radial con flujo hacia el norte por efecto del levantamiento laramídico del bloque cratónico formado por los terrenos Mixteco y Oaxaca. No obstante aquí también se observan potentes acumulaciones de sedimentos en abanicos aluviales del terciario inferior al norte del límite con el terreno Xolapa. Sin embargo en esta región el efecto mayor del movimiento del punto triple lo constituye la deformación por cizalla izquierda con fenómenos de arrastre y/o el replegamiento casi ortogonales de los pliegues Laramídicos de dirección N-S de las formaciones mesozoicas. Ejemplos de estas estructuras se encuentran al sur de Chilpancingo y Chilapa, y a lo largo de una zona de fallas transcurrente izquierda de dirección ~ESE-ONO ubicada al sur de Mariscala, Huajuapán de León y Tamaulapán. Esta última corta también a rocas volcánicas fechadas entre 34 y 31 Ma. Estas estructuras indican que en esta región la zona milonítica que forma el límite norte del Terreno Xolapa (Tierra Colorada-Juchatengo) no acomodó toda la deformación relacionada con la

migración del punto triple. Aún más al este el levantamiento podría haber provocado la formación de otra depresión subparalela a la costa Pacífica que incluye las cuencas de Suchiquilongo y Tlacolula así como la cuenca del río Tehuantepec que llega hasta la región ístmica. Esta depresión está limitada en su parte noroeste por fallas normales de dirección ONO-ESE (Falla de Donají y otras fallas menores de la zona de Telixtlahuaca). Si este modelo es válido la sedimentación y las estructuras relacionadas al levantamiento deben de tener edades que se vuelven más jóvenes del oeste al este, de acuerdo con la tasa de movimiento hacia ESE del bloque Chortis. Las escasas edades disponibles (40 Ma por una lava intercalada en las capas rojas del Grupo Balsas en Guerrero occidental; 19 y 15 Ma para las ignimbritas de Suchiquilongo y Tlacolula, respectivamente) parecen indicar que este es el caso.

SRSSM-16

REVISIÓN INTEGRATIVA DE ANOMALÍAS GEOFÍSICAS EN LA PORCIÓN MARINA MEXICANA EN EL SURESTE DE MÉXICO, SU DISTRIBUCIÓN Y TENDENCIAS REGIONALES: DELIMITACIÓN DE RASGOS GEOFÍSICOS ESTRUCTURALES MAYORES, DE BORDES Y DISCONTINUIDADES

J. Hector Sandoval Ochoa¹ y Ricardo Díaz Navarro²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN

Se ha realizado una revisión de las relaciones estructurales y sus anomalías geofísicas, ante los nuevos datos y rasgos estructurales obtenidos de imágenes bidimensionales de Sismología de Reflexión Multicanal Continua, principalmente de la Plataforma Continental y la Geología Petrolera de las Llanuras costeras aledañas y sus expresiones geomorfométricas en el Sureste de México.

Así mismo, a la luz de la idea de microplacas y sus bordes en la Nueva Tectónica Global y de las Provincias Paleotectónicas del Mesozoico y Cenozoico conocidas; se ha recapitulado en el concepto geológico actual, un modelo de distribución de estructuras geofísicas mayores, sus elementos estructurales conocidos en el continente y su prolongación o al menos asociación a estructuras profundas inferidas por la Exploración Geofísica Marina bajo los fondos marinos de las plataformas y taludes continentales de México dentro de su Zona Económica Exclusiva.

Este modelo regional de distribución estructural sintetiza una diferenciación de bloques basales, sus mayores tendencias y discontinuidades. Así se ha aplicado el concepto de bordes de placas a la delimitación de sectores corticales interpretativos, en un sentido, en la distribución de las anomalías geofísicas integrados a la geomorfobatimetría, y en otro sentido en la variación de espesores de las secciones sedimentarias y las profundidades esperadas de sus complejos basales; los cuales están sustentados por bloques continentales antiguos y profundos o sobre la cima del Manto en diferentes niveles.

SRSSM-17 CARTEL

ESTRUCTURA DE COLAPSO EN LA SIERRA DE ALQUITRAN ENTRE CHILPANCINGO Y EL OCOTITO, ESTADO DE GUERRERO, MEXICO

Teodoro Hernández-Treviño y Francisco Correa-Mora
Instituto de Geofísica, UNAM

En el presente trabajo se da a conocer una estructura de colapso de forma semielíptica que rodea a la Sierra de Alquitrán.

Esta estructura se puede definir claramente en imágenes de satélite y en fotografías aéreas, los rasgos morfológicos que se observan se asocian al colapso de una caldera la que dio origen a las secuencias ignimbríticas que forman a la Sierra de Alquitrán. La Sierra esta compuesta por rocas ignimbríticas de composición ácida, tiene una edad de 24 m.a obtenida por K/Ar en el vitrófido del tunel de Agua de Obispo, el material esta contenido en una ignimbrita de turmalina y descansa sobre la formación Agua de Obispo y en algunos contados afloramientos de la caliza Morelos. Los límites geológicos de esta caldera son: al norte de la Sierra de Alquitrán esta en contacto rocas terciarias de la formación Agua de Obispo con rocas cretácicas de la formación Morelos, la misma relación se observa al oriente cerca del poblado de Acahuizotla, al poniente el límite esta definido por rocas de la formación Agua de Obispo y la Formación Chapolapa y al sur se encuentra calizas de la cima de la Formación Morelos con rocas de la base de la misma formación.

En el sur de la estructura en el plano de colapso se emplazaron domos reolíticos esferulíticos los cuales se asocian a domos de resurgimiento formando una pequeña sierra que define el bordo semielíptico.

En el Valle de Mazatlán se observa un acortamiento de la formaciones Morelos y Agua de Obispo formando pliegues recumbentes que se truncan por un fallamiento inverso, estructuras similares se encuentran en la formación Agua de Obispo en el tramo de Palo Blanco y Túnel de Agua de Obispo en la autopista del Sol y en la carretera federal a Acapulco. Las evidencias estructurales tanto como morfológicas sugieren un modelo geológico asociado a un colapso de una caldera.

SRSSM-18 CARTEL

LAVAS MÁFICAS DEL PERMICO (288MA) EN EL TERRENO MIXTECO

María Fernanda Campa-Uranga¹ y Margarita López-Martínez²
¹ Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guerrero
E-mail: mfernanda@data.net.mx

² Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
E-mail: marlopez@cicese.mx

Uno de los mayores problemas para comprender la evolución tectónica del terreno Mixteco, es la incertidumbre actual acerca de la edad de las rocas sedimentarias que constituyen formalmente cerca del 80% del complejo metamórfico (formaciones Cosoltepec, Tecomate, Chazumba, Magdalena), así como su relación con secuencias que contienen flora y fauna del Pennsylvánico-Permico (formaciones Matzitz, Olinalá, Patlanoaya) que sobreyacen a granitoides (Esperanza, La Noria, Cozahuico) y a ensambles de rocas máficas y ultramáficas (Xayacatlán).

Esos vastos depósitos de terrígenos sin flora ni fauna del basamento y cubierta del terreno Mixteco, afloran asociados a depósitos de fondos oceánicos. Uno de ellos, es un conjunto de lavas con estructura normal de almohada, texturas tipo spinifex en sus núcleos y esferulíticas en sus bordes, sobre el cual aflora un ensamble de radiolaritas y cuarcitas en las cercanías de Nuevo Paraíso, La Montana-Guerrero.

Una muestra representativa de una de esas almohadas fue fechada mediante 40Ar/39Ar. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Geocronología de CICESE. La muestra fue analizada por duplicado utilizando la técnica de calentamiento por pasos. Para el primer experimento se colectaron 5 fracciones entre 500 y 1500 grados C. El segundo experimento se realizó con mayor detalle, colectándose 7 fracciones. Los espectros de edad obtenidos son reproducibles, con edades integradas de 293±5Ma y 295±4Ma. La forma de los espectros sugiere la presencia de exceso de argón. La edad isocrona obtenida del diagrama de correlación 36Ar/40Ar versus 39Ar/40Ar del segundo experimento, se calculó con las cuatro fracciones colectadas entre 800 y 1000 grados C. Estas representan más del 80% del 39Ar liberado y rinden una edad de 288±13Ma, la ordenada al origen indica un (40Ar/36Ar)_i=386±44, corroborando la presencia de exceso de argón. Los análisis obtenidos en el primer experimento rinden resultados similares. A pesar de que la recta calculada del diagrama de correlación en el segundo experimento no está bien constreñida (SumS=33.3 para n=4) se toma este resultado (288±13Ma) como representativo de la edad de la muestra.

Los resultados anteriores aportan nuevos conocimientos que nos permiten concluir que los ensambles de flysch-cuarcitas del terreno Mixteco, no forman parte del complejo Acatlán, sino de la cubierta pérmica o más joven, lo que nos lleva a otro modelo tectonoestratigráfico y por ende, a otra reconstrucción paleogeográfica.

SRSSM-19 CARTEL

LAS IGNIMBRITAS DE OLINALA, GUERRERO (SIERRA MADRE DEL SUR): TESTIGOS DE UN MARGEN ACTIVO CONTINENTAL PACIFICO DURANTE EL TRIASICO? - JURASICO MEDIO

Garcia Diaz José Luis¹, Tardy Marc², Campa Uranga Maria Fernanda¹ y Lapierre Henriette³

¹ Universidad Autónoma de Guerrero

² Université de Savoie, Chambéry

³ Université Joseph Fourier, Grenoble I

En el Sinclinal de Olinalá, Guerrero, corazón de la Sierra Madre del Sur, aflora una serie volcánica esencialmente riolítica nombrada como Formación "Las Lluvias". Esta se instala sobre un basamento Paleozoico y ha podido datarse con una edad Triásico? Jurásico Medio por posición estratigráfica.

El análisis petrográfico y geoquímico caracteriza a esta serie volcánica como un depósito de ignimbritas calcoalcalinas ligadas a un margen continental activo.

Sobre la base de similitudes litoestratigráficas, petrográficas y geoquímicas, este evento volcánico puede correlacionarse con otras series volcánicas y volcanosedimentarias contemporáneas que afloran en el Norte de México, así como su extensiones hacia

Arizona, USA (Secuencias Cañon Fresno y Arteza; Formaciones Nazas, Rodeo, La Boca y Caopas).

Ello permite un modelo de reconstrucción paleogeográfica que involucra un arco volcánico Triásico?- Jurásico instalado sobre el margen activo en esta época, ligado a una paleo-subducción de la corteza oceánica pacífica bajo el continente norteamericano. En México, el funcionamiento del margen activo pacífico cesa al fin del Jurásico Medio, en el momento de la apertura del Golfo de México y del Téthys Caribe.

SIS-01

CARACTERÍSTICAS DE LA SISMICIDAD EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC UTILIZANDO UNA RED SISMOLÓGICA REGIONAL DE 13 ESTACIONES INSTALADAS EN OAXACA Y CHIAPAS

Bravo Hugo¹, Antonio Uribe², María Eugenia Pérez¹, Mario Garduño¹ y Primitivo López¹

¹ Residencia de la Red Sismológica Pacífico Sur, CFE

² Depto. de Sismotectónica, CFE

Se tiene instalada una red sismológica de 13 estaciones en los estados de Oaxaca y Chiapas, con la que se interpretó la sismicidad de esta región de enero de 1999 a febrero del 2000. De los meridianos 93.00° a 98.00° de longitud Oeste y los paralelos 15.50° a 18.00° de latitud Norte (aproximadamente), se tiene una capacidad de detección para un sismo de magnitud $M_c=3.5^\circ$ con esta instrumentación. Se establecieron criterios de calidad que filtraron los datos con 6 o más fases leídas, un RMS inferior a 1.0 segundos y un error en profundidad de la solución del HYPO71 inferior a 15 km. La relación de velocidades de ondas P y S que arrojan estos datos es de 1.75 congruente con otros estudios en la zona (ej. Ponce et al, 1992). Uno de los resultados más interesantes de este trabajo es que se observa un notable cambio de profundidad en lo que se considera la zona de mayor acoplamiento de los sismos de subducción en México, es decir, en una banda de 80 km a lo largo de la costa (como se considera en la figura). Este cambio de profundidad inicia entre los puntos B y C, y se mantiene en el segmento C-D. A partir del punto D, se incrementa la actividad sísmica. De acuerdo a la información batimétrica disponible, la proyección de la dorsal de Tehuantepec en la costa se ubica próxima al punto D. La misma información batimétrica disponible indica una separación de la trichera con respecto a la costa que inicia en el punto B y muestra una notable plataforma de separación (poco deformada) en el segmento C-D, que se reduce nuevamente en los límites con Guatemala. Se discute la calidad de los datos.

SIS-02

SUBSIDENCE OF THE GUERRERO COAST, MEXICO FROM DIFFERENT GEODETIC OBSERVATIONS AND ITS SEISMOTECTONIC INTERPRETATION

V. Kostoglodov¹, K. Larson², O. Sánchez¹, A.R. Lowry² and R. Bilham²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² University of Colorado, Boulder

Studying deformation of the Pacific coast of Mexico is of great importance for understanding a strain evolution during the interseismic phase of large subduction earthquakes. The Guerrero region is particularly motivating for this type of studies because it comprises two apparently mature seismic gaps. Long time tide gauge records and GPS observations carried out during several last years denote a significant subsidence rate of 6-11 mm/yr at Acapulco, Barra de Potosi, and Atoyac sites. The first two sites are located at the extreme limits and the last one in the middle of the Northern Guerrero gap. Even though all northern Guerrero coast is subsiding, the results of differential leveling along the profiles perpendicular to the coastline reveal that the borders of the gap suffer inland tilt, while in the middle of the gap the tilt has an opposite sign. To explain the observed tilt and absolute subsidence,

a simple two-dimensional elastic half space dislocation model is applied. The results of the modeling suggest that the seismotectonic development of the Northern Guerrero gap is entirely different from those taking place on the gaps borders. The plate interface at the border zones of the gap is locked and the strain energy is accumulating there, while the gap zone itself is slowly (6-9 cm/yr) releasing the strain at the present stage.

SIS-03

IDENTIFICACIÓN DE RÉPLICAS SÍSMICAS EN CATÁLOGOS

Granados Hernández Jorge y Nava Pichardo Alejandro
CICESE

Se presenta un método para la identificación y eliminación de réplicas en catálogos sísmicos. El método que proponemos es una formalización del procedimiento manual, donde las réplicas de un evento principal (t_0 , d_0 , M_0) son identificadas dentro de ventanas espacio-temporales: $t_0 < t < t_0 + T$, $|d - d_0| < D$ y $M < M_0$, donde, t , d y M son el tiempo, las coordenadas hipocentrales y la magnitud, respectivamente. Las principales características del método son: a) se considera el problema de la identificación como un problema local, contemplando una situación ideal donde un volumen espacio-temporal contiene la secuencia de réplicas, b) consideramos a las réplicas como sismos generados y asociados directamente al plano de falla que deslizó durante el evento principal, mientras que los eventos más lejanos, que pudieran asociarse también a la ocurrencia del sismo principal, los consideramos como sismos disparados y asociados al cambio en el campo de esfuerzos en la región, c) aunque existen límites prácticos debido a la cobertura del catálogo y al interés en sismos de gran magnitud, cualquier evento puede ser considerado un evento principal, siempre y cuando no haya sido identificado anteriormente como réplica de otro.

El algoritmo para la identificación de las réplicas se basa en estimar, en forma iterativa, la ubicación, orientación y extensión del plano de falla donde ocurrió el evento principal, haciendo ajustes a partir de una solución inicial que hace pasar el plano de falla por el hipocentro, ya que es ahí donde comienza la ruptura. Las condiciones espaciales, a lo largo, ancho y perpendicularmente al plano presentan límites difusos que asignan una probabilidad de identificación P_i ($i = 1,2,3$) para cada evento y que va desde 0 (rechazo total) a 1 (aceptación total). La decisión final para aceptar o no un evento como una réplica está basada en el cálculo de la probabilidad de identificación total: $P_1 * P_2 * P_3 \leq \epsilon$, donde ϵ es el criterio umbral de aceptación. La metodología es flexible y permite la modificación de parámetros para definir nuevos tamaños en las ventanas espacio-temporales.

SIS-04

PRIMERA ESTACION SISMOLOGICA EN HERMOSILLO, SONORA

Leobardo López Pineda¹, Cecilio Rebollar Bustamante² y Arturo Pérez Vertti²

¹ Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

² Depto. de Sismología, CICESE

Oficialmente a partir del 14 de marzo del 2000, gracias a un esfuerzo interinstitucional entre el Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, Centro de Investigación Científica y de

Educación Superior de Ensenada e Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, se ha establecido la primera estación sismológica en Hermosillo, Sonora; logrando satisfacer una necesidad que la comunidad científica local había venido reclamando desde hace varios años. La Estación sismológica de Hermosillo esta ubicada sobre un afloramiento de granito sano y localizado en las coordenadas: latitud norte 29°, latitud oeste 111°, consta de un sismógrafo Guralp T40 de banda ancha que permite registrar sismos desde 4° de magnitud dentro de un radio de 200 kms y sismos mayores de magnitud 6 en cualquier parte del mundo. La Estación sismológica de Hermosillo forma parte de la red de monitoreo sismológico del Dr. Cecilio Rebollar, localizada a lo largo del Golfo de California.

Con la información sísmica recabada se entenderán mejor los mecanismos tectónicos que se presentan en el Mar de Cortés, coadyuvando a la identificación de fallas tectónicamente activas y al fortalecimiento de los estudios de microzonificación de riesgo sísmico en la Ciudad de Hermosillo, Sonora.

SIS-05

MONITOREO DE SISMICIDAD CON REDES LOCALES EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA.

J. Frez, J. González-García, J. Acosta, A. Nava, H. Fabriol, M. Alvarez, G. Arellano, J. Carlos, R. García, I. Méndez y F. Farfán

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Entre 1997 y 2000, se han instalado redes locales de 12 a 30 estaciones (Refteks, 3 componentes, periodo corto, grabación digital por disparo, 125 m/s) en diversos lugares del norte de Baja California: Zona Sísmica de Mexicali, Valle Ojos Negros, falla San Miguel, falla Sierra Juárez (cubrimiento parcial), traslape entre las fallas San Miguel y Vallecitos, costa entre Salsipuedes y sur de Ensenada. El objetivo general inmediato es obtener una base de datos de buena calidad que permita determinaciones precisas y exactas de profundidades, mecanismos focales, magnitudes y otros parámetros sísmicos. En forma mediata, se trata de estudiar la sismotectónica de la región, problemas relacionados con la autosimilaridad (o el quiebre correspondiente) de las distribuciones de los parámetros señalados, estudios de estructuras sísmicas y de transmisión de ondas en medios heterogéneos.

En esta presentación, entregamos un resumen de los resultados alcanzados hasta ahora, ampliando presentaciones anteriores en dos reuniones de la UGM. En particular, se analizan las distribuciones de profundidad, mecanismos focales sísmicos y magnitudes en las regiones estudiadas. Los resultados se complementan con la información que resultan de las dos redes regionales (RESNOM y SCSN). También se discute las indicaciones de alineaciones de sismicidad que parecen existir entre los dos sistemas principales de la región: el compuesto por las fallas Cerro Prieto/Imperial y el de San Miguel.

SIS-06

EL SISMO DE COLIMA DEL 6 DE MARZO DEL 2000 ($M_w = 5.2$)

Javier F. Pacheco, Ricardo Barrón, G.A. Reyes Dávila, C.A.

Ramírez Vázquez y F. Nuñez Cornú

Instituto de Geofísica, UNAM

RESCO, Universidad de Colima

CSVO, Universidad de Guadalajara

El 6 de Marzo del 2000 ocurrió un sismo de magnitud 5.2 que fue sentido en todo el estado de Colima y en las zonas aledañas del estado de Jalisco. Este temblor se localizó al oeste del río Armería, dentro del graben sur de Colima, a una profundidad cercana a 10 km. Debido a la falta de estaciones al sur del estado de Colima durante la ocurrencia del temblor, para lograr un mayor control sobre la localización de las réplicas, la Universidad de Guadalajara instaló una estación sísmica portátil Lenards en Manzanillo dos días después del sismo principal. Cuatro días más tarde, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) instaló 4 estaciones portátiles de banda ancha RefTek alrededor de la fuente sísmica, en un radio menor a 20 km. Estas estaciones junto con las estaciones de la Red Sísmica de Colima (RESCO) y las estaciones permanentes del SSN permitieron localizar más de 100 réplicas con gran precisión.

El mecanismo del temblor principal se determinó a través de una inversión del tensor de momento sísmico, a partir de las ondas regionales registradas en las estaciones permanentes de banda ancha del SSN. Este mecanismo se corroboró con la polaridad de los primeros arribos a las estaciones de período corto de RESCO, y el mecanismo publicado por la Universidad de Harvard. Todos ellos muestran un mecanismo de falla normal sobre un plano de orientación SW-NE de buzamiento superficial orientado hacia el NW. Utilizando los datos de las estaciones portátiles de banda ancha se determinaron, a través del modelado de las ondas de cuerpo directas, varios mecanismos focales individuales para las mayores réplicas que se registraron. Todos los mecanismos muestran fallamiento normal con la misma orientación que el mecanismo del evento principal.

Las réplicas mejor localizadas definen un plano de falla con orientación SW-NE y buzamiento al NW de 39°, en concordancia con los mecanismos focales determinados a partir de las ondas sísmicas. Las primeras localizaciones, con la red incompleta, no permiten identificar la falla ni su extensión. Las mejores localizaciones definen una zona de ruptura de 15 km de largo por 7 km de ancho. Utilizando un momento sísmico de 1.2×10^{17} N-m, se obtiene un deslizamiento promedio de 2.5 cm en la falla.

La localización del hypocentro y su mecanismo focal muestran que este evento está relacionado con la actividad tectónica del graben del sur de Colima. Esta es la primera evidencia directa de actividad asociada al graben del sur de Colima.

SIS-07

EVALUACIÓN DE EFECTOS DE SITIO USANDO MICROTREMORES EN LA CIUDAD DE ARMENIA COLOMBIA

Julio Cuenca¹, Hugo Monsalve² y María Luisa Bermúdez³

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM, México

E-mail: julio@gea.iingen.unam.mx

² Universidad del Quindío, Armenia Colombia

E-mail: hugom@uniquindio.edu.co

³ INGEOMINAS, Colombia

E-mail: mbermu@trilo.ingegomin.gov.co

La Ciudad de Armenia capital del Departamento del Quindío, esta localizada en el lado occidental de la Cordillera Central en la parte central del Eje Cafetero Colombiano, e insertada dentro del sistema de fallas Romeral. Se realizaron mediciones puntuales de microtremores para evaluar el efecto de sitio en la Ciudad de Armenia ante el crecimiento acelerado de la ciudad y la vulnerabilidad manifiesta ante el último sismo. El objetivo de este trabajo es estimar los niveles de amplificación de sitio y determinar la frecuencia dominante de los sitios evaluados. Se analizaron los microtremores con la técnica de Nakamura, cálculo de cocientes espectrales de los componentes horizontales respecto al componente vertical para un mismo punto, que permite determinar periodos dominantes en el rango de 0.37 a 0.6 segundos, resaltando en promedio los periodos de alrededor de 0.4-0.5 segundos y las amplificaciones máximas relativas alcanzan factores hasta 11 veces para zonas al sur de Armenia, en ambos casos asociada a daños tanto al centro como al sur de la ciudad, que evidencian una amplificación del movimiento sísmico de las capas de los sedimentos blandos superficiales. Comparando la respuesta sísmica del suelo a ambos lados de la Falla de Armenia, encontramos mayores amplitudes del microtremor en el lado sur. Se complementó este estudio con la técnica estándar usando réplicas locales y un análisis de amplificación de sitio usando ondas de coda de dichas réplicas respecto a la estación de referencia Calarcá en suelo duro. El mapa de isoperiodos, así como el de factores de amplificación máxima relativa obtenidos muestran el efecto de sitio que esperamos en la zona de estudio para futuros temblores. Considerando que la Ciudad de Armenia, por un lado presenta suelos que están conformados por cenizas volcánicas y dividida en dos partes por una falla geológica superficial y por otro lado considerando las áreas de daños en la Ciudad de Armenia a raíz del terremoto del 25 de Enero de 1999 (con saldo de 15000 viviendas colapsadas en el Quindío), encontramos que existe una buena correlación de los resultados, en la que contribuyeron tanto el efecto de sitio, aparte de un efecto topográfico (sistema de muchas cañadas), las condiciones del suelo blando y a la vulnerabilidad de las construcciones.

SIS-08

ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL DE VELOCIDADES DE ONDA P EN LA REGIÓN VOLCÁNICA Y GEOTÉRMICA LAS TRES VÍRGENES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Victor Wong y Luis Munguía

Depto. de Sismología, CICESE

Se estimó una estructura tridimensional preliminar de velocidades de ondas P para la región volcánica y geotérmica Las Tres Vírgenes usando el método de inversión simultánea de

hipocentros y estructura de velocidades propuesto por Thurber (1981). Los datos utilizados consisten en 90 temblores locales registrados por la red sismológica temporal instalada durante octubre de 1993 en la región de estudio. Las velocidades determinadas con la inversión muestra variaciones importantes tanto lateralmente como en profundidad cuando se compara con el modelo inicial. En la capa superficial (0-2 Km) se observa una zona de baja velocidad asociada a la porción sur de la Caldera El Aguajito y al flanco sur del volcán La Virgen. Una de las zonas de baja velocidad inferidas coincide con el Cañón El Azufre y la zona de alteración hidrotermal del flanco noreste del volcán El Viejo. En la capa a profundidad intermedia (2-5 Km) se observa una amplia zona de baja velocidad que parece extenderse desde el flanco sur de la Caldera El Aguajito hasta el volcán La Virgen. Esta zona de baja velocidad está rodeada por zonas de alta velocidad. En la capa a mayor profundidad (5-10 Km) se observa prácticamente el mismo patrón de distribución de velocidades que en la capa a profundidad intermedia. La distribución de velocidades en la zona de los volcanes muestra una distribución uniforme tanto horizontalmente como verticalmente, indicando una estructura de velocidades casi homogénea a profundidades mayores de los 8 Km. La mayor variación lateral de la velocidad se observa en la zona del Cañón El Azufre cuyo efecto se puede apreciar hasta 7 Km de profundidad. Los resultados de este estudio indican variaciones de velocidad importantes en el interior del área de inversión en comparación con la estructura de velocidades que se encuentra en la periferia. Esto se puede deber, entre otras muchas razones, al efecto que induce tanto la cubierta volcánica como la parte superior del basamento granítico fracturado que se observa en la región. También las altas temperaturas de la zona de los volcanes pueden afectar a las velocidades en esta zona, sin olvidar que el contenido de fluidos en las fracturas de las rocas superficiales de la zona geotérmica puede ocasionar una disminución de las velocidades. En la periferia del área estudiada las velocidades estimadas reflejan el efecto de una más estructura homogénea en comparación con la estructura de velocidades determinada para la parte interior, aunque la posibilidad de que esto sea un efecto de borde ocasionado por una menor resolución del proceso de inversión, no se puede descartar por ahora.

SIS-09

ZONAS SISMOGENÉTICAS DE LOS ESTADOS DE HIDALGO Y QUERÉTARO

D. Santamaría, A. Uribe, S. Fernández y E. Lomas

Depto de Sismotectónica, Gerencia de Ingeniería Civil, CFE

La Comisión Federal de Electricidad, ante la necesidad de observar el comportamiento sísmico en las diferentes áreas donde tiene contemplados proyectos, inicia específicamente en 1981 este monitoreo en los límites de los estados de Hidalgo y Querétaro. En tal región han ocurrido sismos de magnitudes considerables, dentro de éstos se encuentran: Pinal 1887, 5.3 OR, Acambay 1912, 6.7 OR, Ixmiquilpan 1950, 4.9 OR, Cardonal 1976, 5.3 OR, Maravatío 1979, 5.3 OR, Actopan 1987, 4.1 OR, Landa 1989, Mc = 4.4, Bella Vista del Río 1996, Mc = 4.3 0 R y Pedro Escobedo 1998, Mc = 3.2 OR.

Para observar la actividad sísmica de esta área se ha contado con las siguientes redes: Cazonas, Laguna Verde, Zimapán y las estaciones Tamanzunchale y Landa de Matamoros, su cobertura no es óptima, sin embargo la actividad sísmica registrada por estas estaciones han dado la pauta para identificar zonas de actividad

sísmica como: El Fraile, Jalpan, San Joaquín, Bellavista del Río, Caltimacán, Pedro Escobedo y Actopan. La concentración de la sismicidad en cada una de estas zonas, es clara evidencia de que existe liberación constante de energía, posiblemente asociada con los esfuerzos tensionales característicos de la región, originando temblores superficiales, en el rango de magnitudes entre 2.6 y 4.4 grados.

SIS-10

MONITOREO SÍSMICO DE LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS

Núñez-Cornú F.¹, Suárez-Plascencia C.¹, Nava F.A.² y J.A. Paz-García^{3,4}

¹ SisVOC, Universidad de Guadalajara

² División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³ RESCO, Universidad de Colima

⁴ Unidad Estatal de Protección Civil Jalisco

Resultados de estudios temporales de sismicidad realizados entre 1996 y 1998 muestran que esta región es muy activa desde el punto de vista sísmico. Por ello, como parte del Atlas de Riesgos Naturales para Puerto Vallarta, la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de Jalisco apoyó la instalación de una red sísmica temporal por un período mínimo de dos años para identificar las estructuras tectónicas locales sísmicamente activas. Este estudio lo realiza el Centro de Sismología y Volcanología de Occidente de la Universidad de Guadalajara junto con el CICESE, con el apoyo de la Unidad Estatal de Protección Civil de Jalisco. La red consta de equipos Lennartz Mars88 y Marslite, 4 de ellos con sensores LE3D de 1 seg y uno de ellos con sensor de banda ancha, más un acelerógrafo. Los sitios donde se ubican estas estaciones son Punta de Mita, Las Trompetas, Mismaloya, El Tuito, Cabo Corrientes y San Sebastián del Oeste. Se tiene programado también la instalación de tres estaciones telemétricas en la región.

SIS-11

CARACTERÍSTICAS DE LA SISMICIDAD EN LA COSTA Y EL NORTE DEL BLOQUE DE JALISCO

Rutz M.¹, Núñez-Cornú F.¹, Reyes-Dávila G.², Suárez-Plascencia C.¹ y Nava F.A.³

¹ SisVOC, Universidad de Guadalajara

² RESCO, Universidad de Colima

³ División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Se hace un análisis de los datos registrados durante diferentes de períodos de observación en la región utilizando equipos sismológicos portátiles tipo Mars88 con sensor Le 3D (1Hz) complementados con datos de RESCO. Tomando como base todos los eventos localizados se pueden distinguir al menos 4 zonas: una zona de sismicidad interplaca cuya geometría sugiere una subducción oblicua, esto se observa más claramente al sur del paralelo 20°. Una zona de sismicidad intraplaca en la placa de Rivera (oceánica) y/o manto superior, también más observable al sur del paralelo 20°, esta región se corresponde al área de ruptura del Terremoto de 1995. El área comprendida entre Ameca y Amatlán de Cañas donde la profundidad de los eventos varía de superficiales a 35 km. Por último la zona de Bahía de Banderas donde se observan diferentes tipos de eventos sísmicos, un primer tipo superficial que parece estar asociado a la actividad interplaca. Un segundo tipo con profundidades entre los 10 y 30 km que aparentemente están

asociados a rasgos que cruzan la Bahía de Banderas en dirección EW. Finalmente una sismicidad somera en la placa continental que parece concordar con algunos rasgos estructurales continentales; se han identificado tres familias diferentes de sismos.

SIS-12

ANOMALÍAS EN LA RADIACIÓN DE ENERGÍA SÍSMICA DETECTADAS EN C.U.

Ricardo Barrón, Javier F. Pacheco y Shri K. Singh
Instituto de Geofísica, UNAM

La magnitud de los sismos moderados a grandes que ocurren en México y son reportados por el Servicio Sismológico Nacional, se miden desde 1994 con la estación de banda ancha localizada en Ciudad Universitaria (C.U.) en la ciudad de México. Esta magnitud se determina de dos maneras: con la amplitud de las ondas superficiales, y con la medida de la energía sísmica radiada. La magnitud de amplitud (Ma) se mide filtrando los sismogramas entre 15 y 30 segundos, por lo que se obtiene una medida similar a Ms para registros regionales. Esta magnitud es muy estable y satura para sismos con magnitudes mayores a 7.0. La magnitud de energía (Me) es una medida de la energía radiada y registrada en C.U. Este valor se lleva a la fuente, luego de corregir por la amplificación que sufren las ondas en el Valle de México, y se promedia sobre toda la esfera focal. Ambas magnitudes han sido previamente calibradas con Mw (la magnitud de momento sísmico). Por lo que no es de extrañar que ambas magnitudes arrojen valores muy similares para un mismo temblor. Sin embargo, durante el sismo del 9 de Agosto de 2000 (Mw 6.5) localizado en las costas de Michoacán, se notó una diferencia considerable entre la magnitud Ma (6.4) y Me (7.0). Esta sobreestimación de la magnitud determinada a través de Me, de 0.5 unidades, se debe a una amplificación de las ondas en un rango de frecuencias cercano a la frecuencia de esquina del sismo. Mucho se ha debatido sobre las consecuencias del sismo de Michoacán de 1985 sobre la ciudad de México. Se atribuye mayormente a la amplificación de ondas sísmicas por los sedimentos del antiguo lago. Parte de la afectación también se atribuye a la amplificación de las ondas por la estructura tridimensional del Valle de México. Otros autores, sin embargo, señalan la contribución de la trayectoria sobre las ondas, y en algunos casos se apunta a una contribución de la fuente sísmica. Para entender la anómala amplificación de ondas en la ciudad de México debido al sismo de Michoacán es importante realizar un estudio comparativo entre el sismo del 9 de Agosto, ocurrido en la misma región del de 1985, y otros ocurridos al sur de la ciudad de México, para los cuales podemos determinar sus magnitudes Ma y Me. En el presente trabajo se analizaron 80 sismos ocurridos entre 1994 y el presente, localizados en un radio de 800 km de la estación C.U. para los cuales se cuenta con la magnitud de Momento sísmico (Mw) dada por Harvard y las magnitudes Ma y Me. Se realizó una comparación entre las magnitudes, las profundidades y las trayectorias de las ondas entre el epicentro y la estación en C.U.

SIS-13

EFFECTOS MACROSÍSMICOS DEL TEMBLOR CORTICAL DE COLIMA (MW 5.3) DEL 6 (7) DE MARZO DE 2000 EN ZONA OCCIDENTAL DE MÉXICO

Vyacheslav M. Zobin¹, Gabriel A. Reyes-Dávila², Luz Maria Pérez-Santa Ana¹, Carlos A. Ramírez-Vázquez² y J. Francisco Ventura-Ramírez³

¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

² Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias Básicas, Universidad de Colima

³ Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima

El sismo de magnitud Mw 5.3 ocurrido la noche del 6 de Marzo, 2000 a las 22:32 (Hora Local, ó 7 de Marzo, 04:32 UT) en Colima, México, en la parte oeste del sistema de fallas del Sur de Colima (SFSC). El temblor estuvo caracterizado por un mecanismo focal tipo falla normal y fue acompañado por numerosas réplicas. Este sismo fue el primer evento cortical (profundidad del foco 6 km) de esta magnitud registrado instrumentalmente dentro de la SFSC desde el inicio de las investigaciones regionales de sismicidad en 1989.

Para estudio macrosísmico del temblor, tuvimos cerca de 200 entrevistas con personas que sintieron el temblor en sus casas situadas en 54 ciudades y pueblos en los estados de Colima, Jalisco y Michoacán. El campo macrosísmico del temblor está representado por tres zonas, de intensidades 5, 4 y 3. La zona de intensidad 5, abierta hacia el océano, tiene cerca de 50x50 km² con epicentro en el centro de esta zona. Esta incluye la ciudad de Manzanillo en su porción costera. La zona de intensidad 4 incluye Colima y Tecmán, dos de las ciudades más grandes del estado de Colima.

El sismo del 6 de Marzo se localizó dentro del área epicentral occidental de la SFSC y puede ser considerado como el evento característico para esta zona epicentral. El fallamiento normal en la fuente del temblor del 6 de Marzo muestra que la zona epicentral occidental se formó a lo largo de una estructura extensional de tipo rift que puede corresponder al sistema de fallas Tamazula.

SIS-14

LOS EFECTOS DE TRAYECTO EN EL MOVIMIENTO SÍSMICO DEL CENTRO DE MÉXICO. RESTRICCIONES A PARTIR DE EVENTOS DE MAGNITUD INTERMEDIA

Martín Cárdenas Soto y Francisco J. Chávez-García
Coordinación de Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería,
UNAM

Las características de propagación del movimiento sísmico en el centro del país son una de las mayores incertidumbres involucrados en la evaluación del riesgo sísmico al que esta expuesto la ciudad de México. Esto se debe principalmente a dos razones: 1) Las curvas de atenuación derivadas de movimientos fuertes excluyen aquellos sitios donde se observan anómalas amplificaciones, 2) La excepcional duración del movimiento del terreno observada en la zona de lago, esta aún presente en la zona de lomas. Resultados recientes apoyados en observaciones y modelos han reunido esos dos fenómenos dentro de los efectos de

trayecto. La hipótesis propuesta para explicar dichos fenómenos se atribuye a la heterogeneidad lateral introducida por la presencia del Eje Volcánico Transmexicano (EVTM). Sin embargo, en todos los estudios realizados hasta el momento aún se carece de un número suficiente de observaciones que nos permita avanzar en el estudio de esos fenómenos, aunado al limitado conocimiento sobre la estructura de la corteza.

A fin avanzar en el conocimiento sobre dichos efectos, en este estudio se llevó a cabo el análisis de 19 eventos de la zona subducción ($3.6 < M < 4.9$) registrados en un arreglo de siete estaciones sísmicas de banda ancha (tres componentes) situado en el centro del país. En el análisis de los datos se empleó una inversión generalizada para el estudio de fuente trayecto y sitio. Mostramos que mediante tal inversión es factible determinar confiablemente los parámetros de fuente. Las funciones de respuesta de sitio muestran una amplificación alrededor de 0.6 Hz solo para dos estaciones situadas presumiblemente sobre terreno firme dentro EVT. Una estación situada en el sur de la ciudad de México y la otra al norte de la ciudad de Toluca. El análisis de los registros en el dominio del tiempo y la frecuencia muestran que el efecto de sitio, que se manifiesta en significantes amplificaciones y duraciones del movimiento sísmico para ambas estaciones, no corresponde a efectos locales.!

El trayecto fue caracterizado por los residuales de atenuación, dependientes de la frecuencia, y un factor de calidad regional. Observamos que la propagación del movimiento sísmico hacia el interior del continente, es afectada por la redistribución de energía al nivel de la corteza inferior.

Finalmente, los resultados obtenidos de este trabajo nos sugieren para comprender el fenómeno de amplificación regional y la duración del movimiento se profundice en el estudio de los siguientes temas: a) zonas sismogénicas que por su localización y características de fuente de los sismos que ahí se originan, liberen energía sísmica en frecuencias que no se observa de otras regiones, b) la influencia de las propiedades elásticas, geometría y dirección de la placa que subduce al movimiento en superficie, y c) definir la extensión de la influencia del EVT en las características de la propagación sísmica en el centro del país.

SIS-15

NEW CONSTRAINTS ON THE UPLIFT OF OCTOBER 9, 1995 JALISCO-COLIMA EARTHQUAKE (M_w 8) BASED ON THE ANALYSIS OF TSUNAMI RECORDS AT MANZANILLO AND NAVIDAD

M. Ortiz¹, V. Kostoglodov², S.K. Singh², and J. Pacheco²

¹ Depto. de Oceanografía, CICESE

² Instituto de Geofísica, UNAM

Tsunami records registered during the October 9, 1995 Jalisco-Colima Earthquake (M_w 8) by two tide gauges and one pressure gauge were analyzed to estimate the coseismic subsidence at Manzanillo and Navidad Bay. Numerical modeling of the tsunami waveform determined the location and magnitude of the maximum offshore coseismic uplift on the fault plane. To fit the observed data, the fault-slip offshore from Manzanillo is required to be 2-3 times less than the average slip on the fault plane in front of the Navidad Bay. The new constraints on the coseismic uplift distribution

obtained from the present tsunami analysis can be combined with the existing GPS coseismic inland data to accomplish a new more detailed inversion of the fault-slip distribution.

KEY WORDS: October 9, 1995 Jalisco-Colima, México, earthquake, rupture zone, tsunami, tide gauge records.

SIS-16

ESTRUCTURA DEL FALLAMIENTO ACTIVO CONTEMPORANEO Y ORTOGONAL EN EL SECTOR SEPTENTRIONAL DE LA FAJA VOLCÁNICA MEXICANA, EN LA VECINDAD DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

Aguirre-Díaz Gerardo¹, Nieto-Obregón Jorge², Lermo-Samaniego Javier³, Zuñiga F. Ramón⁴ y Pacheco F. Javier

¹ Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

E-mail: gjad@servidor.unam.mx

² Facultad de Ingeniería, UNAM

E-mail: nieto@servidor.unam.mx

³ Instituto de Ingeniería, UNAM

⁴ Instituto de Geofísica, UNAM

Dos conjuntos ortogonales de fallas normales se intersectan en la parte norte del Cinturón Volcánico Mexicano, en los alrededores de la Ciudad de Querétaro. Se generan dos grabens y un arreglo complejo de bloques levantados y hundidos, donde la ciudad de Querétaro ocupa el depocentro. El conjunto ENE tiene un mayor número de fallas, la mayoría de los cuales tienen longitudes menores a 20 Km, saltos de decenas de metros y un desplazamiento normal con una pequeña componente lateral izquierda. Este sistema está asociado al desarrollo del Cinturón Volcánico Mexicano, conocido como sistema de fallas intra-arco. El conjunto NNW intersecta al anterior, y tiene fallas con longitudes de 10 a 25 Km, escarpes de falla y saltos de más de 100 m, un desplazamiento predominantemente normal, con pequeñas componentes laterales izquierdas y derechas. Este conjunto forma parte de la porción sur de la provincia de Cuencas y Sierras.

Se cartografiaron varias fallas del conjunto NNW que interrumpen a las del conjunto ENE implicando una edad más joven para el primero. Sin embargo, y dado que el sistema ENE también corta al otro conjunto, se deduce una actividad contemporánea en ambos.

Análisis cinemáticos basados en lineaciones de estrías en planos de falla indican una orientación NS casi horizontal para el eje T del conjunto ENE, mientras que para el conjunto NNW el eje T queda orientado casi EW y prácticamente horizontal. Se observaron también orientaciones de esfuerzos complejas en la vecindad de las intersecciones de estos sistemas, posiblemente relacionadas a reactivaciones de fallas del otro sistema.

Una secuencia de sismos ocurrió entre el 23 de enero y el 10 de febrero de 1998 en la vecindad de Sanfandila, 20 km al SE de la ciudad de Querétaro. El evento más grande ocurrió el día 29 de enero con una magnitud M_w de 3.4. Una pequeña red local fue instalada y permitió registrar alrededor de 200 eventos, a profundidades de 3.5 a 5.5 km. El modelado mostró una solución de plano de falla normal con un rumbo N 26 W, y un echado de 82° al E, en acuerdo a la distribución hipocentral del enjambre. En la continuación de esta traza de falla, todas las fallas ENE al este de

Sanfandila se interrumpen, sugiriendo la presencia de un elemento estructural mayor, y demostrando la actividad tectónica del conjunto NNW.

Dado que el sistema ENE es considerado sísmicamente activo (Acambay, Aljibes, y Valle del Mezquital), al estar éste desplazado por fallas del sistema NNW indica que este último debe ser también considerado como sísmicamente activo, por lo que las fallas NNW de esta región pueden interpretarse como antiguas fallas de la provincia Cuencas y Sierras que han sido reactivadas en diferentes tiempos, incluyendo el presente, como lo confirma la sismicidad de Sanfandila.

La aparición de fracturas y fallas en varias áreas rurales y urbanas se considera asociada a la respuesta del suelo a la excesiva extracción de agua subterránea, compactación diferencial de horizontes arcillosos dentro del paquete de depósitos aluviales, lacustres y de derrames de cenizas que rellenaron los valles, cañadas, etcétera, a su vez controlados por la tectónica descrita arriba.

SIS-17

BIOT THEORY, GASSMANN FORMULA AND THE MISSING ROLE OF DYNAMIC POROSITY

Pratap Sahay

Department of Seismology, CICESE

The experimentally measured ultrasonic P-wave velocity and attenuation in porous media are known to be higher than the predicted values by the Biot theory. The prediction by the Biot theory is based upon estimation of its elastic constants by the Gassmann formula. Attempts have been made to provide a correction to the Biot/Gassmann elastic constants on the basis of postulating "squirting" oscillation of the pore fluid.

The underestimation of velocity and attenuation by the Biot/Gassmann theory is because of the implicit assumptions about porosity change during deformation. I will show that if constituents are allowed to deform altering their proportion by volume (i.e., porosity is dynamically changing), then underestimations can be accounted without invoking the additional "squirting" mechanism at pore scale.

SIS-18

CÁLCULO DE PROPIEDADES EFECTIVAS DE ROCAS POROSAS CON ANISOTROPÍA CÚBICA

Oscar Valdiviezo Mijangos y Federico J. Sabina

CETIS No. 7, Miguel Lerdo de Tejada

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en
Sistemas, UNAM

E-mail: ovm@uxmym1.iimas.unam.mx

La caracterización de medios porosos saturados con fluido es de gran importancia en muchas áreas de interés por ejemplo, en la industria petrolera, en la localización de mantos acuíferos, etc. Tanto las rocas como el suelo son medios porosos y es por éstos por donde el fluido fluye, este fluido puede ser petróleo, gas, agua, etc. En general, las rocas tienen algún tipo de anisotropía. Aquí se presenta una forma para obtener propiedades efectivas de un medio anisótropo saturado de fluido, a partir de su microestructura. La

técnica matemática de Homogeneización Asintótica de dos Escalas permite obtener relaciones exactas para las propiedades efectivas de medios compuestos a partir de su microestructura, incluyendo el caso de una fase fluida.

Se considera un medio continuo infinito con anisotropía cúbica que contiene fibras cilíndricas paralelas infinitas de sección transversal circular arregladas en forma biperiódica llenas de fluido. Para obtener las propiedades efectivas con la técnica de Homogeneización Asintótica de dos Escalas es necesario conocer los desplazamientos planos y antiplanos en una celda periódica y estos desplazamientos pueden ser encontrados usando los potenciales de Kolosov-Muskhevisvili y de las funciones doblemente periódicas de Weierstrass, los cuales conducen a sistemas de ecuaciones lineales infinitos que se pueden resolver y así obtener las propiedades efectivas del medio poroso.

SIS-19

SQUIRTING AND ITS NATURE

Adriana Arroyo A. and Pratap Sahay
 Depto. de Sismología, CICESE

Experimentally it is found that a fluid layer sandwiched between two solid plates undergoes squirting, i.e., the solid plates flex sideways in a symmetrical way while the intervening fluid layer is squeezed forward and backwards parallel to the direction of wave propagation. A generalization of this idea of symmetric mode can be applied to a stack of alternate solid-fluid layers. Since porous media may be viewed as a stack of alternate solid-fluid layers, we are analyzing the dispersion curve for this model to understand squirting in porous media.

SIS-20

CORRELACIONES FACTOR DE RESISTIVIDAD-POROSIDAD DE SISTEMAS FRACTURADOS-VUGULARES

Mendoza-Romero G.¹, Cruz-Hernández J.², Islas-Juaréz R.² y Becerril-Ayala J.²

¹ IMP

² PEMEX

Se presenta un estudio estadístico dirigido a establecer expresiones que relacionen factor de resistividad, F_R con porosidad, $\varnothing$, de yacimientos fracturados-vugulares.

Estos yacimientos al igual que los del tipo fracturado sin presencia de vugulos son, por su alta producción petrolera y por ende desde el punto de vista económico, los más relevantes a nivel mundial. En el sureste de México, en particular en las áreas de Tabasco-Chiapas y la Sonda de Campeche, se encuentran los más importantes dentro del ámbito nacional.

Desde el descubrimiento de esta clase de formaciones geológicas almacenadoras de hidrocarburos, su evaluación petrofísica, a partir del análisis e interpretación de registros geofísicos ha representado un problema complejo que no ha sido resuelto en su totalidad.

Existen técnicas establecidas que, sin lugar a dudas, conformaron en su momento, una solución adecuada para el estudio

de sistemas porosos homogéneos, pero que han demostrado ser inoperantes en los yacimientos gigantes de la República Mexicana.

Tal es el caso de la mayoría de los métodos convencionales de cálculo, sustentados en las ecuaciones generalizadas del tipo Archie, las cuales no poseen un soporte teórico, no satisfacen condiciones de frontera y sobre todo no fueron establecidas para la descripción de rocas tan heterogéneas, como las que conforman los sistemas fracturados-vugulares.

De acuerdo con esto es necesario instaurar caminos novedosos consistentes en desarrollar técnicas de interpretación petrofísica basadas en formulaciones teóricas generalizadas que solventen las limitaciones antes descritas.

Una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el tema demuestra que son pocos los investigadores que han realizado esfuerzos en esa dirección (Towle, 1962, Harriet, 1985 y más recientemente Pérez-Rosales *et al*, 2000).

En principio y apariencia, las expresiones analíticas a las que estos autores han llegado tienen la limitante de que, son de difícil aplicación práctica.

En unos casos quizás por la forma que presentan, pero en otras situaciones se debe primordialmente a que con las herramientas de campo resulta prácticamente imposible evaluar, directa o indirectamente, los parámetros que relacionan, no obstante que éstos sean de una gran relevancia en los desarrollos teóricos.

Aquí se aprovechan las parejas de valores (F_R , $\varnothing$), inferidos de los modelos geométricos que propone y reporta Towle (1962), y se complementan con los resultados experimentales obtenidos recientemente en el Laboratorio de Modelos Físicos del IMP, sobre diferentes cubos de acrílico que presentan un número variable de cavidades hemisféricas perforadas sobre cada una de sus caras.

En estos sistemas, los cubos representan *bloques de matriz*; los espacios entre cubos, *fracturas*; y las cavidades hemisféricas, *vugulos*.

El análisis regresional aplicado, por partes, a todo el conjunto de valores experimentales pero variando: a) La magnitud de la interconexión de las fracturas con las cavernas, y b) El número de vugulos por cara de los modelos físicos (cubos de acrílico), conduce a correlaciones del tipo semilogarítmico:

$$F_R = A \ln \varnothing + B$$

donde, A y B son constantes estadísticas.

Estas expresiones tienen la ventaja de que dependen de parámetros de fácil obtención tanto en laboratorio como de la información de los registros de pozo, por lo que su aplicación a casos de campo es práctica e inmediata, como lo demuestran los resultados obtenidos en diversos pozos del Complejo Cantarell.

TORSIONAL WAVES IN FLUID-SATURATED POROUS CYLINDERS

Selene Solorza and Pratap Sahay

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

Resonance bar measured shear wave velocities and attenuations in sonic regime for sandstone samples filled with oil show marked changes difference over the same sample filled with brine (J. Sothcott, *et al*, Proceeding of SEG 2000, p. 1883-1886, 2000). In Biot theory of poroelasticity the fluid viscosity term appears only in the intercomponent frictional term, whereas in the volume averaging theory of poroelasticity the fluid shear viscosity term also appears in its stress tensor. In order to account for the above experimental measurements we are carrying out analytical developments for torsional oscillations of fluid saturated porous cylinder in the framework of the poroelasticity theory obtained by volume averaging approach. We shall report the work in progress.

SIS-22

SIMULACION NUMERICA DE ONDAS SISMICAS EN MEDIOS POROELASTICOS

Gerardo Quiroga Goode
Programa YNF, IMP

En este trabajo, se presenta la solucion numerica de la propagacion de ondas sismicas en un medio poroelastico.

Se emplean metodos discretos, explicitos y en el dominio del tiempo.

El reto numerico es debido a que un medio poroelastico se acoplan dos fenomenos fisicos de escalas (temporal y espacial) muy variadas. La sismica observa escalas de metros a cientos de metros y segundos mientras que el flujo de fluidos y de calor tienen escalas de milímetros y milisegundos. La dificultad numerica estriba en poder representar adecuadamente toda la fisica del modelo.

La teoria de propagacion de ondas corresponde a De La Cruz y Spanos (C-S).

Las simulaciones numericas muestran los frentes de onda de las ondas clasicas P y S y tambien las pseudo-ondas lentas P y S acopladas.

Cuando el medio poroso considera conduccion de calor, se pueden observar incipientemente, dos pseudo-ondas lentas longitudinales, adicionalmente.

Como los casos mas interesantes desde el punto de vista teorico y de aplicacion a la exploracion de hidrocarburos estan relacionados a la presencia de heterogeneidades, en un trabajos futuro se esta considerando la presencia de inhomogeneidades tomando en consideracion las ecuaciones a la frontera, tambien debidas a C-S.

DEFINICIÓN DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS UTILIZANDO IMÁGENES ELÉCTRICAS DE PARED DE POZO

Aída Rubí Bravo Almazán y Honorio Ramírez Jiménez
CFE

E-mail: aidarubi@excite.com

IMP

E-mail: hramirez@imp.mx

INTRODUCCIÓN

Los primeros intentos para obtener imágenes de pozo, consideraron la utilización de cámaras ópticas. Actualmente analistas e investigadores cuentan con una amplia variedad de herramientas ópticas, acústicas y eléctricas, de entre las cuales elegir para obtener imágenes de pared de pozo.

MECANISMOS UTILIZADOS EN LA OBTENCION DE IMAGENES DE PARED DE POZO

Mecanismos Eléctricos. El FMI (Fullbore MicroImaging) es una extensión de la técnica dipmeter, pero con una mayor cantidad de electrodos. La herramienta FMI muestréa pequeños volúmenes finitos de roca y los datos adquiridos son, sin embargo, muy sensibles a la rugosidad, por pequeña que sea de la pared del pozo. Variaciones en la porosidad y mineralogía de las capas afectan las propiedades eléctricas de la roca y son captadas por los canales rápidos de la herramienta FMI. La imagen resultante contiene información sobre la textura, estratificación y tipo de roca, la cuál puede ser utilizada para análisis sedimentológicos, caracterización de facies, zonificación y delimitación del yacimiento. Los planos o superficies de estratificación pueden ser identificadas por su echado y azimut.

FISICA DE LAS HERRAMIENTAS DE IMÁGENES ELECTRICAS

Una corriente alterna fluye a la formación entre dos electrodos: el electrodo superior que contiene la electrónica y el inferior a la sección de patines. La resolución de las medidas es una función del promedio de muestreo de los datos. Un postulado del procesamiento de señales establece que un mínimo de dos muestras deberán ser adquiridas sobre una distancia equivalente a la resolución de la herramienta. Como la resolución de la herramienta es de 0.2 de pulgada, el promedio mínimo de muestreo deberá de ser una muestra cada 0.1 de pulgada. El muestreo de 0.1 de pulgada, deberá ser satisfecho en ambas direcciones vertical y azimutal. Esto se obtiene de la siguiente manera:

INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES DE PARED DE POZO

IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE POROSIDAD

Cavidades de disolución

El gran cubrimiento perimetral de la herramienta FMI, permite una buena visualización de la extensión y conectividad de la porosidad por cavidades de disolución. Puede ser posible relacionar el tamaño y distribución de los puntos negros en la imagen a

propiedades petrofísicas observadas en los registros de línea de acero tradicionales.

Estilolitas

Las estilolitas usualmente aparecen en las imágenes como líneas rectas u onduladas conductivas, con abruptos y erráticos desplazamientos verticales cortos e indican una fuerte solución y compactación.

INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL

Fallas

El análisis de las imágenes FMI muestra una repetición de la secuencia sedimentaria. Esta falla no presenta arrastre o deformación, por lo que no es detectable con las técnicas tradicionales del registro de echados.

Fracturas y planos de estratificación.

La inclinación de las fracturas es bajo, comparado con el echado de las capas y la estructura de red es perpendicular a la estratificación. Las imágenes eléctricas dan una de las mejores formas para correlacionar núcleos con las profundidades de registros.

Estratificación Convoluta

Esta se representa una estratificación convoluta altamente distorsionada, cubierta por una zona de transición hacia otra capa, que se incrementa hacia la base de la imagen.

ANÁLISIS DE FRACTURAS

Fracturas Naturales

Porque ellas representan una pequeña fracción del volumen de la formación, son difíciles de detectar con las técnicas convencionales de registro. La fractura inclinada estando cementada con material más resistivo que roca ocasiona que la corriente del patín se disperse de la fractura, creando la alternancia de zonas de resistividad alta y baja arriba y debajo de la intersección del plano de la fractura, así como cuando está rellena de material conductivo. Las fracturas inducidas siempre se presentan paralelas al eje del pozo.

SIS-24

MODELADO SÍSMICO BIDIMENSIONAL ACÚSTICO Y ELÁSTICO ORIENTADO A LA CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTOS

M. Manuel Lozada Zumaeta y Gerardo Ronquillo Jarillo
Subdirección de Exploración y Explotación, Gerencia de
Prospección Geofísica, IMP

Como bien establecido esta, la propagación de ondas elásticas queda descrita por una ecuación diferencial parcial de segundo orden en el tiempo. En términos generales, el modelado sísmico, se basa en la solución numérica de la aproximación discreta de la ecuación de onda acústica o elastodinámica. Una manera usual de aproximación de los términos de diferenciación parcial es la aplicación de operadores de diferencias finitas. El intervalo de muestreo espacial generalmente está relacionado con la longitud de

onda más pequeña que puede ser con suficiente precisión modelada. Se determina el número de puntos de la retícula por longitud de onda más pequeña con respecto al orden del operador de diferencias finitas espacial. Las derivadas espaciales deberán ser calculadas para cada intervalo del tiempo en cada punto de la retícula y el muestreo temporal queda determinado por algún criterio de estabilidad que proporciona el intervalo de tiempo más grande aplicable y compatible con la simulación numérica de propagación de ondas en cierto modelo y al esquema específico de modelado. Las velocidades sísmicas y el espaciamiento de la retícula espacial son los parámetros que gobiernan y determinan el intervalo de tiempo. Suponemos un muestreo espacial equidistante y altos contrastes relativos de velocidad.

En este marco general, se presenta los resultados obtenidos en la experimentación numérica de la simulación acústica y elástica orientado como herramienta útil a la caracterización de yacimientos y calibración.

El análisis sistemático de los resultados y calibración de modelos permiten obtener modelos representativos específicamente restringidos por parámetros petrofísicos y e información geológica complementaria compatibles con una geofísica de desarrollo y caracterización de yacimientos de gas y petróleo.

SIS-25

SIMULACIÓN VISCOELÁSTICA BIDIMENSIONAL EN MEDIOS ARBITRARIOS Y HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA DE CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTOS CARBONATADOS

Gerardo Ronquillo Jarillo y M. Manuel Lozada Zumaeta
Subdirección de Exploración y Explotación, Gerencia de
Prospección Geofísica, IMP

Se presenta los resultados de la experimentación numérica del modelado viscoelástico de propagación de ondas en un medio heterogéneo. La velocidad de las ondas sísmicas dependerán de las frecuencia en un medio atenuante. Las observaciones de las variaciones del factor de calidad Q con la frecuencia pueden dividirse en dos grupos, aquellos que invocan un modelo lineal y los que se refieren a modelos no lineales. La no linealidad sistemáticamente ha sido ignorada por las dificultades matemáticas asociadas a los modelos no lineales. En perfecta elasticidad la deformación es proporcional al esfuerzo e independiente a la duración del esfuerzo. Cuando el esfuerzo cesa la forma original es recuperada. En viscoelasticidad, la deformación bajo la acción de un esfuerzo constante crece a una proporción decreciente, cuando el esfuerzo cesa, ocurre una recuperación inmediata de la deformación inicial y la deformación decrece hasta que tiende a cero.

La simulación viscoelástica bidimensional requiere estimaciones de la constante de Lamé, densidades y tiempos de relajación y desde que los materiales viscoelásticos son dispersivos, decrementos de Q implican el incremento de la velocidad.

En este marco general se presenta y analiza los resultados del modelado viscoelástico bidimensional efectuado como herramienta significativa en el procedimiento sistemático de caracterización de yacimientos carbonatados como parte integrante del Proyecto de caracterización de yacimientos carbonatos por modelado matemático, sísmico y atributos sísmicos que el Instituto Mexicano del Petróleo como proyecto prioritario desarrolla.

SIS-26

VARIACION ESPACIAL DEL PARAMETRO DE DECAIMIENTO ESPECTRAL κ EN LA REGION EPICENTRAL DEL TEMBLOR DE COLFIORITO DE 1997

Raúl R. Castro¹, Luca Trojani², Giancarlo Monachesi², Marco Mucciarelli³ y Marco Cattaneo⁴

¹ Depto. de Sismología, División Ciencias de la Tierra, CICESE

² Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata, Italy

³ Universita della Basilicata, Potenza

⁴ Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

Calculamos el parámetro de decaimiento espectral κ usando 33 eventos ($2.2 < M < 4.1$) localizados en la zona epicentral del temblor de Colfiorito (Italia central) de 1997. Aunque las trayectorias fuente-estación de los eventos seleccionados tienen aproximadamente la misma distancia (± 2.5 km) y el mismo azimut, los valores de varían por un factor de entre 2 y 3 veces dentro de un radio de 2.5 km. Esta observación sugiere que la atenuación cerca de la fuente puede cambiar significativamente en un rango de distancia pequeño. Usamos los cambios espaciales de κ para determinar la atenuación de la region cercana a la fuente y encontramos que Q puede variar entre 16 y 52 en una distancia de 2 km. Con el objeto de separar los efectos de la fuente y de la trayectoria de los registros espectrales, calculamos una inversión espectral generalizada. Los resultados de esta inversión muestran que la mayoría de las estaciones tiene una respuesta de sitio constante en la banda de frecuencias usada para calcular κ ($10 < f < 20$ Hz). Además, Q muestra una débil dependencia de la frecuencia en esta banda de frecuencias. Los resultados del análisis sugieren que la causa más probable de la variación de κ observada es la la variación espacial de Q cerca de la zona sismogénica.

SIS-27

UTILIZACION DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA SEPARACIÓN DE EFECTOS DE SITIO Y EFECTOS DE FUENTE

Aguirre Gonzalez Jorge y Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo

Instituto de Ingeniería, UNAM
E-mail: jag@euler.iingen.unam.mx
E-mail: moy@servidor.unam.mx

Debido a que es necesario un método eficiente, con un mínimo grado de complejidad, para hacer la separación tanto de efectos de sitio como los efectos de fuente, se aplica el método propuesto por Moya(1998) a registros sísmicos obtenidos en Oaxaca. Una de las cualidades del método es que no requiere datos geotécnicos y geológicos previos del lugar en estudio.

El método consiste en separar los efectos de sitio y los efectos de fuente, después de que los datos observados ($Obs(f)$) son corregidos por atenuación geométrica y distancia. Originalmente se considera un modelo de fuente ω^2 (Aki 1952), y una amplificación ($g(f)$), debida a las características geológicas del sitio, quedando de la forma

$$Obs(f) = \frac{\Omega}{1 + \left(\frac{f}{fc}\right)^2} \times g(f)$$

donde Ω representa el nivel plano en bajas frecuencias y fc es la frecuencia de esquina.

Utilizando cuatro eventos registrados en cuatro estaciones es posible obtener los efectos de sitio en cada una de éstas, cuando las Ω 's y fc 's han sido determinados para cada uno de los cuatro eventos. Haciendo uso de algoritmos genéticos y de un planteamiento que toma en cuenta todas las variables involucradas, las Ω 's y fc 's son estimadas y con ello los efectos de sitio en cada estación.

Se probó la eficiencia del método mediante un modelo sintético en el que se propusieron cuatro fuentes y cuatro efectos de sitio, que se multiplicaron entre sí. Después, se utilizó el método para obtener los datos originales. Los datos obtenidos de la prueba sintética, arrojaron una desviación estándar aceptable, dando con esto los argumentos necesarios para validar el método.

Haciendo uso de los datos obtenidos en la campaña de medición de réplicas del sismo del 30 de septiembre de 1999 en Oaxaca, se seleccionaron cuatro eventos registrados en cuatro estaciones, para hacer la separación de efectos de sitio y de fuente.

En esta presentación se pretende mostrar la ventaja de no depender de datos geotécnicos ni geológicos previos, para poder hacer una separación de efectos de sitio y de fuente, es precisamente el caso de Oaxaca, donde se presentó el problema debido a que en los lugares donde estaban las estaciones no se contaba con los mismos.

SIS-28

NONLINEAR TRANSFORMATION OF LOW FREQUENCY ACOUSTIC WAVES OF SEISMIC ORIGIN INTO ULTRA-LOW FREQUENCY ONES

V.V. Grimalsky¹, S.V. Koshevaya², G.N. Burlak² and R. Perez-Enriquez³

¹ National Institute for Astrophysics, Optics and Electronics
E-mail: vgrim@inaoep.mx

² Autonomous University of Morelos, CIICAp
³ UNAM

The knowledge of the connection channels between the lithosphere and the ionosphere is very important for the creation of space-ground remote sensing system of monitoring the earthquakes. The acoustic channel consists in the transformation of the atmospheric acoustic waves caused by the oscillations of Earth surface into the ionospheric plasma waves and also moving the E - and F - layers. This mechanism can be very effective due to such the distinctive property of the atmospheric acoustic waves as increasing their amplitude under the propagation vertically upwards. Note that the nonlinear mechanism of the energy flow from the lithosphere into the ionosphere is very important. The amplitudes of atmospheric acoustic waves can grow, as the waves propagate in a vertical direction. Due to the nonlinear transformation of seismic waves into electromagnetic waves, it can be possible to observe an electromagnetic response at low (LF) and ultra low (ULF) frequencies.

In the report, the analysis of the nonlinear transformation of *LF* acoustic waves ($f \sim 100$ Hz) into *ULF* ($f \sim 1$ Hz) ones is presented. The *LF* wave is excited as the burst-like envelope by the seismic motion of the Earth surface. Then, it propagates upwards and is a subject to both nonlinearity and dissipation. Nonlinearity leads to the generation of higher harmonics and, thus, to the saw-like wave structure, and also to increase of *ULF* part of the wave spectrum. This process takes place under the altitudes $z = 0 - 100$ km. For the altitudes $z > 100$ km, the *LF* wave dissipates fully, and only *ULF* acoustic wave can reach the ionospheric dynamo layer (120 – 200 km), where this wave excites the alternative currents. Those currents are the sources of the plasma Alfvén and fast magnetosonic waves that can penetrate into the higher ionosphere and magnetosphere. The simulations of nonlinear transformation of acoustic waves are based on the slowly varying profile equation derived from the hydrodynamic equations of motion of atmosphere. All mechanisms of nonlinearity are essential. A high efficiency of nonlinear transformation of *LF* acoustic waves into *ULF* ones is demonstrated. Like possible linear transformation, this nonlinear transformation causes the magnetic and other precursors in the ionosphere. The magnitudes of magnetic fields excited by pointed above *ULF* acoustic wave are of order of $10^{-2} - 10^1$ nT at altitudes $z \sim 200$ km, also occurring temperature variations of the ionosphere plasma is possible.

SIS-29

TEST AND EVALUATION OF A NEW BROADBAND OCEAN BOTTOM SEISMOGRAPH

Carlos I. Huerta^{1,2}, Jay Pulliam¹, Yosio Nakamura¹ and Ben Yates¹

¹ University of Texas at Austin Institute for Geophysics

² CICESE

We present current results of the on-going study of using a PMD broadband sensor (based on a molecular-electronic transducer, MET, with no mechanical parts) into the University of Texas Institute for Geophysics Ocean Bottom Seismograph (UTIG OBS). Five data sets were used in this study. The first and third sets were collected on land near ground surface level at the Austin seismic station (ATX), 10 km west of Austin, Texas, (March 17 to 23, and April 22 to May 5, 1999). The second set was recorded on land at 470 m below ground surface at the Hockley seismic station (HKT) of the GSN/USNSN network, located about 45 km northwest of Houston, Texas, (March 24 to April 15, 1999). The fourth data set was collected during the *R/V Longhorn* Cruises Nos. 736 and 741 in the summer of 1999 on the Gulf of México (GOM) seafloor at 1478 m below the sea level (July 15 to August 12, 1999). The fifth and last data set was collected also near the ground surface level at the Junction seismic station (JCT) of the TexSeis/USNSN networks, located about 225 km west of Austin, Texas, (January 19 to February 16, 2000).

We incorporated the broadband PMD seismometer into our existing OBS (BBOBS) and recorded earthquakes and noise samples for comparison with data recorded at the permanent stations HKT (Streckeisen STS-1 seismometer) and JCT (Guralp 3T seismometer) in side-by-side experiments. With these tests we evaluated the performance of the seismometer separately from the coupling and noise effects of deploying the BBOBS on the seafloor or on land as a broadband seismic station.

The PMD sensor has a broad passband that extends to periods below the microseism ("noise") peak in the oceans. This sensor is also appealing because of its ruggedness, tilt tolerance, low power requirements, light weight and relatively small size for a broadband sensor. The unit we tested during the 1999 experiments had a flat passband to velocity within 0.033–30 Hz, and was later modified to 0.0166–20 Hz for the year 2000 experiment. The UTIG OBS consists of a glass sphere (43 cm in diameter), which contains a seismometer, data acquisition system and batteries, and an anchor frame, through which the sphere is coupled to the sea floor.

From the side-by-side experiment of BBOBS/PMD with Quatterra/Streckeisen SST-1 at HKT, we estimated the instrument self noise of the PMD sensor. We also observed highly coherent waveforms including nearly identical recordings of numerous seismic phases. Using data collected during the GOM experiment we studied the detection limits of our BBOBS by comparing its outputs with records from the well-placed and highly sensitive HKT station 272 km away. Our noise characterization results indicate that the site amplification effects at the sea floor site are largely confined to frequencies above 1 Hz. This is outside the frequency band of 0.03–0.1 Hz where the background noise in the ocean basins usually reaches a minimum (the "noise notch"). We observed that the spectral amplitudes of the background noise increase significantly as wave height and wind speed increase. However, this energy is concentrated around 0.4 Hz, which is also outside the quiet "noise notch", where regional and/or teleseismic earthquakes are best observed in the oceans.

SIS-30

EFFECTOS DE SITIO EN LA CUENCA DE PARKWAY. COMPARACIÓN ENTRE OBSERVACIONES Y MODELADO 3D

Francisco J. Chávez-García y Bill Stephenson
Instituto de Ingeniería, UNAM
IGNS Ltd., Nueva Zelanda

Durante los meses de octubre y noviembre de 1995 se instaló una red densa de sismógrafos en el pequeño valle aluvial de Parkway, Wainuiomata, Nueva Zelanda. Durante el periodo de observación se registraron 85 eventos en al menos nueve estaciones. Estos datos fueron analizados utilizando las técnicas más usuales actualmente para determinar efectos de sitio: cocientes espectrales respecto a una estación de referencia, funciones receptor e inversión generalizada de los espectros de amplitud de Fourier. En este trabajo presentamos los primeros resultados de simular la propagación de ondas en esta estructura tridimensional. Hemos utilizado el método de diferencias finitas, usando una malla alternada en desplazamiento-velocidad-esfuerzo junto con un esquema de optimización del espacio de RAM requerido por el cálculo. La excitación al modelo consistió tanto en fuentes puntuales explosivas en el interior de la malla, como ondas de cortante propagándose verticalmente. Los resultados son analizados mediante animaciones del movimiento en superficie y el análisis de 127 receptores distribuidos en el medio. Los resultados de la simulación numérica son confrontados con las estimaciones de efectos de sitio obtenidas del análisis de los datos registrados. Nuestro trabajo permite avanzar en la comprensión de la relación entre las contribuciones al movimiento sísmico en la superficie de los dos fenómenos que intervienen: amplificación 1D del

movimiento sísmico debido al contraste de impedancias en el medio y la generación y propagación de ondas superficiales difractadas por las irregularidades laterales.

SIS-31

ESTRUCTURA SOMERA EN UNA CUENCA ALUVIAL. RESULTADOS UTILIZANDO SPAC

Miguel Rodríguez, Francisco Chávez-García y Bill Stephenson
Instituto de Ingeniería, UNAM
IGNS Ltd. Nueva Zelanda

Durante los meses de octubre y noviembre de 1995 se instaló una red densa de sismógrafos en el pequeño valle aluvial de Parkway, Wainuiomata, Nueva Zelanda. Durante el periodo de observación se registraron 85 eventos en al menos nueve estaciones. Estos registros fueron analizados en estudios previos, proporcionando una buena idea de los efectos de sitio en esta cuenca. Adicionalmente al registro de temblores, las estaciones fueron programadas para registrar ventanas de un minuto de ruido sísmico cada hora, simultáneamente. En este trabajo utilizamos algunos de estos registros para explorar la aplicabilidad de SPAC. Para aplicar esta técnica hemos utilizado la siguiente secuencia. Elegimos tres días de registro, en los cuales la mayor cantidad de estaciones operaba correctamente. Por cada día de registro contamos con 24 ventanas de registro de ruido de un minuto. Hemos calculado la correlación cruzada entre todas las estaciones, usando estos registros para ventanas en frecuencia entre 0.75 y 8 Hz. (ancho de las ventanas de 0.5, traslapadas 0.25 Hz). La gran cantidad de registros con que contamos nos permitió poner a prueba algunas de las suposiciones usuales en este método: estacionariedad espacial, temporal y direccional. Promediando todos los resultados determinamos la variación de los coeficientes de correlación con la frecuencia y la distancia para los componentes vertical, radial y transversal. Hemos invertido estos coeficientes para obtener curvas de dispersión de velocidad de fase en la cuenca. Estas curvas son comparadas con las obtenidas a partir del análisis de temblores. Finalmente, exploramos la sensibilidad de la inversión de los coeficientes a las curvas de dispersión y la influencia del modelo inicial elegido.

SIS-32

DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA RADIAL DE LA VELOCIDAD DE LAS ONDAS S EN D" DEBAJO DEL OCEANO PACIFICO CENTRO-ORIENTAL

Raúl Valenzuela Wong¹, Michael E. Wyss², Karen M. Fischer³ y Timothy J. Clarke⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: raul@ollin.igeofcu.unam.mx

² Dept. of Earth and Planetary Sc., Washington University

E-mail: michael@wucore.wustl.edu

³ Department of Geological Sciences, Brown University

⁴ New Mexico Institute of Mining and Technology

La técnica de la constante de dispersión ha sido usada con anterioridad para 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. En particular, Valenzuela et al. [1994] propusieron un modelo de la velocidad de las ondas S debajo de Siberia Oriental consistente de un aumento súbito de entre 3.8 y

5.4% en la velocidad en el interfaz superior de la región D". Al seguir aumentando la profundidad se produce un decremento gradual de la velocidad hasta llegar al lindero núcleo-manto (LNM). En este caso el espesor de D" es de ~185 a 235 km. Ahora presentamos los resultados de aplicar la misma técnica a un volumen en D" debajo del Océano Pacífico centro-oriental. Empleamos datos del sismo de Kermadec del 3 de julio de 1995 registrados en estaciones en el noreste de los Estados Unidos de Norteamérica. Escogimos un perfil que incluye 15 estaciones, cubre una distancia de 15.6° en D" y cuya ventana acimutal es de sólo ~1°. Usamos el modelado directo para generar sismogramas sintéticos con el método de la reflectividad. Probamos el ajuste de modelos con (i) un decremento gradual de velocidad dentro de D" conforme aumenta la profundidad, (ii) un incremento gradual de la velocidad, (iii) un aumento súbito de la velocidad al entrar a D" seguido por un decremento gradual hasta alcanzar el interfaz con el núcleo y (iv) variaciones en la atenuación dentro de D". El modelo que resulta en el mejor ajuste, RJK2705, tiene un espesor de 186 km para D" y un aumento discontinuo de 3.38% en la velocidad en el interfaz de D" con el resto del manto inferior. Conforme aumenta la profundidad dentro de D", la velocidad disminuye gradualmente. Esta discontinuidad en la velocidad ha sido detectada previamente en otras partes del mundo. Usando la triplicación Scd y diferencias en los tiempos de recorrido de ScS-S, Garner et al. [1993] observaron una región hacia el oeste del presente estudio con una estructura de velocidad similar y un espesor similar en D", pero menor incremento discontinuo de la velocidad. Las características del modelo RJK2705 pueden ser explicadas si D" actúa como una capa térmica límite y por la ocurrencia de una transición de fase. Dicho modelo no es consistente con la existencia de silicatos enriquecidos en hierro como consecuencia de una reacción química con el núcleo. Considerando la geografía y la historia de la subducción en esta zona, es improbable que la discontinuidad sea el resultado de la presencia de corteza oceánica subducida.

SIS-33

MÉTODOS ALTERNOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EFECTOS DE SITIO A PARTIR DE UN ARREGLO DE MICROTREMORES PARTE II

Hortencia Flores Estrella y Jorge Aguirre González
Instituto de Ingeniería, UNAM

Debido a la sencillez de su registro y a la facilidad relativa de su análisis, los Microtremores se han convertido en una herramienta de gran utilidad para los estudios de microzonificación sísmica, e incluso algunos estudios de geotecnia.

El Método de SPAC (por su nombre en inglés Spatial Autocorrelation Method) propuesto por Aki en 1957, permite obtener información sobre la estratigrafía del sitio de estudio, a partir de registros de microtremores obtenidos con un arreglo instrumental de cuatro, o incluso tres estaciones. El Efecto de Sitio, caracterizado por el periodo dominante y la amplificación, se estima de manera confiable con la estratigrafía obtenida.

En 1998 se obtuvieron registros de Microtremores con un arreglo de tres estaciones en Tulyehualco, al sureste de la Ciudad de México. En principio estos registros fueron analizados con el Método de Nakamura (1989), que proporciona información confiable a cerca del periodo dominante del Sitio. Los resultados de este análisis se presentaron en la Reunión de la UGM de 1999.

Esta ocasión se presentan las generalidades del Método de SPAC, su aplicación a los registros del arreglo instrumental de Tulyehualco, y se realiza una comparación entre los resultados obtenidos previamente con el Método de Nakamura, y los resultados obtenidos con el Método de SPAC.

SIS-34

RADIACIÓN DE ONDAS DURANTE LA VIBRACIÓN DE EDIFICIOS. EL EFECTO DE LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN EL MOVIMIENTO DE CAMPO LIBRE OBSERVADO EN EL VALLE DE MÉXICO

Martín Cárdenas Soto^{1,2}, Francisco J. Chávez-García¹ y Pierre-Yves Bard³

¹ Coordinación de Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³ Laboratoire de Géophysique et de Tectonophysique, Université Joseph Fourier, Francia

Estudios recientes han mostrado que la presencia del parque inmobiliario en zonas densamente urbanizadas, modifica el movimiento del terreno registrado en el llamado «campo libre», fenómeno asociado a la interacción cinemática entre el suelo y las estructuras. La importancia de este efecto requiere dos condiciones: suelo muy blando y coincidencia entre los periodos propios de la estructura y de las capas de suelo. Ambas condiciones se satisfacen en la zona de lago de la Ciudad de México, donde se ha señalado que los efectos de Interacción Suelo-Estructura (ISE) pueden ser muy considerables para estructuras de periodos medios y largos.

En este trabajo presentamos los resultados del análisis de mediciones experimentales y modelado numérico del campo de onda radiado desde la cimentación de un edificio. Estamos interesados en verificar si el campo de ondas que se propaga en las capas superficiales de la zona de lago de la ciudad de México, esta afectado por el parque inmobiliario. Los resultados muestran que en periodos menores que el periodo del sitio, T_0 , resulta complicado correlacionar el movimiento que se registra entre las diferentes estaciones. La energía sísmica que viaja en periodos cercanos a T_0 proviene de todas direcciones y se propaga con velocidades de corte similares a aquellas de los estratos más superficiales. Mediante propagación numérica de ondas, mostramos que desplazamiento superficial producido por las fuerzas desarrolladas al nivel de la interface suelo-cimentación, puede ser registrado a distancias de centenas de metros de su base. La amplitud del desplazamiento en la superficie del suelo depende de dos factores: a) la fuente que genera esos desplazamientos este conformada principalmente por el momento de balanceo de la estructura, y b) que el periodo fundamental de ISE sea menor que el periodo de vibrar sitio.

SIS-35

VARIACIONES EN LA PROFUNDIDAD DE LA DISCONTINUIDAD DE MOHOROVICIC PARA EL ESTADO DE GUERRERO A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES RECEPTOR

Escobedo D., F.J. Pacheco y G. Suárez
Instituto de Geofísica, UNAM

La función receptor es una poderosa herramienta para estimar un modelo de la estructura de velocidades debajo de una estación sismológica. En esta técnica, se analizan datos telesísmicos registrados en un rango de distancias entre 30° y 90° , para trabajar con fases que arriban por debajo de la corteza en un ángulo cercano a la vertical. Al deconvolucionar la componente vertical de la componente radial de los telesismos utilizados, se aíslan las conversiones P a S realizadas dentro de la estructura y se genera una serie de tiempo denominada función receptor FR, (para mas detalles ver Langston 1977; Owens et al., 1984, 1987; y Ammon 1990). A partir del análisis visual de la FR, se estimaron características de la estructura debajo de la estación receptora. Para este estudio se utilizaron cinco estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional (CUIG, YAIG, PLIG y CAIG), además de dos estaciones temporales, instaladas en Chilpancingo y Mezcála, Guerrero. En su totalidad, las seis estaciones conforman un arreglo lineal que va de la costa de Guerrero (CAIG, Cayaco) a la Ciudad de México (CUIG, Ciudad Universitaria). El número de telesismos registrados, dependió de los periodos de funcionamiento para cada estación. La actividad sísmica registrada se agrupó en cuatro regiones principales: 1) Atlántico, 2) Sudamérica, 3) Tonga, y 4) Aleutianas. A partir de esto, se realizó un apilamiento de las señales por región, con lo cual se eliminaron los errores aleatorios y el ruido. Las formas de onda de las FR determinadas en este estudio son complejas. Se determinó la profundidad del Moho a partir de una velocidad promedio de la onda S (3.5 km/s). Para las estaciones YAIG y CUIG la profundidad promedio del Moho es de 40 y 45 km respectivamente, para las estaciones restantes, son menores a 40 km. Las profundidades del Moho estimadas, se comparan con los resultados de estructuras propuestas para la zona de Guerrero. En la región de Chilpancingo y Mezcála no se tiene información local sobre la estructura de velocidades. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que no existe un fuerte contraste de velocidades que defina un limite de cambio entre estructuras, por el contrario, se infiere de los datos una zona de transición con gradiente positivo.

SIS-36

EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LA PREDICCIÓN DE ESPECTROS DE GRANDES SISMOS USANDO FUNCIONES DE GREEN EMPÍRICAS

Ernesto Heredia Zavoni^{1,2}, Carlos Ortiz Alemán¹ y Jorge Alamilla²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Instituto de Ingeniería, UNAM

El método de suma de funciones de Green empíricas es una herramienta poderosa para obtener sismogramas sintéticos de sismos grandes. Hartzell (1978) empleó por primera vez registros de sismos pequeños como funciones de Green empíricas, suponiendo que su función de fuente en el tiempo es similar a un pulso. De esta

forma, las complejidades observadas en el acelerograma se relacionan con los efectos de trayecto y sitio. El conocimiento de la historia de dislocaciones elementales en la fuente permite simular el acelerograma correspondiente al evento sísmico de mayor magnitud mediante la convolución entre la función de fuente y la función de Green. En este trabajo se propone una metodología para cuantificar la incertidumbre asociada a la suma estocástica de funciones de Green empíricas. Con este propósito, se obtienen expresiones para el valor esperado y la varianza del estimador de la función de densidad espectral de la aceleración del terreno. Finalmente, se ilustra el empleo de estas expresiones utilizando los registros del 2 de mayo de 1989 como funciones de Green empíricas para reproducir los acelerogramas obtenidos durante el sismo del 25 de abril de 1989.

SIS-37

¿SE ENCUENTRA VIVA LA HIPÓTESIS DE LA QUIETUD PRECURSORA?

F. Ramón Zúñiga¹ y Stefan Wiemer²¹ Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM² Instituto Tecnológico de Zurich, ETH, Suiza

Existen todavía muchas dudas sobre la viabilidad de la hipótesis de que algunas zonas experimentan un decremento en la tasa de sismicidad previo a la ocurrencia de grandes eventos. Algunos de los casos que se han demostrado como exitosos en este respecto carecen de la información de alta calidad, tanto en localización como en magnitud y densidad de datos, con la que se cuenta actualmente, por lo que siguen siendo controvertidos. En los últimos años se ha logrado un progreso notable en la calidad de los datos de sismicidad que se generan a través del Servicio Sismológico Nacional de México, lo que permite nuevas investigaciones retrospectivas en aquellas zonas que han sido sujetas a la ocurrencia de eventos de importancia. En los últimos diez años, al menos cinco eventos con magnitud mayor a los 7.0 grados han ocurrido en México tanto en la zona de Wadati-Benioff como dentro del continente en la placa subducida a profundidad intermedia. Un análisis efectuado con técnicas cuantitativas de evaluación nos permite inferir que de los cinco eventos analizados tres presentan evidencias significativas de quietud. Para aquellos eventos que muestran quietud, ésta aparece de uno a dos años antes de la ocurrencia del evento principal. Los eventos que no muestran quietud pertenecen al mismo régimen tectónico, lo que indica posibles mecanismos que inhiben este fenómeno.

SIS-38

LATERAL VARIATION OF LG WAVE PROPAGATION IN SOUTHERN MEXICO

Lars Ottemöller¹, Nikolai M. Shapiro², Shri Krishna Singh² and Javier F. Pacheco²¹ Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway
E-mail: larso@ifjf.uib.no² Instituto de Geofísica, UNAM

In this study we investigate lateral variation of Lg wave propagation in southern Mexico from 117 crustal earthquakes with 756 travel paths. The efficiency of Lg propagation along the travel paths was measured in terms of Lg to Pn spectral ratio. It was found that Lg propagation is inefficient for travel paths through the Gulf of Mexico coastal plains and the Gulf of Tehuantepec, areas with

thick layers of sediments. An average Lg quality factor, QLg, as function of frequency for southern Mexico was estimated for the efficient Lg travel paths. The relation obtained for QLg in the frequency range 1.6 to 8 Hz is $QLg(f) = 204 f^{0.89}$. The lateral variation of $1/QLg$ was solved as mixed-determined inverse tomography problem, in which spatial smoothness was required and apriori information was added in poorly covered regions. The spatial resolution obtained was about 200 km. It was found that, compared to the average QLg values, the Trans Mexican Volcanic Belt, the Gulf of Mexico coastal plains and the area east of 92°W are characterized by lower QLg values, i.e. higher attenuation, as expected. High QLg values were obtained for the Mixteco-Oaxaca terranes, while for the Guerrero terrane values similar to the average were obtained. The results obtained show the correlation of QLg and crustal structure and provide valuable information on lateral variation of QLg, needed for reliable prediction of ground motion during future earthquakes.

SIS-39

SUBDUCCIÓN OBLICUA A LO LARGO DE LA MARGEN CONVERGENTE COCOS-CARIBE Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA SISMICIDAD SOMERA EN EL ARCO VOLCÁNICO CENTROAMERICANO

Marco Guzmán Speziale

Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM

Se analiza el fenómeno de subducción oblicua, o mas precisamente, la partición del desplazamiento sísmico a lo largo de la margen convergente Cocos-Caribe (trincheras mesoamericana), para determinar la componente de desplazamiento paralela al arco (Vs). Los datos usados son los vectores de desplazamiento sísmico de 72 sismos interplacas relacionados con la subducción de la placa de Cocos bajo la placa del Caribe. También se considera el movimiento relativo de las placas en cuestión, a partir del modelo NUVEL-1.

Los resultados obtenidos muestran que la magnitud de la componente paralela al arco Vs (2 a 4 cm/año) sería suficiente para causar desplazamiento del segmento de antearco a lo largo del arco volcánico. Sin embargo, Vs tiene un cambio de dirección a la mitad del segmento de arco considerado, por lo que sugerimos que la subducción oblicua no es el mecanismo de origen de la sismicidad somera a lo largo del arco volcánico centroamericano.

SIS-40

RESOLVING THE REGIONAL VS. TELESEISMIC ENERGY DISCREPANCY

Xyoli Perez-Campos¹, Shri Krishna Singh² and Gregory C. Beroza¹¹ Department of Geophysics, Stanford University² Instituto de Geofísica, UNAM

The seismic energy is one of the fundamental parameters describing the strength of an earthquake source. Estimates of the radiated seismic energy derived from regional data are often an order of magnitude higher than estimates derived from teleseismic data. This discrepancy has been observed in a range of tectonic environments, from the transform plate boundary of the western United States to the subduction zone of the Middle America Trench

in Mexico. In this study we attempt to determine the source of the discrepancy by comparing regional and teleseismic estimates made for the same earthquake. We find that the discrepancy exists for both shallow earthquakes and for earthquakes up to 70 km deep. This suggests that the cause is not due to egregious mis-modeling of regional wave propagation in the Earth's crust. Both teleseismic and regional estimates involve an integral that measures the energy flux at a station. By determining the frequency range over which the discrepancies arise, we hope to constrain its cause.

SIS-41

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD INTERPLACA AL NORTE DE GUERRERO Y OAXACA

Juan Martin Gómez G. y David Escobedo Z.
Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM

Analizamos la forma de onda y la distribución espacio-temporal de algunos sismos ocurridos al norte de los Estados de Guerrero y Oaxaca. La actividad sísmica reciente en la zona y la excelente calidad de los datos registrados, por los instrumentos de banda ancha del SNN, han permitido mejorar el catalogo de sismos registrados. En esta zona han ocurrido varios eventos importantes tanto desde el punto de vista tectónico como de riesgo. Entre los más recientes están los del pasado mes de julio, en los límites entre Guerrero y Puebla. El primero de ellos (02/07/2000) tuvo una magnitud de M4.3 y el otro (21/07/2000) de Mw5.9. Ambos eventos de profundidad intermedia (SNN) presentan mecanismos focales en falla normal. La mayoría de los eventos de magnitud moderada ocurridos en esta zona presentan una ruptura relativamente simple y de corta duración. Su ubicación define con mas claridad la geometría subhorizontal de la placa de Cocos en subducción bajo la Placa Norteamericana. Esta forma subhorizontal comienza más allá de los 100 km, y el carácter tensional de esfuerzos que da origen a estos eventos en falla normal aparece entre los 200 y 300 km respecto a la trinchera en una profundidad promedio entre 50 y 70 km. Por otro lado, los antecedentes sísmico-históricos son muy vagos, sólo se han cuantificado los eventos más grandes ocurridos en este siglo, este desconocimiento ha impedido tener una idea clara de los periodos de recurrencia. Por ello, el estudio de la distribución espacio-temporal de los eventos permitirá conocer las características regionales de la ruptura, definir de manera más clara la geometría y el estado de esfuerzos existente bajo dicha zona, así como tener una mejor idea de las dimensiones de las zonas sísmica y asísmica.

SIS-42

VELOCIDAD DE FASE EN LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO

Carlos Fuentes y Javier Pacheco
Instituto de Geofísica, UNAM

Utilizando los sismogramas de telesismos registrados en las estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional, se calculó la dispersión de velocidad de fase para ondas de Rayleigh. El cálculo de la dispersión se realizó por mínimos cuadrados, invirtiendo los tiempos de retraso de las fases y las distancias entre estaciones. El tiempo de retraso de cada fase se calculó con el espectro cruzado entre la estación de interés y una estación de referencia.

La distancia fue corregida por el azimut del telesismo y el azimut, entre las estaciones, utilizando una estación de referencia. Con este método, a diferencia del método tradicional de dos estaciones, no requiere que el azimut del evento coincida con el azimut entre las estaciones sismológicas. En este trabajo se analizaron un total de once registros de telesismos provenientes de diferentes regiones del mundo. Del análisis se obtuvo una curva de dispersión promedio de velocidad de fase para la región comprendida dentro del arreglo de las estaciones de banda ancha. Con esta curva de dispersión promedio, se pretende obtener un modelo de estructura cortical y manto superior para la parte central de México.

SIS-43

ONDAS RAYLEIGH EN MEDIOS LATERALMENTE HETEROGÉNEOS: APLICACIÓN A INGENIERÍA SÍSMICA

Leobardo Salazar Peña^{1,2} y Francisco J. Chávez García¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN

El movimiento sísmico durante grandes temblores incluye una parte importante de ondas superficiales que a veces son las que tienen la mayor amplitud, especialmente para distancias de la fuente mayores a 100 km. Esas ondas superficiales se propagan guiadas por las estructuras tabulares que forman la corteza terrestre, y son afectadas por la heterogeneidades laterales de esas estructuras. Desde un punto de vista teórico, las ondas superficiales sin embargo sólo existen en medios estratificados. El objetivo de esta investigación es estudiar la forma en que las ondas superficiales interactúan con la resonancia unidimensional en suelos blandos.

Planteamos estudiar la interacción de modos aislados de ondas Rayleigh con heterogeneidades geométricas de la estructura estratificada. En particular, exploramos los efectos de variaciones lentas del espesor de las formaciones que guían las ondas Rayleigh. Este estudio es exclusivamente teórico, utilizando modelos numéricos de propagación de ondas y abordará únicamente irregularidades bidimensionales.

El método utilizado en este trabajo es el de diferencias finitas. Utilizaremos modelos bidimensionales de estructuras lateralmente heterogéneas y exploraremos el efecto de esas variaciones en la propagación de ondas Rayleigh. La excitación de los modelos estará dada por el desplazamiento en dos columnas sucesivas del modelo. Ello permitirá introducir como desplazamiento modos específicos de ondas Rayleigh. Esto es, buscamos determinar el efecto de las irregularidades laterales en cada modo considerado aisladamente.

La conclusión de este trabajo es entender los efectos de variaciones laterales de la estratigrafía en modos aislados de ondas Rayleigh. Ello permitirá entender mejor la forma como el campo de ondas incidentes al Valle de México excita la resonancia unidimensional observada en la zona de lago.

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA TELEMETRICO DIGITAL PARA ESTUDIOS SISMOLOGICOS

Henry Kemper Castro, Walter Kemper Castro, Horacio Mijares
Arellano y Javier Lermo Samaniego
Instituto de Ingeniería, UNAM
E-mail: lermo@inti.iingen.unam.mx

Este sistema telemétrico digital tiene como objetivo la modernización del sistema analógico de la red Sismotelemétrica del Valle de México (SISMEX), operada por el Instituto de Ingeniería de la UNAM. En su primera etapa, se le ha implementado físicamente para el estudio de la actividad sísmica del Cerro Chiquihuite (Distrito Federal). Considerando como estación central al Instituto de Ingeniería y una estación remota localizada en el Cerro del Chiquihuite.

La estación remota registra la actividad sísmica por medio del sensor de velocidad de tres componentes Mark L4C-3D, la señal se digitaliza a través de un registrador GBV-316 de 16 bits (GeoSys AG) almacenándose los eventos locales y regionales al cumplirse el algoritmo de disparo STA/LTA establecido. Estos eventos almacenados en la memoria del registrador son interrogados y recuperados por la estación central por medio de dispositivos de radiocomunicación basados en el transceivers FreeWave DGR-115.

En la estación central se utiliza el software AllView (sistema operativo de varios registradores de GeoSys AG) para su interrogación, recuperación de eventos, y configuración de parámetros del registrador. Los eventos recuperados desde la estación remota son convertidos al formato SEISAN (programa de procesamiento de datos sísmicos desarrollado por la Universidad de Bergen, Noruega) para su análisis respectivo.

Entre las ventajas del sistema telemétrico digital implementado se puede mencionar el bajo costo de los registradores GBV-316 de tres componentes y el uso de software libres, desarrollados por diferentes universidades, tanto para plataformas Windows o QNX (sistema operativo de multitarea en tiempo real). Tal como el software SEISLOG (programa de adquisición de datos) para QNX que nos permite un monitoreo continuo de la actividad sísmica en tiempo real, con la capacidad de programar varios tipos de disparos y almacenarlos en la PC de la estación central.

RECIENTES TEMBLORES INTRAPLACA EN MÉXICO: INVERSIÓN CINEMÁTICA DE LA FUENTE SÍSMICA A PARTIR DE DATOS LOCALES Y REGIONALES

Iglesias-Mendoza A.¹, S.K. Singh¹, J.F. Pacheco¹, N. Shapiro¹,
B. Hernández² y V.M. Cruz-Atienza¹

¹ Instituto de Geofísica UNAM

² Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-
Roses, Francia

En los últimos años han sucedido, en México, diversos temblores intraplaca de fallamiento normal (Chiapas, 1995 Mw 7.2, Michoacán, 1997 Mw 7.1, Tehuacan, 1999 Mw 7.0; Oaxaca, 1999, Mw 7.5; Copalillo, 2000 Mw 5.9). Para entender la causa de la

generación de éstos y el peligro sísmico que representan para el país, así como la dinámica de la subducción y el estado de esfuerzos en la placa de Cocos, es de gran importancia estudiar en detalle las características de sus fuentes. Gracias a la reciente instrumentación de diversas zonas del país actualmente se cuenta con datos sísmicos locales y regionales, que permiten inferir la cinemática de la ruptura para dichos temblores.

El propósito del presente trabajo, es estudiar estos eventos sistemáticamente usando una técnica uniforme. Con este fin, el plano de falla de cada sismo es dividido en pequeñas celdas (subfallas), para cada una de las cuales se calculan las funciones de Green hasta las estaciones de interés. Estas funciones son calculadas con el método de número de onda discreto (Bouchon et al., 1981). Los sismogramas sintéticos son construidos como una combinación de las diversas funciones de Green para cada estación-subfalla, convolucionadas, cada una, con una función de tiempo de la fuente que puede ser diferente para cada subfalla. Los registros observados son filtrados e invertidos con un esquema lineal de mínimos cuadrados (Cotton y Campillo, 1995). El producto de la inversión es la dislocación y los tiempos de ruptura y ascenso para cada una de las subfallas. El conocimiento de estos parámetros permite calcular la caída de esfuerzos aparentes en el plano de falla, así como la energía liberada. Dada la naturaleza no-lineal del problema se propone también, el uso de un método de inversión semi-global (*simulated annealing*) con el fin de evitar el entrapamiento en mínimos locales que pudieran sesgar el resultado en torno a un modelo inicial dado. El esquema de inversión tiene la bondad de proporcionar una idea acerca de la incertidumbre en los resultados con lo que se refuta una de las críticas mas frecuentes de los métodos semiestocásticos (como lo es *simulated annealing*) en torno a la imposibilidad de calcular una matriz de resolución de los parámetros que proporcione una idea acerca de los errores cometidos en la inversión. En esta ponencia se presentarán los primeros resultados obtenidos y se discutirán sus implicaciones.

ESTRUCTURA SOMERA DE LA PORCIÓN ESTE DEL CRÁTER DE CHICXULUB A PARTIR DE LA INVERSIÓN DE LAS CURVAS DE DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

Hugo Cruz Jiménez¹, Francisco Chávez-García¹, Matsui
Takafumi², José Acosta Chang³ y Oscar Campos E.⁴

¹ Depto. Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería, UNAM

E-mail: hcj@gea.iingen.unam.mx

² Tokyo University

³ Depto. de Sismología, CICESE

⁴ Instituto de Geofísica, UNAM

El cráter de Chicxulub es considerado como la estructura resultante de un impacto meteorítico causante de la extinción masiva en el límite K/T. Debido a su importancia, ha sido objeto de numerosos estudios.

A partir de un experimento de refracción sísmica, se obtuvieron registros de velocidad en 22 estaciones. Estas estaciones se colocaron a lo largo de un perfil Este-Oeste a partir del centro del cráter. En éstos registros se observan trenes de onda con características dispersivas, los cuales fueron identificados como ondas Rayleigh. El análisis de estos trenes de onda permite determinar curvas de dispersión de ondas Rayleigh.

Mediante la inversión de las curvas de dispersión de velocidad de grupo y fase de ondas superficiales se obtuvo un modelo preliminar de velocidades de la estructura somera en la porción Este del cráter de Chicxulub. Además, en algunas curvas de dispersión se tienen incertidumbres en las velocidades relacionadas a la falta de sincronía entre la hora de disparo y la del instrumento. Estas curvas fueron comparadas con las aquellas en las que los tiempos son correctos, con el objetivo de aprovecharlas. El modelo final es el resultado de la integración de todas las curvas de dispersión determinadas.

El modelo de velocidades obtenido contribuye a mejorar la configuración de ésta estructura de impacto.

SIS-47

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE FORMAS DE ONDA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Cruz-Atienza V.M., Javier F. Pacheco, S.K. Singh, N.M. Shapiro, C. Valdés y A. Iglesias-Mendoza
Instituto de Geofísica, UNAM

Conocer la evolución de la actividad volcánica del Popocatepetl es de gran importancia para la prevención de desastres en las poblaciones aledañas al volcán. El estudio de las señales sísmicas emitidas por el volcán durante sus explosiones puede ser un buen indicador de dicha actividad. Este análisis requiere de un mínimo conocimiento sobre la estructura de velocidades en las circundancias próximas al edificio volcánico. Para esto, es posible emplear señales telesísmicas registradas en las faldas del volcán y aislar la información procedente de la estructura local debajo del receptor. La resolución que poseen dichas funciones de receptor permite determinar la distribución vertical de velocidades, incluyendo una anómala capa de baja velocidad posiblemente asociada a la cámara magmática del volcán. Una vez que se cuenta con esta información, el efecto de propagación se conoce y es factible modelar las características de la fuente sísmica suscitada durante las explosiones del aparato volcánico. El modelo físico utilizado considera una fuerza puntual aplicada muy próxima a la superficie de la estructura. La solución del problema inverso lineal, dado este modelo, nos permite precisar la duración, dirección, y magnitud de la fuerza ocasionada por cada explosión. Este método permite conocer de una forma veloz y verosímil la energía total liberada (magnitud) por el volcán durante sus episodios explosivos.

SIS-48

INTRASLAB EARTHQUAKES IN THE SUBDUCTING OCEANIC PLATES BELOW MEXICO

S.K. Singh, V. Kostoglodov and J.F. Pacheco
Instituto de Geofísica, UNAM

Moderate and large intraslab earthquakes in the subducted Cocos plate below Mexico are relatively frequent. For example, four of the seven large ($M_w^{37.0}$) earthquakes, which occurred in Mexico between 1995 and 1999, were intraslab earthquakes. Two of these four earthquakes also caused damage and deaths in towns near the epicentral region. Historically, some of the intraslab earthquakes have devastated cities and town located in the Mexican altiplano. Recent intraslab earthquakes has been well recorded by local and regional seismographs and accelerographs. The analysis of these data, along with previous results, has improved our knowledge of:

(a) the Benioff zone, (b) the source process of intraslab earthquakes, (c) the relationship between intraslab and interplate earthquakes, and (d) expected ground motions such events. In this paper, we summarize significant new results and point out some outstanding problems, which still need to be solved to understand the process of subduction and the occurrence of intraslab earthquakes.

SIS-49

RELACIONES UNIVERSALES Y CORRESPONDENCIA ENTRE DIELECTRICIDAD Y ELASTICIDAD TRIDIMENSIONALES

Federico J. Sabina
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

Se estudian materiales reforzados de fibras con una distribución doblemente periódica. Se consideran tanto materiales dieléctricos como elásticos con una cierta anisotropía. Por medio del método de homogeneización asintótica, se encuentran dos relaciones universales nuevas para el caso dieléctrico. También se establece una correspondencia entre la dielectricidad y la elasticidad para las anisotropías transversalmente isotrópica y cúbica. Estos resultados tienen interés en el estudio de propiedades de rocas.

SIS-50 CARTEL

CAMBIOS EN LA ATENUACION DE CODA EN LOS EVENTOS PREVIOS A LA ERUPCION DE 1998, VOLCAN DE COLIMA

Justo Orozco R.¹ y Tonatiuh Dominguez Reyes²
¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
² Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente

El pasado proceso eruptivo se caracterizó por la ocurrencia de varios enjambres sísmicos. En el presente trabajo se estudia un parámetro sísmico mas: la atenuación de las ondas sísmicas. La evolución temporal de dicho parámetro es el reflejo de los cambios estructurales ocasionados por los procesos eruptivos. Los resultados de esta clase de estudios, como los realizados en Monte Santa Elena, por Fehler, Roberts y Fairbanks [1998], nos dan muestras de que los cambios en la atenuación de coda acompañan también a las erupciones volcánicas, pues este cambio es atribuido a un incremento en la densidad de microfracturas abiertas en las rocas asociadas con la inflación del volcán antes de la erupción. En este trabajo se presentan los resultados de la medición del decaimiento de coda para los enjambres sísmicos registrados en el volcán de Colima, antes de la erupción del 20 de noviembre, haciendo una comparación entre los enjambres de ocurrencia cercana a la erupción, especialmente con el último que inicia el 30 de octubre y culmina con la erupción del volcán.

SIS-51 CARTEL

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES DE LA SISMICIDAD ASOCIADA A LA

Yahir G. García López y David A. Novelo Casanova
 Depto. de Sismología y Vulcanología, Instituto de Geofísica,
 UNAM

El volcán Popocatepetl (19°03'N; 98°35'W) constituye una zona de alto riesgo en el país, debido principalmente a los numerosos asentamientos humanos e industrias ubicadas en sus alrededores. En el presente trabajo se analizaron los registros sísmicos asociados al Popocatepetl durante los meses de octubre, noviembre, diciembre (1998) y enero (1999). El período de análisis representa una de las etapas de mayor actividad desde comienzos de la crisis del 21 de diciembre de 1994. Con la finalidad de caracterizar los eventos sísmicos por su frecuencia máxima, sus Espectros de Fourier fueron estimados. Con este propósito, se analizaron las tres componentes de la estación telemétrica Canario (PPP), debido a su cercanía al cráter del volcán. Se consideraron los siguientes parámetros: 1) tipo de evento sísmico, que para este estudio fueron solo Tipo- A; 2) frecuencia máxima obtenida de los Espectros de Fourier para todo el sismograma y para las ondas P, y; 3) relación con las fechas en que se suscitaron las principales exhalaciones en el volcán. Finalmente se relacionaron las componentes espectrales de cada evento, con las fechas de ocurrencia de las principales exhalaciones. Los resultados preliminares muestran una tendencia de la frecuencia máxima a incrementarse durante fuertes erupciones volcánicas. Esta observación podría estar relacionada con los procesos internos que ocurren en el volcán durante una erupción.

SIS-52 CARTEL

SISMICIDAD RECIENTE DEL VALLE DE MÉXICO

Degadillo-Peralta M., Quintanar-Robles L. y Jiménez-Jiménez Z.

Instituto de Geofísica, UNAM

Utilizando principalmente la base de datos de la Red Sísmica del Valle de México (RSVM), dependiente del Instituto de Geofísica de la UNAM, se analizó la sismicidad en la Cuenca de México durante el período 1996-1999. Los eventos fueron localizados usando el programa de localización SEISAN empleando lecturas de P y S. Los resultados obtenidos indican que durante este período y en esta región, se presentó una actividad sísmica moderada de eventos de baja magnitud ($MC < 3.5$). La distribución de los epicentros muestran que éstos se originaron predominantemente en la región oriental de la Cuenca de México en una franja de rumbo N-NW. Dentro de esta franja se pueden apreciar concentraciones de eventos relacionados a actividades sísmicas locales; una de éstas, es la relacionada con la actividad del volcán Popocatepetl; otra se localiza al norte de Juchitepec, una más, se encuentra comprendida entre la región Vaso de Texcoco-Río Frío y otra al sur de Tlaxcoapan, Hgo.

Observaciones de grietas generadas en el terreno en distintas regiones al oriente de la Ciudad de México (eg. en el municipio de Ixtapaluca, Méx.), así como la ocurrencia de sismos someros en la zona de Milpa Alta durante los últimos años, avalan el hecho de que la actividad sísmica en la franja anteriormente mencionada es una de

las más abundantes dentro de la Cuenca de México. Sin embargo, la posición de estos epicentros no se correlaciona con la existencia de las fallas reportadas en la literatura.

SIS-53 CARTEL

SISMICIDAD Y DEFORMACIONES EN EL VALLE DE MEXICALI DISPARADAS POR EL SISMO DE HECTOR MINE (M=7.1) DE OCTUBRE 16, 1999

E. Glowacka, G. Diaz de Cossio, F.A. Nava y F. Farfán
 División de Ciencias de la Tierra, CICESE

El sismo de Hector Mine con magnitud 7.1 localizado en California (EUA), 250 kilómetros al norte de Mexicali, cambió significativamente el estado de deformaciones y sismicidad en el Valle de Mexicali.

La sismicidad en el Valle reportada por RESNOM aumentó significativamente un día después del sismo. Sin embargo el análisis detallado del registro continuo de un sismómetro de banda ancha que operaba en el Valle muestra un aumento en la sismicidad local una hora después del sismo principal.

Los dos grietómetros y un inclinómetro de superficie instalados en la cercanía de la falla Imperial registraron un evento de creep simultáneamente (con la precisión del intervalo de muestreo) con la llegada de las ondas sísmicas del sismo principal.

Un inclinómetro de superficie instalado en el terreno del campo geotérmico Cerro Prieto registró deformación, unas horas después del sismo de H.M., cuya duración coincide con el período de sismicidad disparada en el campo.

Las observaciones en el Valle de Mexicali después de la ocurrencia del sismo de Hector Mine confirma que las ondas sísmicas pueden disparar sismicidad a distancias de cientos de kilómetros (v.g. sismo de Landers 1992).

SIS-54 CARTEL

CORRECCIÓN DE ESTACIONES PARA HIPOCENTROS DETERMINADOS LOCALMENTE EN EL SISTEMA DE FALLAS SAN MIGUEL. IMPLICACIONES PARA LA ESTRUCTURA SÍSMICA

F. Farfán, I. Méndez, J. Frez, V.M. Frías, G. Arellano, J. Carlos, J. González, L. Orozco y O. Gálvez
 División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Esta presentación pone al día una investigación que fue reportada en una reunión anterior de la UGM. En esta actualización, se utiliza una selección de las 1,200 determinaciones hipocentrales que provienen de las redes locales instaladas en 1997 y 1998 en la Sierra Peninsular, en particular monitoreando la microsismicidad en el Valle de Ojos Negros, y en las fallas San Miguel y Sierra Juárez. Cerca de 50 de estas determinaciones tienen magnitud suficiente para ser detectadas por las redes regionales. Existen buenas estimaciones de la profundidad de los sismos lo que hace factible el presente estudio.

El modelo de estructura que se utiliza es SIERRA97 que resulta de una modificación de la de Nava-Brune (1982) y que incorpora información local. Con los hipocentros determinados

localmente y seleccionados para asegurar un buen cubrimiento de distancia y acimut, se calcularon los residuales a las estaciones locales y regionales, siendo las correcciones el resultado de un cálculo iterativo; los valores promedios obtenidos en la iteración final son las estimaciones buscadas si es que los valores son estables. Las desviaciones estándares permiten evaluar la estabilidad y significación de cada corrección. Las estaciones regionales consideradas están a menos de 150 km de distancia.

La sismicidad se distribuye en cúmulos. El estudio detalla la distribución de los residuales de las estaciones locales para varios de estos agrupamientos y discute la significación de los resultados en términos de la estructura sísmica correspondiente. Los resultados se presentan en forma de tablas y figuras. Se examina la distribución del tamaño y signo de las correcciones en términos de la variación lateral de las estructuras sísmicas.

SIS-55 CARTEL

AN APPLICATION OF SPECTRAL RATIO MODELING TO SITE EFFECT ANALYSIS IN MARINE ENVIRONMENTS

Carlos I. Huerta¹⁻²⁻³, Kenneth H Stokoe-ii², Jay Pulliam¹ and
Yosio Nakamura¹

¹ Institute for Geophysics, University of Texas at Austin

² Department of Civil Engineering

³ CICESE

We studied local site effects of the Gulf of Mexico seafloor by means of the spectral ratio method (Nakamura, 1989), a technique that characterizes a site effects in terms of horizontal-to-vertical (H/V) spectral ratios. We also performed a 1-D wave propagation modeling using the modified Thomson-Haskell (Thomson, 1950; Haskell, 1951) propagation matrix method, known as the stiffness matrix method developed by Kausel and Roesset (1981) to estimate the soil properties and the theoretical amplification factor of shallow soil layers.

Our objectives in the local site effect analysis were to identify at which frequency or in which frequency band the spectral amplitudes are enhanced through the effect of the upper 30 to 50 m of soft sediments (local site conditions), and to characterize the local soil in terms of its physical properties.

We studied the local site effect within the context of in-situ evaluation of the local ground response of the seafloor upon seismic excitations. We used noise records as well as earthquake records, and obtained H/V spectral ratios to characterize the local soil response in terms of the distribution of ground motions with their respective frequencies. We identified a larger horizontal amplification between 0.3-2.5 Hz. We modeled (1-D forward modeling) the upper 50 m sub-bottom sedimentary layer (with a discretized 3 layer system resting over a half-space) to compute the local site response. We iterated the inversion process until the theoretical H/V spectral ratio "best" matched (under least squares criteria) with the H/V spectral ratios of background noise samples. Once the "best" model was selected we estimated the SH transfer function and the respective physical properties of the theoretical model. The modeling results were consistent between earthquake (i.e. strong input signal) and noise (background, microseismic noise) records recorded with the prototype BroadBand Ocean Bottom Seismograph developed by the University of Texas at Austin Institute for Geophysics (UTIG BBOBS). We observed that

the horizontal amplitudes increases as much as an order of magnitude relative to the vertical amplitude at frequencies above 1 Hz. The site effect appears to be less significant at lower frequencies.

In designing critical and/or strategic facilities, accounting for the "site effects" on ground motion is an important effort that requires contributions from earthquake seismology, engineering seismology, geotechnical engineering and civil engineering.

Modeling H/V spectral ratios of data recorded by three-component UTIG BBOBS, offers a fast and inexpensive means to obtain design criteria for marine structures such as oil drilling and production platforms because (a) the method makes use of background noise rather than coherent input signal (one need not supply an active source to conduct a study, nor wait for an earthquake), (b) the method is well-suited to modeling shallow sediments, which cover the great majority of the seafloor, and (c) the BBOBS is small, lightweight and inexpensive and operates autonomously.

SIS-56 CARTEL

SISMICIDAD EN LA REGIÓN DEL ESTADO DE COLIMA: PERIODO 01/11/1999 AL 30/10/2000

G.A. Reyes Dávila y C.A. Ramírez Vázquez
RESCO, CICBAS, Universidad de Colima

La actividad sísmica en la región del estado de Colima, porción sur-este del Bloque de Jalisco, es monitoreada por la Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima. Durante el periodo que se reporta la sismicidad de carácter tectónico en la región ha seguido los patrones registrados en los últimos años y continúan presentándose secuencias tectónicas entre las que destaca la previa al evento de magnitud 5.2 del 6 de marzo del 2000.

La actividad sísmica de carácter volcánico se ha mantenido estable durante el último año. La mayor parte de los eventos registrados esta asociada a eventos del tipo de explosión y/o degasificación sin llegar a las magnitudes registradas durante 1999. A partir del inicio de las lluvias se han presentado nuevamente secuencias de eventos de baja amplitud y alta frecuencia como premonitores de eventos del tipo de explosión. Lluvias intensas durante los primeros días del mes de junio generaron lahares cuyas señales, y desarrollo, son comparados a las registradas previamente a los eventos explosivos de 1999.

Se presenta en este trabajo una descripción detallada de la actividad arriba mencionada.

SIS-57 CARTEL

PARÁMETROS DE FUENTE DEL SISMO DE TEHUACÁN (MR = 6.7) DEL 15 DE JUNIO DE 1999

Antonio Pérez Soto, Guillermo González Pomposo, Ana Elena
Posada Sánchez y Saby Gabriela Félix Romero.
Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla

El día 15 de junio de 1999, a las 15:42:23 horas (tiempo local), la Red Sísmica del Estado de Puebla (RESEP) registró el temblor ocurrido en el límite de los estados de Puebla y Oaxaca, con

magnitud de 6.7 grados en la escala de Richter y coda de aproximadamente 90 segundos. Su epicentro se localizó a 30 Km al suroeste de la ciudad de Tehuacán y a una distancia de 125 Km al sureste de la ciudad de Puebla, a los 18.20° de Latitud Norte y 97.47° de Longitud Oeste. El hipocentro se localizó a una profundidad de 92 Km. Este movimiento provocó daños importantes a edificaciones de la ciudad de Puebla y destrucción en inmuebles de varias comunidades del estado de Puebla. Actualmente la RESEP cuenta con dos estaciones analógicas con registro de tinta en papel: una de ellas ubicada en la Facultad de Ingeniería de la BUAP en la ciudad de Puebla (UAP) y otra localizada en Santa Rosa Tecamachalco (SRP).

La Facultad de Ingeniería de la BUAP cuenta además con la Red de Acelerógrafos de la ciudad de Puebla (RACP) integrada por 10 estaciones ubicadas en la mancha urbana, que cuentan con acelerógrafos digitales compuestos por tres servoacelerómetros triaxiales, modelos DCA-333, GSR-12, GSR-16, IDS-3602A y un ETNA. El sismo del 15 de junio fue registrado por seis estaciones de esta red (BHPP, CAPP, PBPP, PHPU, SRPU y UAPP), obteniéndose aceleraciones máximas de 279 gales en la componente Norte-Sur y 216 gales en la componente Este-Oeste para PHPU y SRPU, respectivamente; y las aceleraciones mínimas registradas fueron de 59 gales en BHPP. Con los datos obtenidos por la RACP se realizó un estudio de parámetros de fuente basados en el Modelo de Brune (1971) usando la metodología de Archuleta (1982). Se calcularon los radios de ruptura, momentos sísmicos y caídas de esfuerzo y se calculó un promedio ponderado de estos parámetros para las distintas estaciones de la RACP.

CARACTERIZACIÓN DE UN DEPÓSITO DE BRECHA CO-IGNIMBRÍTICA DE REZAGO EN EL ARROYO EL JUACHÍN, SIERRA DE SAN MIGUELITO, S.L.P., MÉXICO

Guillermo Labarthe-Hernández¹, Martín Gómez-Anguiano¹,
José Ramón Torres-Hernández¹ y Gerardo Aguirre-Díaz²

¹ Instituto de Geología, UASLP

² Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Uno de los problemas de interpretación de los flujos piroclásticos voluminosos en la región es la ubicación de sus fuentes, por que no existen evidencias claras de su posible asociación con calderas. En estas condiciones, las zonas de fuente se han localizado por la presencia de las brechas co-ignimbríticas de rezago.

Las brechas co-ignimbríticas de rezago del arroyo El Juachín se localizan a 14 km al S 73° W de la ciudad de San Luis Potosí, en la Sierra de San Miguelito, dentro del Campo Volcánico de San Luis Potosí. Consisten de un depósito rico en líticos, monolitológico, con fragmentos angulares a subredondeados, desde 5 cm a bloques de 3.5 m. Algunos de los bloques están fracturados y astillados pero coherentes y no se observó ninguna huella de impacto. Los fragmentos se hallan tanto soportados por clastos como por escasa matriz entre ellos, la cual consiste en líticos del tamaño de gravilla y arena. El depósito tiene algunos cristales y pómez sin colapsar, siendo en general pobre en ceniza fina. Se presenta con estratificación interna, cierta gradación, y en ocasiones, las capas con fragmentos gruesos están separadas por delgados horizontes de ceniza y pómez. Lateralmente hacia al SE va disminuyendo gradualmente el número y tamaño de los fragmentos, mientras que la cantidad de ceniza fina en la matriz aumenta. A unos 2 a 2.5 km de donde se ubica la fuente, son ya esporádicos horizontes delgados ricos en líticos de hasta 10 cm, intercalados con piroclásticos de ceniza y pómez. El espesor de la brecha en la zona de fragmentos más gruesos es de 14 a 25 m. Cortando a las brechas co-ignimbríticas de rezago se observan diques de material piroclástico. Se han propuesto dos modelos de emplazamiento para las brechas: el de Wright y Walker (1977) por colapso de la columna en la zona de deflación en la cual deja los fragmentos grandes y pesados que no pueden ser acarreados en el resultante flujo piroclástico y el de Branney y Kokelaar (1997) como de una capa gigante depositada por una corriente de densidad sostenida, en donde los lentes irregulares de brecha lítica pobre en ceniza, cercanos a la fuente, se deben a una vigorosa elutriación durante el asentamiento de los bloques, los que desplazan al gas con ceniza y pómez.

En el caso de las brechas co-ignimbríticas del arroyo del Juachín se ha podido establecer su relación con los sistemas de fallamiento NNW de las fallas de extensión de "Basin and Range", a través de las cuales y en forma puntual fueron emitidos los productos piroclásticos. Además, por la imbricación de algunos fragmentos, la presencia de capas de bajo ángulo y la gradación corriente abajo a una serie de flujos piroclásticos continuos, su emplazamiento parece estar más de acuerdo al modelo de Branney y Kokelaar (1997), como una agradación de corrientes de densidad.

ZONEAMIENTO COMPOSICIONAL DE LA IGNIMBRITA ZARAGOZA, DERIVADA DE LA CALDERA DE LOS HUMEROS, MÉXICO

Carrasco-Núñez G.¹ y Branney M.J.²

¹ UNICIT, UNAM

E-mail: gerardoc@unicit.unam.mx

² Department of Geology, University of Leicester, United Kingdom

E-mail: MJB26@leicester.ac.uk

Las ignimbritas de tamaño grande a moderado suelen presentar un zoneamiento composicional característico, el cual consiste en un enriquecimiento en sus componentes máficos hacia la parte superior de la columna estratigráfica, registrando la salida progresiva de magma a partir de una cámara estratificada composicionalmente, al muestrear con el tiempo, niveles cada vez más profundos, máficos y densos. La ignimbrita Zaragoza hizo erupción hace 0.1 Ma, arrojando 12 km³ de magma y estuvo acompañada por el colapso de la caldera de Los Potreros de 9 km de diámetro, ubicada en el interior de la caldera de Los Humeros. La ignimbrita está representada por una unidad individual de flujo que muestra un zoneamiento composicional complejo, distinto al descrito con anterioridad. En una sección tipo de 16 metros de espesor, ubicada a 20 km del centro de la caldera, se observa una variación notoria en sentido vertical del color de la ignimbrita, que es correlacionable con cambios en la proporción de tres tipos de pómez de composición riodacítica (67-68 % SiO₂), andesítica (58-61 % SiO₂) y dacítica o bandeada (64-66 % SiO₂). La parte basal del depósito es totalmente riodacítica y van apareciendo, de manera progresiva, clastos de pómez andesítica y dacítica, hasta desaparecer por completo las pómez de composición riodacítica en la parte media superior de la secuencia. Sin embargo, hacia la parte superior, la pómez riodacítica reaparece, al tiempo que la proporción de las otras pómez va disminuyendo paulatinamente. La ignimbrita muestra, en general, un incremento en el tamaño máximo y promedio de los fragmentos de pómez, junto con una disminución de la selección de los clastos hacia los niveles estratigráficos superiores. Se interpreta que ese complejo zoneamiento composicional pudo haberse formado en respuesta a fluctuaciones significativas de la taza eruptiva, de manera tal que cuando la erupción llegaba a su clímax, niveles progresivamente más profundos eran muestreados, en tanto que cuando la erupción declinaba en intensidad, niveles más someros podían ser alcanzados nuevamente. Una explicación alternativa sería que, al ocurrir el colapso de la caldera de Los Potreros durante la progresión de la erupción, se habría producido una modificación significativa de la geometría del conducto y de las fracturas anulares asociadas, de tal manera que fuese posible alcanzar nuevamente los niveles superiores de la cámara magmática. Otra posibilidad sería considerar simplemente que el mismo flujo hubiera erosionado e incorporado al final de la fase eruptiva una fracción riodacítica para depositarla en la parte superior de la secuencia.

OLEADAS PIROCLÁSTICAS PRODUCIDAS DURANTE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHICHÓN EN 1982: RESULTADOS PRELIMINARES

Teresa Scolamacchia Ruffino y José Luis Macías Vasquez
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

El Volcán Chichón, se encuentra en la placa litosférica norteamericana cerca de la intersección entre la placa del Caribe y la de Cocos. Después de un periodo de reposo de aproximadamente 500 años, el volcán hizo erupción el 29 de Marzo del 1982.

Este evento, junto con los que se verificaron el 3 y el 4 de Abril, produjeron columnas eruptivas que penetraron la tropopausa, arrojando un volumen total de material estimado en 0.50 km³ D.R.E. (Sigurdsson *et al.* 1984). De esta cantidad, 0.37 km³ representa productos de caída, 0.09 km³ oleadas piroclásticas y 0.04 km³ flujos piroclásticos.

De acuerdo con estudios previos (Sigurdsson *et al.* 1984,1987; Macías *et al.* 1997), los depósitos de oleadas, llamados S1, S2 y S3, se produjeron en la fase más violenta de la erupción que empezó el 4 de Abril . Los depósitos se encuentran intercalados con depósitos de caída y flujos de bloques y cenizas y presentan una distribución radial alrededor del cráter, recubriendo un área de 153 Km² (Sigurdsson *et al.* 1987).

Las interpretaciones sobre el origen de estos depósitos, con excepción del S2 que se considera producto de un flujo piroclástico tipo “ground surge” y “ash cloud surge” (Sigurdsson *et al.* 1987), o como transición lateral del mismo en los altos topográficos (Macías *et al.* 1997), son contrastantes. Con base en evidencias deposicionales y microscópicas, Macías *et al.* (1997), consideran que los depósitos indicados como S1 y S3, se originaron a partir de explosiones hidromagmáticas. Por el contrario, Sigurdsson *et al.* (1987), proponen un origen debido a la elutriación de las partículas más finas desde flujos piroclásticos, generados por el colapso de nubes eruptivas. Estos últimos autores, además consideraron el deposito S3, de extensión menor a los precedentes, completamente erosionado poco tiempo después del erupción a causa de las intensas lluvias en la zona.

La descripción de secciones estratigráficas, con observación a escala centimétrica de las estructuras deposicionales, el análisis sedimentológico de los depósitos y la observación de las estructuras microscópicas que presentan sus componentes, indican que el origen de los depósitos reconocidos como S1 y S3 es hidromagmático. Además, la dispersión del depósito indicado como S1, asimétrica hacia al Sur del volcán y de mayor alcance con respecto a S2 y S3, con extensión de 93 Km² (Sigurdsson *et al.* 1987), resultó ser mayor en dirección SSE y N.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO Y SEDIMENTOLÓGICO DE LA SECUENCIA DE LA PÓMEZ BLANCA, VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA

Karina Elizabeth Cervantes de la Cruz y José Luis Macías Vázquez
Instituto de Geofísica, UNAM

El Volcán Nevado de Toluca se encuentra en el estado de México a 23 km al SO de la Cd. de Toluca. La Pómez Blanca Intermedia (PBI) es una secuencia compleja de productos piroclásticos que consisten en una alternancia de cuatro oleadas piroclásticas intercaladas con cuatro depósitos de pómez de caída, los cuales se encuentran cubiertos por dos unidades de flujo piroclástico. Estos depósitos en general presentan una dispersión hacia el E-SE y cubren un área mínima de 62 km². Los depósitos consisten de pómez muy vesiculares, fragmentos de vidrio, cristales, líticos juveniles bandeados y no bandeados y líticos accidentales. La pómez es de composición dacítica (~65% en SiO₂) con abundantes fenocristales de plagioclasa, horblenda, orto y clinopiroxenos, cuarzo, biotita y magnetita. La edad estimada para esta secuencia es de 12,100 años A.P. (García-Palomo *et al.*, 2000). La columna compuesta de la PBI indica que el evento dio lugar a la formación de una columna pliniana la cual colapso en su fase final formando un flujo piroclástico con volumen cercano a 0.39 km³.

HISTORIA ERUPTIVA DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA DURANTE EL PLEISTOCENO TARDÍO-HOLOCENO

Arce J.L., Macías J.L., García-Palomo A. y Capra L.
Instituto de Geofísica, UNAM

La secuencia estratigráfica del Volcán Nevado de Toluca ha sido dividida en dos grupos: el más antiguo corresponde a una serie de flujos de lavas de composición andesítica (1.60±0.12 y 1.23±0.15 Ma, Cantagrel *et al.*, 1981; y 1.3±0.1 Ma, este trabajo) que constituyen el núcleo del edificio principal y el otro corresponde a los productos piroclásticos de composición dacítica emitidos durante los últimos 100,000 años. Este último grupo está representado por dos colapsos hacia el sur del edificio volcánico, y el más joven dio origen a una secuencia de depósitos de flujos de escombros que se extendió hasta una distancia de 75 km cubriendo un área de 220 km² con un volumen total de 2.8 km³. Esta etapa de desestabilización del edificio volcánico fue seguida por una intensa actividad piroclástica. El evento más antiguo (registrado) está representado por un depósito de flujo piroclástico rico en pómez en donde se han encontrado troncos de árbol carbonizado (42,030 +3530/-2445 años A.P.). Posteriormente, se han registrado cinco eventos de destrucción de domo con la formación de extensos depósitos de flujo piroclástico de bloques y cenizas y oleadas piroclásticas asociadas fechados en ~37,000; ~32,000; ~28,000; ~26,000 y ~15,000 años A.P. Entre estos eventos, se han identificado cuatro depósitos complejos producidos por erupciones plinianas, los cuales consisten en horizontes de caída, oleadas y flujos piroclásticos, siendo la más antigua la denominada Pómez Ocre (fechada entre 39,000 y 36,000 años A.P.), posteriormente la Pómez Toluca Inferior (~24,260±670 años A.P.), el Flujo de Pómez Blanco (~12,100

A.P.) y finalmente la Pómez Toluca Superior ($\sim 10,445 \pm 95$ años A.P.). El evento más reciente de actividad del Nevado de Toluca ocurrió hace aproximadamente 3,100 años con la generación de una oleada y un flujo piroclástico.

En este trabajo se reportan por primera vez los eventos plinianos de 39,000-36,000 y 12,100 años, así como, los eventos de destrucción de domo ocurridos hace 32,000 y 15,000 años. Esta nueva estratigrafía proporciona nuevas evidencias de la compleja historia eruptiva del Nevado de Toluca, a pesar de que todavía no constituye su historia eruptiva definitiva.

VUL-06

MAPA DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, MÉXICO

Capra L., Arce J.L., Macías J.L. y García Palomo A.
Instituto de Geofísica, UNAM

El Nevado de Toluca es un volcán activo en estado de quietud desde hace aproximadamente 3,100 años. Durante su historia eruptiva ha tenido erupciones tanto de tipo efusivo como de tipo explosivo. Una intensa actividad efusiva construyó el edificio volcánico primitivo hace aproximadamente 1.6 Ma, seguida por una etapa erosiva caracterizada, durante el Pleistoceno, por dos colapsos principales del flanco meridional del volcán ($> 50,000$ años) y la generación de secuencias volcanosedimentarias. A partir de los últimos 42,000 años AP, el Nevado de Toluca cambió su estilo eruptivo dando origen a cuatro erupciones plinianas y sub-plinianas intercaladas al menos por cuatro eventos de tipo peleano con destrucción de domos dacíticos. Los flujos piroclásticos producto de esta actividad explosiva se han emplazado de manera radial alrededor del volcán, rellenando las barrancas principales y formando un espeso abanico de material piroclástico en la cuenca de Toluca, alcanzando distancias mínimas de 20 km. Los depósitos de la erupción pliniana de mayor magnitud ocurrida hace 10,500 años (mejor conocida como la Pómez Toluca Superior), tuvieron su eje de dispersión principal hacia el NE. La erupción más reciente del volcán ocurrió hace 3,100 años y dejó depósitos de oleada y flujos piroclásticos hasta una distancia mínima de 10 km. Los volúmenes de material emitidos durante la intensa actividad explosiva de los últimos 40,000 años alcanzan aproximadamente 3 km³ para los depósitos de flujos de bloques y cenizas y alrededor de 7 km³ para los depósitos de caída y flujos de pómez.

Con base en la reconstrucción de la historia eruptiva del Volcán Nevado de Toluca se proponen diferentes escenarios para una posible actividad futura del volcán. Para la elaboración del mapa de peligros se utilizó el paquete FLOW3D para simular la trayectoria de los flujos gravitacionales (avalanchas, oleadas y flujos piroclásticos) con base en la relación H/L (coeficiente de fricción) de cada tipo de flujo.

Una actividad de colapso volcánico afectaría el sector sur del edificio provocando el emplazamiento de flujos de escombros en las depresiones tectónicas principales de Coatepec Harinas y Villa Guerrero hasta una distancia aproximada de 70 km. Sin embargo, debido a las condiciones morfológicas actuales del volcán, que presenta laderas poco empinadas y un cráter abierto sin domo central, este tipo de actividad representa unos de los peligros menores. Por el contrario, una actividad de tipo pliniano o la extrusión de un domo y su posterior destrucción representan el escenario más probable en caso de la reactivación del volcán. La

extrusión de un domo central y su colapso emplazaría depósitos de flujos de bloques y cenizas de manera radial por las barrancas principales, inclusive hasta alcanzar la ciudad de Toluca, de manera muy similar a la actividad ocurrida hace 28 mil años y 15 mil años. Sin embargo, la ocurrencia de una actividad pliniana representa el peligro mayor en el área debido a la magnitud y frecuencia de los eventos anteriores. Con base en las características de las erupciones pasadas, una actividad pliniana podría dar origen a una columna eruptiva de hasta 40 km de altura depositando material de manera preferencial hacia el NE sobre un área de más de 1000 km², afectando con mas de 1m de pómez la Ciudad de Toluca y con más de 10 cm la Ciudad de México.

VUL-07

MECANISMO DE EMPLAZAMIENTO DE FLUJOS DE LAVA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN IGNACIO - SAN JOSÉ DE GRACIA, BAJA CALIFORNIA SUR, DEDUCIDO A PARTIR DE MEDICIONES DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA (ASM)

Edgardo Cañón-Tapia
Depto. de Geología, CICESE

Se presentan resultados de ASM de 13 flujos de afinidad toleítica, 6 de afinidad alcalina y 5 de afinidad incierta, procedentes del campo volcánico de San Ignacio - San José de Gracia, Baja California Sur. Un análisis preliminar de los resultados indica que tanto la susceptibilidad magnética como el grado de anisotropía de las lavas alcalinas tienen valores mayores que los obtenidos en las lavas toleíticas, mientras que los valores de estos parámetros obtenidos en las lavas de afinidad incierta son similares a las de las lavas toleíticas. Esta diferencia en los parámetros de ASM sugiere una diferencia importante en el mecanismo de emplazamiento de los dos tipos de lava identificados, ya que un mayor grado de anisotropía puede ser el resultado de tasas de deformación más grandes a temperaturas cercanas a la temperatura de solidificación de la lava, o bien de un régimen de flujo con mayor estabilidad. En cualquiera de estos dos casos, la diferencia inferida en el mecanismo de flujo de ambos tipos de lava es compatible con las características morfológicas generales de los flujos.

Por lo que respecta a la orientación de los ejes principales de susceptibilidad, en la mayoría de los casos analizados se obtienen distribuciones simples con por lo menos un agrupamiento de ejes muy bien definido. La ausencia de una variación sistemática de la orientación de los ejes de susceptibilidad relativa a la posición vertical de las muestras en el flujo impide que se pueda inferir el sentido del movimiento de la lava, aunque la dirección de movimiento deducida con este método, en general concuerda bastante bien con la dirección de movimiento obtenida mediante indicadores geológicos medidos en el campo. De este modo, la evidencia de la ASM indica que las lavas de la zona se emplazaron sin haber desarrollado una corteza rígida semiestática, independientemente de su afinidad química.

VUL-08

MONITOREO DE LA DEFORMACIÓN DEL VOLCÁN DE COLIMA DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD DE 1998

Hydyn Santiago Jimenez, Juan Jose Ramirez R. y Eliseo Alatorre Chavez
 Universidad de Colima
 E-mail: ramirez@cgic.ucol.mx
 E-mail: hydyn@cgic.ucol.mx
 E-mail: eliseo@cgic.ucol.mx

El volcán de Colima es considerado uno de los volcanes más activos de la República Mexicana. Su patrón eruptivo es predominantemente, explosivo, característica de los volcanes de composición andesítica.

Las reconstrucciones de las erupciones pasadas, muestran un patrón de recurrencia de grandes actividades, en intervalos de 100 años en promedio, habiéndose presentado la última gran actividad en enero de 1913. De aquí surge la necesidad de estudiar su comportamiento durante su periodo donde manifiesta una relativa fase de tranquilidad.

La última actividad ocurrida en Noviembre de 1998, fue monitoreada mediante el parámetro de deformación, con la técnica de EDM (Electronic Distance Measurement). Para el ejercicio de este método se instalaron prismas en tres niveles del edificio volcánico en su cara norte, iniciando el arreglo de reflectores cerca de la base, el nivel 1 a 3100 msnm, el nivel 2 a 3350 msnm y el nivel 3 en la cima del Volcán a 3860 msnm.

Los reflectores utilizados para esta técnica fueron destruidos durante el periodo explosivo que continuo a la emisión de lava en 1998. Se han reinstalados los niveles 1 y 2, exceptuando el tercer nivel localizado en la cima debido a la recurrencia explosiva que ha manifestado el Volcán de Fuego.

Después del evento de 1998 se implemento una red de tres sensores de inclinometría electrónica telemetrizados, apoyados por tres inclinómetros secos (Dry Tilt), cubriendo esta red de ambos métodos, la periferia de la base del volcán.

La interpretación de los datos obtenidos por los tres diferentes métodos utilizados en el monitoreo de deformación del Volcán de Fuego de Colima, nos ayudan a describir la actividad del Volcán después de la fase efusiva de Noviembre Diciembre de 1998.

VUL-09

INICIO DE MONITOREO SÍSMICO DEL VOLCÁN DE COLIMA EN EL OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

Armando Téllez, Tonatiuh Domínguez y Vyacheslav Zobin.
 Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

El monitoreo sísmico del Volcán de Colima se empezó en el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima. Los registros sísmicos de las estaciones de la red RESCO ubicadas alrededor de Volcán se transmitan al Observatorio en forma digital con desfase de 10 minutos. Los eventos se localizan el

mismo día con preparación del mapa de epicentros y el perfil. La curva de RSAM se calcula automáticamente con cada nuevo evento. Los datos se analizan cada viernes en el Observatorio y se presentan mensualmente al Consejo Científico Asesor del Volcán de Colima.

El sistema de análisis sísmico SEISAN, se constituye como un sistema de programas y una base de datos con registros volcánicos, algunos de estos registros son eventos localizables, en tanto otros son registros de temblor o explosiones, que se registran en las estaciones más cercanas al Volcán de Colima.

VUL-10

PRELIMINARY RESULTS FROM THE SOIL GAS SURVEY AT COLIMA VOLCANO

Yuri Taran, Juan Carlos Gavilanes and Nickolas Varley
 Instituto de Geofísica, UNAM
 Universidad de Colima

Some volcanoes, like Mt Etna and Vulcano, Italy, and Mammoth Mountain in Long Valley caldera, USA, have a very high diffuse flux of magmatic CO₂ and He through the slopes of volcano edifices or the caldera floor, additional to and comparable with the direct discharge of volcanic gases through magmatic conduits (fumaroles) or hot springs. In contrast, Popocatepetl, a volcano with a highest passive flux of gases from the crater (near 5,000 t/day of SO₂ on average, during last 5 years), does not show any diffuse degassing through its slopes (Varley and Armienta, 2000). Variations in the diffuse magmatic gas flux from fractured zones of volcanic edifices like at Mt. Etna are used as reliable precursors of volcanic activity (Alessandro *et al.*, 1995).

A preliminary soil gas survey was conducted at Colima volcano in order to find areas with elevated concentrations of magmatic CO₂ for the long-term monitoring. More than 100 stations were made at southern slopes of the volcano from the Barranca La Lumbre to the west, to Cuauhtemoc to the east, and about 20 stations were made at the northern part, close to the summit (from El Playon to the volcano crater). Concentrations of CO₂, CH₄, O₂, H₂S were measured at each station by a portable LMS gas analyzer, as well as of Rn by a portable PYLON scintillator. Two promising areas were found. The first one locates on the SE slopes of the volcano at elevations near 2000 m ASL with CO₂ concentrations in soil gas above 1 vol% and elevated Rn-activity (60-70 cpm). The second one is the mouth of the Barranca La Lumbre near a fractured zone traced so-called Tamazula Fault (Garduño *et al.*, 1998) with CO₂ concentrations higher than 10 vol% and the Rn activity at the level of 100 cpm. The survey at this area was conducted twice, during dry and wet seasons. Measurements during wet seasons were made on the surface of a fresh, two weeks-old lahar deposit. After the lahar, the soil CO₂ concentrations and somewhere, CH₄-concentrations, increased more than order of magnitude (up to 10-15 vol%), but almost all this CO₂ and all CH₄ both were produced by the fresh buried organic material, as it was determined by isotopic analyses of CO₂.

In summary, Volcan de Colima, like Popocatepetl, does not show a considerable diffuse degassing. More study is needed to confirm that the two chosen areas discharge magmatic CO₂ and can be used for the monitoring of volcanic activity.

VUL-11

DIFUSIÓN RECTIFICADA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL DEBIDO AL SISMO DE MW=7.0 DEL 15 DE JUNIO DE 1999

Pérez Campos Nahúm y Valdés González Carlos
Facultad de Ingeniería, UNAM
CENAPRED

Veintitres horas después del sismo de Huajuapán de León - Tehuacán del 15 de junio de 1999 comenzó una crisis sísmica dentro del volcán Popocatepetl que se encuentra a 155 kilómetros del epicentro. Treinta y dos sismos volcanotectónicos tuvieron lugar en un lapso menor de 10 horas. Nos basamos en la teoría de difusión rectificada y en el análisis de algunos parámetros de fuente para determinar si el sismo disparó esta actividad volcánica un día después.

Cuando pasa una onda compresional a través de un sistema cerrado, éste puede aumentar su presión debido a que la onda puede bombear materiales volátiles dentro de una burbuja aumentando la presión. A este fenómeno se le llama difusión rectificada.

Se compara el tipo de roca del Popocatepetl, así como la duración del sismo, la distancia hipocentral, el contenido de frecuencia y la magnitud del sismo del 15 de junio de 1999 con actividad volcánica producida por sismos reportada en otras partes del mundo.

Este tipo de comportamiento no se ha observado ni anteriormente ni después del sismo en los cinco y medio años de actividad del volcán. Lo cual, estadísticamente, está asociado a la influencia del sismo.

Concluimos que de haber sido un poco mayor el sismo, éste hubiera producido una erupción importante pues el volcán sigue teniendo una gran cantidad de energía acumulada toda vía por liberar, pues a pesar de haber tenido una actividad muy importante en noviembre y diciembre de 1998, éste sigue activo.

VUL-12

VARIACIÓN DE MECANISMOS FOCALES DE SISMOS VOLCANO-TECTÓNICOS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Carlos Valdés González
Instituto de Geofísica, UNAM
CENAPRED
E-mail: carlosv@oillin.igeofcu.unam.mx

Desde el 21 de diciembre de 1994, el Volcán Popocatepetl ha mostrado diversas etapas de actividad. En estos cinco y medio años, se han registrado y localizado cerca de 1000 sismos volcanotectónicos. De estos, se han obtenido mecanismos focales para 30 de ellos.

Los mecanismos focales de eventos que corresponden a la fase de formación del domo (Marzo-Septiembre, 1996), están localizados bajo el edificio volcánico y presentan fallamientos de tipo normal e inverso, algunos con rumbos NW, y otros con rumbo NE. Los ejes de tensión y compresión son casi verticales. Dentro de este grupo se encuentra un sólo evento completamente compresivo.

En la fase de pulsos cuasi-cíclicos (Octubre 1996 - Diciembre 24, 1997), los mecanismos son principalmente inversos y también con los ejes de compresión y de tensión verticales. Un evento localizado al Sureste del volcán, en una zona de alta sismicidad, también presenta un mecanismo similar.

La fase explosiva y de acumulación de energía (Diciembre 24, 1997 - Noviembre 1998), que precedió a la fase de mayor actividad (Noviembre y Diciembre de 1998) se caracterizó por pocos mecanismos de fallamiento normal e inverso y un número mayor de mecanismos de puras fases compresivas, con un evento puramente dilatacional ubicado a 2.5 km de profundidad bajo el cráter y otro similar en la zona Sureste del Volcán.

En la etapa de relajación (Enero - Diciembre 1999), el mecanismo focal de un sismo, es similar a los de eventos iniciales en la etapa de formación de domo.

La variación de los mecanismos focales, indica un cambio en la distribución del estado de esfuerzos en las diferentes fases de actividad del volcán. Esta variación en los mecanismos focales, puede ser usada, junto con otras, como una herramienta predictiva en el comportamiento del volcán.

VUL-13

VOLCANIC TREMOR AT POPOCATEPETL VOLCANO

Munehisa Sawada¹, Servando De la Cruz Reyna², Carlos Vardes Gonzalez², Esteban Ramos Jimenez¹, Alicia Martinez Bringas¹, Enrique Guevara Ortiz¹ and Roberto Quas Weppen¹

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² Instituto de Geofísica, UNAM

Volcanic tremor at Popocatepetl volcano recorded by short period seismographs is analyzed. Seismic features of volcanic earthquakes at Popocatepetl volcano are very similar to those at active andesitic volcanoes. B-type events constantly occur and increase in number before the eruptions. Volcanic tremor at Popocatepetl volcano is classified into five groups: 1) volcanic tremor with a succession of BH-type events, 2) tremor which BL-type events take place almost continuously, 3) volcanic tremor with a succession of LP-type events, 4) tremor having similar waveforms to C-type tremor observed at Sakurajima volcano, 5) Volcanic tremor associated with the ejection of volcanic ashes. We mainly analyzed volcanic tremor which has similar waveforms to C-type volcanic tremor at Sakurajima volcano. The primary source of the tremor seems to be located at crater. However, the secondary source seems to be located near the station PPX.

VUL-14

UN MODELO FÍSICO DE CÁMARA MAGMÁTICA PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS CAMBIOS PREMONITORIOS EN SÍSMICIDAD Y DEFORMACIÓN ESPERADOS EN VOLCANES ACTIVOS

Espíndola J.M.¹, Macías J.L.¹ y Godínez Ma de Lourdes²¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Instituto de Geografía, UNAM

Existe un buen número de modelos físico-matemáticos de los procesos volcánicos que han sido desarrollados para estimar algunas características de los sistemas volcánicos en términos de parámetros observables en la superficie. Se han desarrollado modelos para estimar profundidad y dimensiones de la cámara magmática a partir de medidas de deformación en la superficie y el cambio en el volumen de una cámara magmática en términos del momento sísmico acumulativo derivado de los registros sísmicos. Otros modelos estiman las dimensiones de una cámara magmática y su profundidad en términos de la masa arrojada en una erupción y las estimaciones de su cantidad de volátiles y contenido de cristales. Todos estos modelos pueden utilizarse alternativamente para estimar el peligro volcánico si se utilizan para considerar el comportamiento “teórico” de un volcán y obtener así estimaciones de los procesos esperados en caso de una erupción de intensidad dada.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de estos modelos a la erupción de 1982 del volcán Chichón y luego al caso específico del Popocatepetl. En este último caso se utilizan las dimensiones y localización de una probable cámara magmática sugerida por la gravimetría. Esta revela la existencia de una zona de contraste negativo de densidad cerca de 7 Km bajo el volcán con un volumen de unos 25 km³. Dado que la masa arrojada en una erupción es función del volumen de la cámara magmática así como de su contenido de gases y cristales se presentan varios escenarios de erupción para diferentes proporciones en estos componentes de la cámara magmática y los valores esperados de deformación y sismicidad que anuncian una intensidad dada.

VUL-15 CARTEL

SOBRE LA EXISTENCIA DE FAMILIAS DE TEMBLORES EN LA SISMICIDAD RECIENTE DEL POPOCATEPETL Y SU APLICACIÓN EN LA ELECCIÓN DE UN MODELO DE VELOCIDADES

Zamora-Camacho A., Espíndola J.M. y Jiménez Z.
Instituto de Geofísica, UNAM

La sismicidad asociada a la presente etapa eruptiva del volcán Popocatepetl comenzó registrarse digitalmente en una red que opera de manera permanente desde agosto de 1995. El análisis de la sismicidad registrada desde el inicio de operación de la red hasta diciembre de 1995 muestra la existencia de al menos 2 familias de temblores. La existencia de familias de temblores relacionadas por sus formas de onda similares ha sido observada en la sismicidad de numerosos volcanes activos pero no había sido reportada para la sismicidad del Popocatepetl.

En este trabajo encontramos cuantitativamente la existencia de dos familias de temblores por medio de la correlación cruzada de las señales sísmicas filtradas en un intervalo de 1 a 16Hz. Los

temblores fueron localizados por los métodos iterativos usuales (HYPO71-PC, HYPOCENTER) y diversos modelos de velocidad. Comparamos cada modelo de velocidad que arroja pequeños residuales en términos de la cercanía en la ubicación del foco sísmico. Uno de los diferentes modelos permite localizaciones más cercanas entre los miembros de una familia por lo que consideramos que este es el mejor modelo.

Dado que la localización de temblores en volcanes activos es considerado como uno de los problemas más limitantes en el estudio de la sismicidad volcánica, la identificación de familias de temblores y su empleo en la selección de un mejor modelo es de particular utilidad.

VUL-16 CARTEL

BANCOS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS DE MONITOREO EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA

Alatorre-Chávez Eliseo, Ramírez-Ruiz Juan José y Santiago-Jiménez Hydyn
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

El Volcán de Fuego de Colima es uno de los volcanes mejor monitoreado mediante las técnicas recomendadas por la IAVCEI para vigilancia de volcanes activos (monitoreo sísmico, monitoreo de la deformación, análisis geoquímico e inspección visual).

Los sistemas de vigilancia (Monitoreo Sísmico, visual y deformación (inclinómetros electrónicos)) se desarrollaron para el monitoreo en tiempo real cuasi-continuo y discreto del Volcán de Fuego.

La información que llega de campo se está enviando a la página de internet www.ucol.mx/volcan y los diferentes parámetros se presentan en forma gráfica para acceso general y la actividad de volcán puede observarse mediante este sistema de información.

Esta información que es generada en campo es capturada aquí en nuestro centro de trabajo con el fin de darle un posterior tratamiento y generar un historial de comportamiento del Volcán, esta base de datos se dispondrá en un futuro para dominio público, bajo cierta reglamentación de los datos.

VUL-17 CARTEL

MONITOREO TÉRMICO DEL VOLCÁN POPOCATEPETL, UTILIZANDO IMÁGENES INFRARROJAS DE SUPERFICIE E IMÁGENES MULTIBANDA DEL SATÉLITE GOES 8

Servando De la Cruz-Reyna, Juan José Gómez Palacios y Gerardo Jiménez Román

¹ Instituto de Geofísica, UNAM² ESIA, IPN

El sistema de monitoreo del volcán Popocatepetl se basa principalmente en la observación y vigilancia de cuatro parámetros: visual, sísmico, geodésico y geoquímico. El CENAPRED y el Instituto de geofísica de la UNAM han trabajado en conjunto en la observación de estos parámetros. Desde diciembre de 1998, se añadió un proyecto de monitoreo térmico conjunto que incluye la adquisición de imágenes de superficie utilizando una cámara

infrarroja NEC, donada por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, e imágenes de varias bandas del satélite GOES 8, en un proyecto cooperativo con el SOEST de la Universidad de Hawaii, donde son procesadas las imágenes para detectar los eventos térmicos de varios volcanes del mundo, incluido el Popocatepetl. El análisis de las imágenes de superficie y de las imágenes satelitales, y la correlación con los otros parámetros observados ha permitido identificar la fuente de diversas anomalías térmicas. Las principales son: Anomalías de corta duración y baja intensidad, mejor percibidas por la cámara de superficie que por los satélites, debidas a exhalaciones; anomalías de mayor duración e intensidad intermedia, bien percibidas por los satélites y poco definidas en la cámara de superficie, debidas al emplazamiento de domos; y anomalías intensas, de duración intermedia, bien definidas por los sistemas de tierra y satelital, que corresponden a explosiones de destrucción de domo. La correlación de los diferentes parámetros permite una buena definición en la identificación de las causas de las anomalías, que no puede sustentarse considerando cada uno de los parámetros térmicos por separado. Así, las imágenes satelitales están sujetas a “falsas alarmas” provenientes de impactos cósmicos o de efectos de dispersión por agua atmosférica. Por otro lado, las imágenes de superficie están limitadas por la geometría del cráter que sólo permite dirigirla hacia su interior desde una aeronave. El monitoreo térmico desde la superficie está entonces limitado a los eventos térmicos que remontan el cráter y por la nubosidad. Actualmente se lleva a cabo un balance energético de la actividad del volcán con base a los datos obtenidos.

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Acevedo Octavio C.	MIM-09	270	Arellano G. Víctor M.	GEOTER-08	259
Acosta Chang José	SIS-46	346	Arellano Gil J.	GP-10	215
Acosta J.	SRSNM-12	318	Arellano Gil J.	PALEO-13	302
Acosta J.	SIS-05	332	Arellano Víctor Manuel	GEOTER-04	258
Adem J.	OCE-06	278	Argote Espinoza María Luisa	OCE-27	283
Aguayo A.	GEOH-30 CARTEL	199	Argote María Luisa	OCE-26	283
Aguayo A.	GEOH-31 CARTEL	199	Argüelles Flores Betzabeth	ATM-11	144
Aguayo Ríos A.	GEOQP-19	253	Arias Juárez María Jannet	EC-12	166
Aguilar A. Rosario	ES-02	152	Arias Paz Alberto	GEOH-10	190
Aguilar Benítez Marcos	GEOF-07	179	Arias Paz Alberto	GEOH-20	195
Aguilar Hernández Alejandra	GET-20	224	Arias Paz Alberto	GGA-27 CARTEL	241
Aguilera D.	ES-23 CARTEL	162	Armienta M.A.	GEOH-30 CARTEL	199
Aguilera Franco Noem	ES-20 CARTEL	160	Armienta M.A.	GEOH-31 CARTEL	199
Aguilera N.A.	GGA-09	232	Arreguín Sánchez F.	OBP-13 CARTEL	291
Aguilera N.A.	GGA-10	233	Arreguín Sánchez Francisco	OBP-06	288
Aguillon Robles A.	SRSNM-08	315	Arreygue Rocha E.	GGA-12	233
Agúñiga Sergio	OBP-08	289	Arroyo A. Adriana	SIS-19	337
Aguirre Díaz G.J.	PALEO-11	301	Arroyo Cabrales J.	EC-34 CARTEL	174
Aguirre Díaz Gerardo	SIS-16	336	Arroyo Cabrales Joaquín	EC-24	171
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-01	351	Arroyo Cabrales Joaquín	EC-25	172
Aguirre Díaz Gerardo J.	PALMAG-01	292	Arroyo Moisés	GGA-19	237
Aguirre Díaz Gerardo J.	PALEO-10	301	Arroyo Moisés	GEOF-11	180
Aguirre Díaz Gerardo J.	SRSCM-09	308	Arzate Flores Jorge Arturo	GGA-07	230
Aguirre Díaz Gerardo J.	SRSCM-10	308	Arzate J.A.	SRSSM-02	320
Aguirre Díaz Gerardo J.	SRSCM-12	309	Arzate J.A.	SRSSM-03	320
Aguirre Gerardo	PALMAG-04	293	Arzate Jorge A.	GEOF-11	180
Aguirre González Jorge	SIS-27	340	Arzate Jorge A.	GEOF-15	181
Aguirre González Jorge	SIS-33	342	Arzate Jorge A.	GGA-19	237
Alamilla Jorge	SIS-36	343	Avalos J.A.	GGA-09	232
Alaniz Álvarez S.A.	GET-19	223	Avalos J.A.	GGA-10	233
Alaniz Álvarez S.A.	SRSCM-06	306	Ávila M. Fernando	GEOH-05	188
Alaniz Álvarez S.A.	GET-18	222	Ávila Rodríguez M.	GGA-32 CARTEL	243
Alaniz Álvarez Susana Alicia	SRSCM-15 CARTEL	310	Axen Gary J.	GET-08	219
Alarcón Ferreira Ana María	LECT-02	262	Azuara Z.J.	GGA-23	239
Alatorre Chávez Eliseo	VUL-08	354	Badán A.	OCE-22	282
Alatorre Chávez Eliseo	VUL-16 CARTEL	356	Báez López Javier Antonio	GYM-16 CARTEL	207
Alba Cynthia Mendoza Madera	ES-02	152	Bandy W.L.	GEOF-05	178
Albarrán Jorge Jacobo	GEOQP-12	249	Bandy William L.	GP-05	212
Alcocer Javier	OCE-13	280	Barboza Gudino J. Rafael	GEOQP-09	248
Alfonso L.	MIM-22	275	Barboza Gudino José Rafael	SRSCM-02	304
Almazán Vázquez Emilio	ES-02	152	Barradas Miranda Víctor L.	MIM-15	272
Almazán Vázquez Emilio	ES-05	153	Barradas Víctor L.	ATM-16	145
Almazán Vázquez Emilio	PALEO-01	298	Barradas Víctor L.	MIM-11	270
Altamira Areyán Armando	ES-13	157	Barragán Manzo Ricardo	ES-07	154
Altamira Areyán Armando	LECT-04	263	Barragán R. Rosa María	GEOTER-08	259
Alva Valdivia Luis M.	GEOH-17	193	Barragán Rosa María	GEOTER-04	258
Alva Valdivia Luis M.	PALMAG-02	292	Barragán Rosa María	GEOTER-10	259
Alva Valdivia Luis M.	PALMAG-13 CARTEL	296	Barrera D.	GYM-15	206
Alvarado Arias Guadalupe del C.	GYM-13	206	Barrera G. Víctor M.	GEOTER-08	259
Alvarado Cano Rodney Radames	GEOQP-27 CARTEL	255	Barrera González Rubén David	GEOH-27	198
Alvarado Graef Patricia	OCE-27	283	Barrera Hernández David	GGA-22	238
Álvarez Borrego Saúl	OCE-10	279	Barrón Ricardo	SIS-06	332
Álvarez Gasca Oscar	ATM-05	142	Barrón Ricardo	SIS-12	334
Álvarez M.	SIS-05	332	Baumgardner D.	MIM-22	275
Álvarez Pozos Sandra L.	ATM-14	145	Baumgardner D.	MIM-23	275
Álvarez Rosales J.	SRSNM-07	315	Baumgartner Timothy	GEOQP-25 CARTEL	255
Álvarez S. Luis Gustavo	SRSNM-15 CARTEL	319	Bautista Belmonte A.	GEOH-22	196
Amador Buenrostro Alberto	OCE-27	283	Bautista Romero J. Jesús	OBP-06	288
Amador Muñoz Omar	MIM-21	275	Becerril Ayala J.	SIS-20	337
Anderson T.H.	GET-07	218	Belitskaya Valentina Davydova	MIM-17	273
Anderson Thomas H.	ES-04	153	Bellon H.	SRSNM-08	315
Ángeles Moreno Edgar	SRSCM-13	310	Belmonte Jiménez S.I.	GEOH-22	196
Angulo Brown Fernando	GEOF-22 CARTEL	183	Belmonte S.	GEOH-16	193
Aquino López Ambrosio	GEOF-29 CARTEL	185	Ben Yates	SIS-29	341
Aragón Alfonso	GEOTER-04	258	Bermúdez María Luisa	SIS-07	333
Aragón Arreola Manuel	GYM-02	201	Bernal Gladys	EC-06	164
Aragón Noriega Eugenio Alberto	OBP-03	287	Bernal Rocío Guadalupe	EC-08	165
Aragón Sulik M.	GEOH-22	196	Beroza Gregory C.	SIS-40	344
Arana Salinas L.	GEOQP-14	250	Bertaud de León Ana	EC-04	164
Aranda Gómez J.J.	ES-14	157	Bigioggero B.	SRSSM-11	325
Aranda Gómez José Jorge	GEOQP-18	252	Bilham R.	SIS-02	331
Aranda J.J.	GYM-20 CARTEL	209	Birkle P.	GEOH-03	187
Aranda J.J.	SRSCM-05	306	Birkle P.	GEOQP-01	244
Arango Galván C.	GEOF-28 CARTEL	185	Birkle Peter	GEOTER-06	258
Aranguren Iriarte Aitor	PALMAG-09	295	Bocanegra Gerardo	GGA-05	229
Arce J.L.	VUL-05	352	Bodo Weber	SRSSM-06	322
Arce J.L.	VUL-06	353	Böhnell H.	EC-17	169
Arellano G.	SIS-05	332	Böhnell Harald	PALMAG-01	262
Arellano G.	SIS-54 CARTEL	348	Bolongaro Crevenna R. Andrea	GEOTER-06	258

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Bordakov G.A.	OCE-03	277	Carrillo Chávez Alejandro	GGA-05	229
Bori Segura Efraín	GYM-21 CARTEL	210	Carrillo Chávez Alejandro	GGA-28 CARTEL	241
Bourgeois J.	SRSNM-08	315	Carrillo Chávez Alejandro	GGA-29 CARTEL	242
Bradley Chris	GEOF-23 CARTEL	184	Carrillo Fátima	OCE-21	282
Branney M.J.	VUL-02	351	Carriquiry J.D.	GEOQP-02	244
Brassea Ochoa Jesús	GEOF-12	180	Carriquiry José D.	OBP-08	289
Bravo Almazán Aída Rubí	SIS-23	338	Casasola Mario	MIM-13	271
Bravo Hugo	SIS-01	331	Casasola Montañez Mario	MIM-12	271
Bravo José Luis	MIM-21	275	Casillas Lavín Tomás A.	ATM-23	149
Brito Castillo L.	ATM-15	145	Castañeda Ovando Pedro	GEOH-29 CARTEL	198
Buitrón Blanca	ES-17	159	Castañeda V. David	ATM-26	149
Buitrón I. B.E.	SRSSM-09	324	Castrejón González Israel	GEOH-27	198
Buitrón Sánchez Blanca	PALEO-03	298	Castro Flores Adán	GGA-14	234
Buitrón Sánchez Blanca E.	PALEO-01	298	Castro Flores Adán	LECT-09 CARTEL	266
Buitrón Sánchez Blanca Estela	PALEO-02	298	Castro Mora Jesús	GYM-09	204
Buitrón Sánchez Blanca Estela	PALEO-09	300	Castro Raúl R.	SIS-26	340
Bulgakov Igor	GGA-03	227	Castro T.	MIM-22	275
Bulgakov Nikolay P.	OCE-02	277	Cattaneo Marco	SIS-26	340
Bulgakov Sergey N.	OCE-02	277	Cedillo Rodríguez Fidel	GEOTER-03	257
Burlak B.N.	SIS-28	340	Ceniceros N.	GEOH-30 CARTEL	199
Burlak G.	GEOF-18	182	Ceniceros N.	GEOH-31 CARTEL	199
Burlak G.N.	GGA-15	235	Centeno García E.	GET-05	217
Bustamante García Jorge	GYM-03	202	Centeno García Elena	ES-13	157
Bustos Díaz José Luis	GYM-03	202	Centeno García Elena	SRSCM-13	310
Cyrne Roger	EC-10	166	Cepeda Dávila Leovigildo	GGA-21	238
Cyrne Roger	EC-28 CARTEL	173	Cepeda Héctor	ES-16	158
Cyrne Roger	EC-30 CARTEL	173	Cerca Mariano	SRSSM-12	326
Cyrne Roger	EC-31 CARTEL	174	Cerca Martínez Mariano	SRSCM-15 CARTEL	310
Cyrne Roger	EC-32 CARTEL	174	Cerca Martínez Mariano	SRSSM-15	328
aballero Cecilia	EC-36 CARTEL	175	Cervantes de la Cruz Karina E.	VUL-04	352
aballero Margarita	EC-11	166	Cervantes H.F.	PALEO-12	302
aballero Margarita	EC-33 CARTEL	174	Cervantes Pérez Juan	MIM-15	272
aballero Miranda C.	EC-19	170	Chávez Aguirre José María	GGA-21	238
abrera S.A.	GGA-17	236	Chávez Aguirre Rafael	GEOH-17	193
etano E.S.	ATM-22	148	Chávez Cabello G.	GET-05	217
etano Ernesto S.	ATM-24	149	Chávez Cabello G.	GET-16	222
etano Ernesto S.	ATM-26	149	Chávez Cabello Gabriel	GGA-02	227
elderón Aguilera Luis Eduardo	OBP-03	287	Chávez G.	OCE-23	283
elderón Macías Carlos	GEOF-01	177	Chávez García Francisco	SIS-31	342
elderón Miguel	GEOF-10	180	Chávez García Francisco	SIS-46	346
llejón Giménez Ángel	EC-05	164	Chávez García Francisco J.	SIS-14	335
mus T.	SRSNM-08	315	Chávez García Francisco J.	SIS-30	341
mus Thierry	SRSNM-04	314	Chávez García Francisco J.	SIS-34	343
lvo Rathert Manuel	PALMAG-09	295	Chávez García Francisco J.	SIS-43	345
macho Ibar V.F.	GEOQP-02	244	Chávez R.	GEOH-16	193
mpa Uranga María Fernanda	SRSSM-19 CARTEL	329	Chehbouni A.	MIM-04	267
mpa Uranga María Fernanda	SRSSM-18 CARTEL	329	Chi P.	GEOF-24 CARTEL	184
mpos E. Oscar	SIS-46	346	Chiara M. Petrone	SRSCM-07	307
mpos Enríquez Oscar	GEOF-15	181	Chiara M. Petrone	SRSCM-08	307
mpos Gaytan José Rubén	GEOH-04	188	Choumiline E.	GEOQP-03	245
mpos Madrigal Emiliano	LECT-03	263	Choy José	GET-11	220
mpos Morales Mario H.	GYM-05	203	Cid Vázquez A.L.	GEOQP-01	244
mpos O.	GEOH-16	193	Cifuentes G.	GEOF-17	182
mprubí A.	GYM-04	202	Cifuentes Nava G.	GEOF-26 CARTEL	184
mprubí A.	GYM-17 CARTEL	207	Cifuentes Nava G.	GEOF-28 CARTEL	185
mps P.	PALMAG-08	295	Cisneros Mata Miguel A.	OBP-05	288
nales E. Armando	GEOH-07	189	Clarke Timothy J.	SIS-32	342
ndela J.	OCE-22	282	Conserva María Elena	EC-31 CARTEL	174
ndela J.	OCE-23	283	Contreras E.	GEOTER-11	260
ndela Julio	OCE-21	282	Contreras Hernández Ana Delia	ATM-12	144
ón Tapia Edgardo	PALMAG-11	296	Contreras Juan	GP-06	212
ón Tapia Edgardo	VUL-07	353	Contreras Juan	GET-23 CARTEL	225
uti P.	GGA-12	233	Contreras López Enrique	GEOTER-12	260
asso Giorgio	GEOQP-23 CARTEL	254	Contreras Ruiz Esparza Beatriz	EC-07	165
ra L.	VUL-05	352	Contreras Ruiz Esparza Moisés G.	SIS-27	340
ra L.	VUL-06	353	Córdoba D.	SRSNM-11	317
pajal Noel	OCE-07	278	Córdoba Montiel Francisco	LECT-02	262
enas Monroy C.	GGA-31 CARTEL	242	Corona Chávez P.	SRSSM-08	323
os J.	SIS-05	332	Corona Chávez P.	SRSSM-11	325
os J.	SIS-54 CARTEL	348	Corona Chávez Pedro	GYM-03	202
on Richard W.	SRSCM-08	307	Corona Esquivel R.	GYM-04	202
anza Castañeda Oscar	PALEO-10	301	Corona Esquivel R.	GYM-17 CARTEL	207
anza Castañeda Oscar	PALEO-11	301	Corona M. Eduardo	EC-23	171
asco Núñez G.	VUL-02	351	Correa Mora Francisco	SRSSM-17 CARTEL	329
eño A.L.	SRSNM-07	315	Cortez Alejandra	GEOH-13	192
eon Freyre D.C.	GGA-20	237	Cortez Lara A.A.	GEOH-26	197
eon Freyre Dora Celia	GGA-11	233	Cosío M.A.	OBP-10	290
llo Chávez Alejandro	GEOH-29 CARTEL	198	Cossio Torres T.	GET-16	222
llo Chávez Alejandro	GGA-04	228	Cotten J.	SRSNM-08	315

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Crusius John	GEOQP-25 CARTEL	255	Fabriol H.	SRSNM-12	318
Cruz Abeyro J.A.L.	GEOF-24 CARTEL	184	Fabriol H.	SIS-05	332
Cruz Atienza V.M.	SIS-47	347	Farfán F.	SIS-05	332
Cruz Atienza V.M.	SIS-45	346	Farfán F.	SIS-53 CARTEL	348
Cruz Hernández J.	SIS-20	337	Farfán F.	SIS-54 CARTEL	348
Cruz Jiménez Hugo	SIS-46	346	Félix Romero Saby Gabriela	SIS-57 CARTEL	349
Cruz O.	GEOH-30 CARTEL	199	Fernández de la Vega Márquez T.	GYM-12	205
Cruz O.	GEOH-31 CARTEL	199	Fernández S.	SIS-09	333
Cruz Ocampo J.C.	GEOQP-14	250	Fernex F.	GEOQP-06	246
Cruz Ocampo J.C.	GYM-07	203	Ferrari Luca	PALMAG-13 CARTEL	296
Cruz Orozco Rodolfo	SRSNM-01	313	Ferrari Luca	SRSCM-07	307
Cruz Pineda Manuel	GEOF-07	179	Ferrari Luca	SRSCM-08	307
Cruz R.C	OCE-12	279	Ferrari Luca	SRSCM-16 CARTEL	311
Cuenca Julio	SIS-07	333	Ferrari Luca	SRSSM-12	326
Cuevas Pérez Ernesto	SRSCM-01	304	Ferrari Luca	SRSSM-15	328
Cuevas Urionabarrenetxea Julia	PALMAG-09	295	Ferreira Vicente	GEOQP-25 CARTEL	255
Czitrom S.	OCE-16	281	Figuerola R. J.M.	OCE-34	286
Daesslé L.W.	GEOQP-02	244	Filonov A.E.	OCE-12	279
Dañobeitia J.J.	SRSNM-11	317	Filonov A.E.	OCE-30	284
Davydova Belitskaya Valentina	MIM-19	274	Filonov Anatoliy	OCE-13	288
De Anda J.	GEOQP-06	246	Fischer Karen M.	SIS-32	342
de Bruin H.	MIM-04	267	Fitzjarrald D.R.	MIM-07	269
De La Hida J.	GEOF-16	181	Fitzjarrald David R.	MIM-08	269
De León Gómez Héctor	GGA-01	227	Fitzjarrald David R.	MIM-09	270
De León Gómez Héctor	GGA-18	237	Fletcher J.M.	GET-09	219
De los Ríos M.	EC-34 CARTEL	174	Fletcher J.M.	GET-22 CARTEL	225
Delgadillo Peralta M.	SIS-52 CARTEL	348	Fletcher John M.	GET-08	219
Del Ángel González Ernesto	GP-02	211	Flores Antonio	ES-17	159
Del Valle Reyes Aarón	ES-11	156	Flores Daniel	GEOQP-22 CARTEL	253
Delgado Argote L.A.	SRSNM-09	316	Flores de Dios Antonio	PALMAG-02	292
Delgado Argote L.A.	SRSNM-11	317	Flores de Dios González Antonio	PALEO-02	298
Delgado Argote Luis A.	SRSNM-05	314	Flores de Dios González Antonio	PALEO-03	298
Delgado Rodríguez Omar	GEOF-15	181	Flores de Dios González Luis A.	SRSSM-09	324
Delgado Vázquez Marco Antonio	GGA-22	238	Flores Estrella Hortencia	SIS-33	342
DeMets C.	GET-24 CARTEL	226	Flores L.	GEOH-16	193
DeMets Chuck	GET-15	221	Flores Luna Carlos	GEOF-09	179
Derek Walton	PALMAG-10	296	Flores Luna Carlos	GEOF-10	180
Derkachev A.	GEOQP-03	245	Flores Ruiz J.H.	GEOQP-19	253
Desentis León Samuel	GEOH-28	198	Flores Ruiz J.H.	GEOTER-02	257
Díaz Arredondo	GEOH-06	189	Fong Aguilar J.L.	GEOH-03	187
Díaz de Cossio G.	SIS-53 CARTEL	348	Forsythe L.	GEOQP-10	248
Díaz Maldonado Salvador	GEOH-12	191	Francalanci Lorella	SRSCM-07	307
Díaz Navarro Ricardo	SRSSM-16	328	Francalanci Lorella	SRSCM-08	307
Díaz Navarro Ricardo	GEOF-02	177	Franco Navarrete Sonia	ES-21 CARTEL	161
Díaz Sánchez J.F.	GYM-17 CARTEL	207	Franco Vega Oscar	ES-02	152
Diego Orozco Arturo	GP-03	211	Frez J.	SRSNM-12	318
Dixon T.H.	GET-09	219	Frez J.	SIS-05	332
Domínguez Reyes Tonatiuh	SIS-50 CARTEL	347	Frez J.	SIS-54 CARTEL	348
Domínguez Tonatiuh	VUL-09	354	Frez José	SRSNM-13	318
Dorman LeRoy	GET-14	221	Frías V.M.	SIS-54 CARTEL	348
Dorobek Steven L.	ES-08	155	Frits Werre Keeman	GYM-10	205
Douglas Robert	EC-02	163	Fuentes Carlos	SIS-42	345
Drever James	GGA-04	228	Gaitán Morán Javier	SRSNM-01	313
Dubois Favier	EC-17	169	Galicia Pérez Marco A.	OCE-33	285
Duncan Keppie J.	SRSSM-04	321	Galindo M. Charles	GP-10	215
Dworak Robinson Juan Adolfo	OCE-11	279	Gallardo Alonso	GEOF-31 CARTEL	185
Eakins B.W.	GET-09	219	Gallardo Delgado Luis Alonso	GEOF-06	179
Eduardo Serafín M.A.	EC-21	170	Gallegos Cruz A.	GEOF-19	182
Edwards R.L.	GET-09	219	Gallegos Cruz A.	GEOF-20 CARTEL	183
Eguiluz de Antuñano Samuel	GP-01	211	Gálvez O.	SIS-54 CARTEL	348
Elías Herrera Mariano	SRSSM-05	321	Gama Castro J.	EC-22	170
Elías Herrera Mariano	SRSSM-07	323	Garatuza J.	MIM-04	267
Escalona Alcázar F.J.	SRSCM-04	305	Garatuza Payán Jaime	MIM-03	267
Escalona Alcázar F.J.	SRSNM-09	316	Garatuza Payán Jaime	MIM-06	268
Escanero Antonio	PALMAG-04	293	García A.	GEOTER-11	260
Escanero Antonio	PALMAG-05	293	García Abdeslem Juan	GEOF-04	178
Escanero Figueroa Antonio A.	PALMAG-01	292	García Alfonso	GEOTER-13	260
Escobedo D.	SIS-35	343	García Alfonso	GEOTER-04	258
Escobedo Z. David	SIS-41	345	García Barrera Pedro	PALEO-08	300
Esparza F.J.	GEOF-14	181	García Cueto O. Rafael	MIM-02	267
Espíndola J.M.	GEOF-08	179	García Díaz José Luis	SRSSM-19 CARTEL	329
Espíndola J.M.	VUL-14	356	García Estrada José Agustín	GEOH-33 CARTEL	200
Espíndola J.M.	VUL-15 CARTEL	356	García García F.	MIM-24	276
Espinosa Cardeña J.M.	GET-22 CARTEL	225	García Gutiérrez Alfonso	GEOTER-12	260
Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOF-04	178	García Juárez A.R.	OBP-04	287
Espinosa G.	GEOTER-11	260	García López Rufino J.	GEOH-04	188
Espinosa Gilberto	GEOTER-13	260	García López Yahir G.	SIS-51 CARTEL	348
Esquivel Victoria Edgar	GGA-25 CARTEL	239	García Luis	MIM-14	272
Estrada García Jaime Rafael	GEOF-02	177	García Manuel Pablo	GEOTER-12	260

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
García Martínez Jorge	ATM-08	142	González M. Tristán	ES-14	157
García Martínez Jorge	ATM-09	143	González Ortega J. Alejandro	EC-16	168
García Palomo A.	GGA-31 CARTEL	242	González Pomposo Guillermo	SIS-57 CARTEL	349
García Palomo A.	VUL-05	352	González Velázquez A.	EC-22	170
García Palomo A.	VUL-06	353	Gorsline Donn	EC-02	163
García Palomo Armando	SRSCM-11	309	Graef F.	ATM-03	141
García R.	SIS-05	332	Grajales Nishimura Manuel	PALMAG-02	292
García Saillé G.	GEOH-26	197	Grajeda Muñoz M.	GEOQP-03	245
García Saturnino	MIM-03	267	Granados Hernández Jorge	SIS-03	331
García Villegas F.	GGA-23	239	Granados Martínez Mónica	ES-21 CARTEL	161
García y Barragán J.C.	GET-07	218	Grijalva Noriega F.J.	ES-06	154
García y Barragán Juan Carlos	ES-04	153	Grijalva Noriega Francisco Javier	GEOF-03	177
Garduño M.V.H.	PALEO-12	302	Grimalsky V.	GEOF-16	181
Garduño Mario	SIS-01	331	Grimalsky V.	GEOF-18	182
Garduño Monroy V.H.	GGA-12	233	Grimalsky V.V.	GGA-15	235
Garduño Monroy V.H.	EC-13	167	Grimalsky V.V.	SIS-28	340
Garduño Monroy Víctor Hugo	GYM-03	202	Guerrero Suastegui Martín	ES-12	156
Garibay Romero Luis Martín	PALEO-04	299	Guerrero Suastegui Martín	PALEO-09	300
Garibay Romero Luis Martín	PALEO-09	300	Guevara Ortiz Enrique	VUL-13	355
Garrido Pérez A.	GGA-31 CARTEL	242	Guler Marcos	GP-02	211
Garrido Uribe J.L.	GGA-23	239	Gutiérrez Calderón Raúl	EC-01	163
Garza González Vélez Carlos	GYM-08	204	Gutiérrez de Velasco G.	OBP-10	290
Garza Rocha Daniel	GGA-02	227	Gutiérrez de Velasco Sanromán G.	OCE-15	280
Gavilanes Juan Carlos	VUL-10	354	Gutiérrez R. Marco Antonio	GEOH-07	189
Gaviño R. Juan H.	OCE-08	278	Guzmán A. Fabiola	EC-24	171
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-33	285	Guzmán Speziale Marco	SIS-39	344
Gay Carlos	ATM-18	146	Harald Böhnell	PALMAG-03	293
Gay G. Carlos	ATM-17	146	Harald Böhnell	PALMAG-04	293
Giaccardi A.	ES-23 CARTEL	162	Harald Böhnell	PALMAG-05	293
Gil Arras Rosario	GEOH-17	193	Harald Böhnell	PALMAG-10	296
Glowacka E.	SIS-53 CARTEL	348	Harald Böhnell	SRSNM-05	314
Godínez Ma. de Lourdes	VUL-14	356	Harris R.N.	GET-22 CARTEL	225
Godínez Orta L.	GEOQP-03	245	Hartogensis O.	MIM-04	267
Godínez Orta Lucio	EC-03	163	Helenes J.	SRSNM-06	315
Godínez V.	OCE-24	283	Helenes J.	SRSNM-07	315
Gogichaishvili A.	PALMAG-08	295	Henríquez F.	GYM-04	202
Gogichaishvili A.	PALMAG-12 CARTEL	296	Heredia Zavoni Ernesto	SIS-36	343
Gogichaishvili Avto	EC-18	169	Herguera García Juan Carlos	EC-04	164
Gogichaishvili Avto	PALMAG-06	294	Herguera García Juan Carlos	EC-07	165
Gogichaishvili Avto	PALMAG-07	295	Herguera Juan Carlos	EC-08	165
Gogichaishvili Avto	PALMAG-09	295	Herguera Juan Carlos	EC-06	164
Gogichaishvili Avto	PALMAG-13 CARTEL	296	Herguera Juan Carlos	EC-09	165
Gogichaishvili Avto	PALMAG-02	292	Hermann Köhler	SRSSM-06	322
Goldfinger C.	GET-13	221	Hernández Álvarez Elizabeth	GEOH-17	193
Gómez Anguiano Martín	GEOQP-09	248	Hernández Ávila Leopoldo	GEOF-02	177
Gómez Anguiano Martín	VUL-01	351	Hernández B.	SIS-45	346
Gómez Caballero J.A.	GYM-06	203	Hernández Bernal Ma. del Sol	GEOQP-16	251
Gómez G. Juan Martín	SIS-41	345	Hernández Bernal Ma. del Sol	GEOQP-24 CARTEL	254
Gómez P. Luna	PALEO-13	302	Hernández E.	GEOF-17	182
Gómez Palacios Juan José	VUL-17 CARTEL	356	Hernández E.	GEOQP-05	246
Gómez Romero Leonorilda	ATM-09	143	Hernández Elizabeth	GGA-04	228
Gómez Romero Leonorilda	ATM-11	144	Hernández Elizabeth	GGA-29 CARTEL	242
Gómez Sosa Jesús Efraín	GGA-21	238	Hernández Elizabeth	GEOQP-22 CARTEL	253
Gómez Treviño E.	GEOF-14	181	Hernández Elizabeth	GEOQP-23 CARTEL	254
Gómez Treviño Enrique	GEOF-13	180	Hernández Isaías	GEOTER-13	260
Gómez Valdés José	OCE-11	279	Hernández Jáuregui R.	GET-02	216
Gómez Yadira	GEOTER-10	259	Hernández Jáuregui R.	ES-10	156
González Antonio	GEOF-31 CARTEL	185	Hernández Láscars Delfino	SRSCM-14	310
González Armas R.	OBP-10	290	Hernández Ordóñez R.	GEOF-28 CARTEL	185
González Arreola Celestina	PALEO-07	300	Hernández Quintero E.	GEOF-26 CARTEL	184
González Arreola Celestina	PALEO-08	300	Hernández Quintero J.E.	GEOF-28 CARTEL	185
González Casildo V.	GET-02	216	Hernández R.V.	ATM-22	148
González Casildo V.	ES-10	156	Hernández Rivero Ma. de la Paz	LECT-09 CARTEL	266
González Casildo Victoria	ES-21 CARTEL	161	Hernández Rivero María de la Paz	GGA-14	234
González E. Rodrigo	GEOH-07	189	Hernández Teodoro	PALMAG-03	293
González Enríquez Rodrigo	GEOH-09	190	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-16	251
González Enríquez Rodrigo	SRSNM-03	313	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-24 CARTEL	254
González Fernández A.	GET-10	220	Hernández Treviño Teodoro	SRSSM-17 CARTEL	329
González Fernández A.	SRSNM-11	317	Hernández V. Maricela	ATM-30 CARTEL	151
González G. R.	OCE-04	277	Hernández Vázquez S.	OBP-04	287
González García J.	SIS-05	332	Herrera B. J.	GEOH-14	192
González García J. Javier	EC-16	168	Herrera B. J.	GEOH-26	197
González García J. Javier	SRSNM-13	318	Herrera Barrientos	GEOH-06	189
González Hernández Galia	GEOQP-26 CARTEL	255	Herrera Castañeda Sergio	GGA-25 CARTEL	239
González Herrera Roger	GEOH-08	189	Herrera H.	OBP-10	290
González Ibarra Alfonso	GEOF-02	177	Herrera J.	GEOH-16	193
González Ignacio	OCE-21	282	Herrera Vázquez Gloria	ATM-16	145
González J.	SRSNM-12	318	Hinojosa Corona A.	SRSNM-14 CARTEL	318
González J.	SIS-54 CARTEL	348	Hoedjes J.	MIM-04	267

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Hueda Tanabe Y.	EC-19	170	Lizárraga Celaya C.	OCE-01	277
Huerta Carlos I.	SIS-29	341	Lluch Belda D.	OBP-01	287
Huerta Carlos I.	SIS-55 CARTEL	349	Lluch Belda Daniel	OBP-05	288
Hurtado Artunduaga Ángel David	GEOTER-14 CARTEL	261	Lluch Belda Daniel	OBP-06	288
Hutton W.	GET-24 CARTEL	226	Lluch Cota Daniel B.	OBP-12	291
Hutton Wallis	GET-15	221	Lluch Cota S.	OBP-04	287
Iglesias Mendoza A.	SIS-47	347	Lluch Cota S.E.	OBP-01	287
Iglesias Mendoza A.	SIS-45	346	Lluch Cota S.E.	OBP-11	290
Iotti A.	GGA-12	233	Lomas E.	SIS-09	333
Islas Juárez R.	SIS-20	337	López C. Juan Manuel	GGA-03	227
Israde A.I.	PALEO-12	302	López Díaz S.	GEOH-25	197
Israde Alcántara Isabel	EC-13	167	López Doncel R.	ES-14	157
Israde Alcántara Isabel	EC-15	167	López Doncel Rubén	ES-09	155
Israde Alcántara Isabel	EC-12	166	López Hernández Aída	SRSCM-12	309
Israde I.	GEOQP-06	246	López Martínez J.	OBP-04	287
Izquierdo Georgina	GEOTER-10	259	López Martínez J.	OBP-13 CARTEL	291
Jacinto Morales Roque	GGA-14	234	López Martínez José	MIM-25 CARTEL	276
Jacques Ayala César	GEOF-03	177	López Martínez M.	SRSCM-12	309
Jáuregui Ernesto	MIM-14	272	López Martínez M.	SRSNM-09	316
Jáuregui Ernesto	MIM-13	271	López Martínez Margarita	SRSCM-10	308
Jauri Mario	MIM-03	267	López Martínez Margarita	SRSNM-14 CARTEL	318
Jiménez Illescas Ángel R.	OCE-28	284	López Martínez Margarita	SRSSM-18 CARTEL	329
Jiménez Illescas Ángel R.	OCE-29	284	López Miguel C.	GGA-31 CARTEL	242
Jiménez Jiménez Z.	SIS-52 CARTEL	348	López Palomino Isabel	PALEO-05	299
Jiménez L. José	ATM-30 CARTEL	151	López Peña Ramón	ATM-23	149
Jiménez Lagunes Alejandro	MIM-10	270	López Pineda Leobardo	SIS-04	331
Jiménez Mendoza José Luis	GEOQP-13	249	López Primitivo	SIS-01	331
Jiménez Román Gerardo	VUL-17 CARTEL	356	López Severiano Enrique	GYM-13	206
Jiménez Z.	VUL-15 CARTEL	356	Lorenzo Pulido Cecilia D.	GEOTER-05	258
Jiménez Z.	GEOF-21 CARTEL	183	Lounejeva Baturina E.	GEOQP-05	246
Jödicke H.	SRSSM-02	320	Lowry A.R.	SIS-02	331
Jödicke H.	SRSSM-03	320	Lozada Zumaeta M. Manuel	SIS-24	339
Johnson Eileen	EC-24	171	Lozada Zumaeta M. Manuel	SIS-25	339
Johnstone James	EC-32 CARTEL	174	Lozano García Ma. Socorro	EC-15	167
Jording A.	SRSSM-02	320	Lozano García Socorro	EC-14	167
Jording A.	SRSSM-03	320	Lozano Santa Cruz Rufino	SRSCM-09	308
Juárez Diana	EC-33 CARTEL	174	Lutsarev S.	GEOQP-04	245
Juárez Sánchez F.	GEOQP-19	253	Lyle M.W.	GET-13	221
Juárez Woo J.	EC-26	172	Maass Manuel	MIM-05	268
Kalinitchenko V.A.	OCE-03	277	Machain Castillo Ma. Luisa	EC-08	165
Kanjorski Nancy	GEOF-23 CARTEL	184	Machain del Castillo María Luisa	EC-09	165
Kanjorski Nancy	GET-14	221	Macías González Héctor L.	GEOH-20	195
Kemper Castro Henry	SIS-44	346	Macías González Héctor Luis	GEOH-10	190
Kemper Castro Walter	SIS-44	346	Macías González Héctor Luis	GGA-27 CARTEL	241
Kimbrough Dave	SRSNM-05	314	Macías J.L.	VUL-05	352
Koshevaya S.	GEOF-16	181	Macías J.L.	VUL-06	353
Koshevaya S.	GEOF-18	182	Macías J.L.	VUL-14	356
Koshevaya S.V.	GGA-15	235	Macías José Luis	EC-11	166
Koshevaya S.V.	SIS-28	340	Macías José Luis	ES-16	158
Kostoglodov V.	SIS-02	331	Macías Romo Consuelo	GEOQP-13	249
Kostoglodov V.	SIS-15	335	Macías V.J.L.	SRSCM-11	309
Kostoglodov V.	SIS-48	347	Macías Vázquez José Luis	VUL-03	352
Kot F.	GEOQP-05	246	Macías Vázquez José Luis	VUL-04	352
Kouzoub Nikolai	GGA-11	233	Maciel Flores R.	EC-26	172
Labarthe Hernández G.	ES-14	157	Maciel Flores Roberto	GGA-06	229
Labarthe Hernández Guillermo	VUL-01	351	Maciel Flores Roberto	GGA-16	235
Ladrón de Guevara María	GEOH-06	189	Macleod Norman	ES-20 CARTEL	160
Lapierre Henriette	SRSSM-19 CARTEL	329	Maeda Martínez A.N	OBP-01	287
Lara A.	GEOF-17	182	Magallanes V.R.	GEOQP-04	245
Lara Alejandro	GEOF-25 CARTEL	184	Magaña Rueda V.O.	ATM-06	142
Lara Fernando	GEOH-02	187	Magaña Rueda Víctor O.	ATM-21	148
Lara Sánchez Javier	GEOF-27 CARTEL	184	Magaña Víctor	ATM-18	146
Lares María Lucila	GEOQP-25 CARTEL	255	Magaña Víctor O.	ATM-04	141
Larraga Rodríguez Lino	SRSCM-01	304	Magaña Víctor O.	ATM-02	141
Lars Ottemöller	SIS-38	344	Magaña Víctor O.	ATM-07	142
Larson K.	SIS-02	331	Magaña Virgen Miguel	GGA-16	235
Lavín M.F.	OCE-24	283	Makarov Vyacheslav G.	OCE-05	277
Lavín P. Miguel	OCE-34	286	Mandujano Velásquez Jaime de J.	GP-07	213
Leal Claudia	EC-32 CARTEL	174	Mandujano Velásquez Jaime de J.	GP-08	213
Ledesma Vázquez Jorge	ES-01	152	Mandujano Velásquez Jaime de J.	GP-09	214
León Manilla A.	OCE-32	285	Manzo S.	GGA-09	232
León Manilla Alberto	EC-03	163	Manzo S.	GGA-10	233
Lermo Samaniego Javier	SIS-44	346	Márquez Tejada M.	SRSCM-04	305
Lermo Samaniego Javier	SIS-16	336	Maravilla D.	GEOF-17	182
Lermo Samaniego Javier F.	GEOTER-14 CARTEL	261	Marín Hernández M.	GGA-20	237
Leyva Contreras A.	ATM-15	145	Marín L.E.	GGA-17	236
Lezama G. Justino	ATM-17	146	Marín Stillman Luis Ernesto	GEOH-09	190
Lezama G. Justino	ATM-30 CARTEL	151	Marín Stillman Luis Ernesto	SRSNM-03	313
Liberty L.M.	GET-13	221	Marinone S.G.	OCE-25	283

Marinone Silvio Guido	OCE-34	286	Mondragón Guzmán R.	GEOH-24	196
Márquez García Antonio Zoilo	ES-22 CARTEL	161	Mondragón J.S.	GEOF-18	182
Martín Barajas A.	GET-10	220	Monroy Contreras	GEOH-06	189
Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Martín Barajas A.	SRSNM-07	315	Monsalve Hugo	SIS-07	333
Martín Barajas Arturo	SRSNM-14 CARTEL	318	Montaño Yovani	OCE-07	278
Martín Cárdenas Soto	SIS-14	335	Montero Martínez Guillermo	MIM-20	274
Martín Cárdenas Soto	SIS-34	343	Montes Hugo Martín A.	OCE-10	279
Martínez Ángeles R.	GEO-02	257	Montesinos Silva Genaro	ATM-13	144
Martínez Bringas Alicia	VUL-13	355	Montijo González A.	ES-06	154
Martínez Díaz de León A.	OCE-20	282	Monzón C.O.	OCE-12	279
Martínez Díaz de León Asdrubal	OCE-18	281	Monzón C.O.	OCE-30	284
Martínez Flores Guillermo	OCE-05	277	Moore K.E.	MIM-07	269
Martínez Hernández Enrique	ES-13	157	Mora González Ignacio	LECT-02	262
Martínez Hernández Enrique	ES-18	159	Morales A. Tomás	ATM-17	146
Martínez Juventino	GEOF-11	180	Morales A. Tomás	ATM-30 CARTEL	151
Martínez Reyes Juventino	GGA-07	230	Morales Acoltzi Tomás	ATM-05	142
Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-13	249	Morales Acoltzi Tomás	ATM-12	144
Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-16	251	Morales Acoltzi Tomás	ATM-23	149
Martínez Yrizar Angelina	MIM-05	268	Morales Azpeitia R.	OBP-13 CARTEL	291
Martínez Z. Alejandro	OCE-02	277	Morales Barrera W.	GP-10	215
Martínez Zatarain Alejandro	MIM-19	274	Morales Contreras Juan J.	GEOQP-24 CARTEL	254
Martiny Bárbara	SRSSM-13	326	Morales Contreras Juan Julio	GEOQP-16	251
Martiny Bárbara	SRSSM-14	327	Morales de la Garza Julio Eduardo	LECT-01	262
Martiny Bárbara	SRSSM-15	328	Morales J.M.	GEO-11	260
Martysh E.	GEOF-16	181	Morales Juan	EC-18	169
Maury R.C.	SRSNM-08	315	Morales Juan	PALMAG-02	292
McDowell F.	ES-14	157	Morales Juan	PALMAG-07	295
McDowell F.W.	GYM-20 CARTEL	209	Morales Zárate María Verónica	OBP-09	290
McDowell F.W.	SRSCM-05	306	Morán Zenteno D.J.	GET-19	223
Medina Barrera Francisco	GGA-01	227	Morán Zenteno Dante	SRSSM-15	328
Medina Barrera Francisco	GGA-18	237	Morán Zenteno Dante J.	SRSSM-14	327
Medina Ovando A.	GEO-02	257	Morandi Maria	GET-11	220
Medina Rodríguez Juan Manuel	GEOH-33 CARTEL	200	Morales Miguel Ángel	GEOH-05	188
Mena M.	GEOF-08	179	Morett Alatorre L.	EC-34 CARTEL	174
Méndez Delgado Sóstenes	GGA-02	227	Morett Alatorre Luis	EC-25	172
Méndez I.	SIS-05	332	Mortera Gutiérrez C.A.	GET-13	221
Méndez I.	SIS-54 CARTEL	348	Morton Bermea O.	GEOQP-05	246
Méndez Juan M.	ATM-07	142	Morton Bermea Ofelia	SRSCM-09	308
Méndez Pérez Juan Matías	ATM-10	143	Morton Bermea Ofelia	GEOH-17	193
Méndez Sánchez Jorge	EC-02	163	Morton Bermea Ofelia	GEOQP-22 CARTEL	253
Mendoza B. Ramón	SRSNM-15 CARTEL	319	Morton Ofelia	GGA-04	228
Mendoza Borunda R.	GET-09	219	Morton Ofelia	GGA-29 CARTEL	242
Mendoza Borunda R.	GET-22 CARTEL	225	Morton Ofelia	GEOQP-23 CARTEL	254
Mendoza Borunda Ramón	GET-08	219	Mucciarelli Marco	SIS-26	340
Mendoza Pedro	GEO-13	260	Mulhia A.	OBP-10	290
Mendoza Romero G.	SIS-20	337	Munehisa Sawada	VUL-13	355
Mendoza Rosales Claudia	LECT-06	265	Munguía Luis	SIS-08	333
Mendoza Rosales Claudia	SRSSM-10	325	Munguía Orozco Luis	GEOF-04	178
Mendoza Rosales Claudia	SRSSM-13	326	Muñoz Diosdado Alejandro	GEOF-22 CARTEL	183
Mendoza Rosales Claudia C.	LECT-03	263	Muñoz Mejía Ehecatl Manuel	OBP-07	289
Mendoza Rosales Claudia C.	LECT-09 CARTEL	266	Muñoz Sevilla	GEOH-06	189
Mendoza V.M.	OCE-06	278	Murillo Cruz Efrén	GEOF-02	177
Mengelle López Jorge Jaime	GYM-01	201	Murillo de Nava Janette M.	EC-03	163
Mengelle López Jorge Jaime	SRSCM-03	305	Murillo Muñetón Gustavo	ES-08	155
Meschede Martín	GET-12	220	Nájera Garza Jesús	GEOH-18	194
Mezger K.	SRSSM-03	320	Nájera Garza Jesús	GEOH-21	195
Michaud F.	GEOQP-06	246	Nájera Garza Jesús	GEOH-23	196
Michaud F.	SRSNM-08	315	Nájera Garza Jesús	GET-03	216
Mijares Arellano Horacio	SIS-44	346	Nakamura Yosio	SIS-29	341
Mijarez Sosa I.	ES-06	154	Nakamura Yosio	SIS-55 CARTEL	349
Mijarez Sosa José Ismael	GGA-08	232	Navidad Baizabal Miguel Ángel	ATM-08	142
Miranda Avilés Raúl	EC-02	163	Nava A.	SRSNM-12	318
Miranda Martínez Ma. Eugenia	GGA-30 CARTEL	242	Nava A.	SIS-05	332
Miranda U.	MIM-01	267	Nava F.A.	SIS-53 CARTEL	348
Mitre Luis M.	GEOF-11	180	Nava F.A.	SIS-10	334
Mitre Salazar Luis Miguel	GGA-07	230	Nava F.A.	SIS-11	334
Mix A.C.	GET-13	221	Nava Pichardo Alejandro	SIS-03	331
Moldwin M.B.	GEOF-24 CARTEL	184	Nava Sánchez Enrique H.	EC-02	163
Molina Cruz A.	GET-13	221	Nava Sánchez Enrique H.	EC-03	163
Molina Cruz Adolfo	EC-05	164	Navarro Lozano Octavio	GEOH-29 CARTEL	198
Molina Cruz Adolfo	EC-09	165	Navarro Mendoza S.	GEOH-22	196
Molina Cruz Adolfo	EC-08	165	Navarro Santillán Daniel	PALEO-06	299
Molina Garza Roberto	PALMAG-01	292	Negrete Aranda Raquel	PALMAG-11	296
Molina Garza Roberto S.	ES-03	152	Neri Flores Iris	GEOH-32 CARTEL	199
Molina Garza Roberto S.	PALMAG-05	293	Neri Iris	GEOH-02	187
Molina R.	EC-17	169	Nevárez Martínez Manuel O.	OBP-05	288
Molina Roberto	PALMAG-03	293	Nieto Obregón Jorge	SIS-16	336
Molina Roberto	PALMAG-04	293	Nieto Samaniego A.F.	GET-18	222
Monachesi Giancarlo	SIS-26	340	Nieto Samaniego A.F.	GET-19	223

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Nieto Samaniego A.F.	SRSCM-06	306	Pacheco Javier F.	SIS-12	334
Nieto Samaniego Ángel Francisco	SRSCM-15 CARTEL	310	Pacheco Javier F.	SIS-38	344
Nieva David	GEOTER-04	258	Pacheco Javier F.	SIS-47	347
Nikolayeva N.	GEOQP-03	245	Palme Christl	GET-11	220
Norato Cortez Tania	SRSCM-16 CARTEL	311	Pardo Castro G.	GP-05	212
Norzagaray Campos	GEOH-06	189	Pares Josep	PALMAG-06	294
Norzagaray Campos M.	GEOH-14	192	Parés Sierra A.	OBP-11	290
Norzagaray Campos M.	GEOH-26	197	Parés Sierra Alejandro	OBP-06	288
Norzagaray M.	GEOH-16	193	Park Jung Jae	EC-30 CARTEL	173
Novelo Casanova David A.	SIS-51 CARTEL	348	Parker Geoffrey	MIM-05	268
Núñez Cornú F.	SIS-06	332	Parron C.	GEOQP-06	246
Núñez Cornú F.	SIS-10	334	Pavía E.G.	ATM-03	141
Núñez Cornú F.	SIS-11	334	Paz García J.A.	SIS-10	334
Núñez Marco A.	ATM-24	149	Paz López S.	SRSNM-11	317
Núñez Marco A.	ATM-26	149	Penié I.	OCE-16	281
Núñez Marco A.	ATM-27	150	Peralta Ortega Sergio	GEOF-10	180
Núñez Marco A.	ATM-29	150	Pereyra Díaz Domitilo	ATM-08	142
Núñez Peña E.P.	SRSCM-04	305	Pereyra Díaz Domitilo	ATM-09	143
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-17	281	Pereyra Díaz Domitilo	ATM-11	144
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-19	281	Pérez Aguilar Virginia	ES-22 CARTEL	161
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-28	284	Pérez Bravo Elizabeth	EC-02	163
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-29	284	Pérez Campos Nahúm	VUL-11	355
Ochoa A.	GGA-09	232	Pérez Campos Xyoli	SIS-40	344
Ochoa A.	GGA-10	233	Pérez Chavarria M.A.	OCE-20	282
Ochoa Estrada S.	GEOH-24	196	Pérez Cruz L.	GET-13	221
Ochoa Estrada S.	GEOH-25	197	Pérez Cruz Ligia	EC-05	164
Ochoa J.	OCE-22	282	Pérez Enríquez R.	SIS-28	340
Ochoa J.L.	OCE-23	283	Pérez Enríquez R.	GEOF-17	182
Ochoa J.L.	OBP-01	287	Pérez Flores Marco Antonio	GEOF-06	179
Ochoa José	OCE-21	282	Pérez G.	GYM-15	206
Ochoa Loza	GEOH-06	189	Pérez G. Ismael	ATM-25	149
Oelsner Gretchen	GGA-04	228	Pérez J.B.	ATM-10	143
Oleschko Klaudia	GGA-30 CARTEL	242	Pérez Joel B.	ATM-07	142
Olguín Galicia A.	GYM-15	206	Pérez José Luis	ATM-04	141
Olóriz Federico	PALEO-07	300	Pérez María Eugenia	SIS-01	331
Olvera Carranza K.P.	GET-05	217	Pérez Peraza J.	GEOF-19	182
Orgeira M.J.	EC-17	169	Pérez Peraza J.	GEOF-20 CARTEL	183
Órnelas Sánchez María	ES-21 CARTEL	161	Pérez R. Leonel	ATM-17	146
Órnelas Tabares Jorge	GYM-14	206	Pérez R. Leonel	ATM-30 CARTEL	151
Oropeza F.	MIM-23	275	Pérez Román	PALMAG-05	293
Orozco Esquivel M.T.	GEOQP-17	252	Pérez Rosales C.	GEOTER-02	257
Orozco Esquivel M.T.	SRSCM-06	306	Pérez Santa Ana Luz Maria	SIS-13	335
Orozco F. Saturnino	ATM-17	146	Pérez Sesma José A. Agustín	ATM-09	143
Orozco F. Saturnino	ATM-30 CARTEL	151	Pérez Sesma José Antonio A.	ATM-08	142
Orozco L.	SIS-54 CARTEL	348	Pérez Soto Antonio	SIS-57 CARTEL	349
Orozco R. Justo	SIS-50 CARTEL	347	Pérez Venzor José Antonio	GEOQP-11	248
Ortega A.	ES-14	157	Pérez Vertti Arturo	SIS-04	331
Ortega Beatriz	EC-11	166	Persaud P.	GET-10	220
Ortega Beatriz	EC-35 CARTEL	175	Petersen E.U.	GYM-06	203
Ortega Beatriz	EC-36 CARTEL	175	Peterson Rodríguez R.H.	GET-16	222
Ortega García Sofía	OBP-02	287	Peterson Rodríguez Rolando H.	GET-17	222
Ortega Guerrero Adrián	GEOH-09	190	Pi T.	GEOQP-20 CARTEL	253
Ortega Guerrero Marcos Adrián	GEOH-11	191	Pi Teresa	GYM-18 CARTEL	208
Ortega Gutiérrez Fernando	SRSSM-04	321	Pilkington Mark	GEOF-30 CARTEL	185
Ortega Gutiérrez Fernando	SRSSM-05	321	Pisias N.G.	GET-13	221
Ortega Gutiérrez Fernando	SRSSM-07	323	Plaza Flores Felipe	OCE-26	283
Ortega M.A.	GYM-19 CARTEL	209	Polaco Oscar J.	EC-24	171
Ortega M.A.	GYM-20 CARTEL	209	Polaco Oscar J.	EC-25	172
Ortega M.A.	SRSCM-05	306	Portocarrero Resendiz Adolfo	ATM-20	147
Ortega Osorio A.	GEOQP-21 CARTEL	253	Portugal E.	GEOH-03	187
Ortega Ramírez J.	GEOF-05	178	Portugal Enrique	GEOTER-04	258
Ortiz Alemán	GEOF-30 CARTEL	185	Portugal Enrique	GEOTER-10	259
Ortiz Alemán Carlos	SIS-36	343	Portugal M. Enrique	GEOTER-08	259
Ortiz Hernández Luis Enrique	GYM-09	204	Posada Sánchez Ana Elena	SIS-57 CARTEL	349
Ortiz Hernández Luis Enrique	GYM-10	205	Prévot M.	PALMAG-12 CARTEL	296
Ortiz M.	SIS-15	335	Prieto Mendoza Jesús	GEOH-29 CARTEL	198
Ortiz Solorio Carlos A.	ATM-14	145	Prol Ledesma R.M.	GYM-12	205
Ortiz Ubilla Arturo	GET-06	218	Prol Ledesma R.M.	GEOQP-14	250
Oskin Michael	SRSNM-10	317	Prol Ledesma R.M.	GYM-07	203
Ostroumov M.	SRSSM-11	325	Prol Ledesma R.M.	GYM-11	205
Ostroumov Mikhail	GYM-03	202	Prol Ledesma R.M.	GEOQP-15	250
Pacheco A.J.	GGA-17	236	Psevolod Yutsis	GEOF-11	180
Pacheco F. Javier	SIS-16	336	Psevolod Yutsis	GGA-19	237
Pacheco F.J.	SIS-35	343	Pulgarín Bernardo	ES-16	158
Pacheco J.	SIS-15	335	Pulliam Jay	SIS-29	341
Pacheco J.F.	SIS-45	346	Pulliam Jay	SIS-55 CARTEL	349
Pacheco J.F.	SIS-48	347	Pyle D.	GEOQP-10	248
Pacheco Javier	SIS-42	345	Quaas Weppen Roberto	VUL-13	355
Pacheco Javier F.	SIS-06	332	Quevedo Nolasco Abel	ATM-19	147

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Quevedo Nolasco Abel	ATM-20	147	Rojas Eduardo	GEOF-11	180
Quintana Alvarado Tenoch	MIM-18	273	Rojas Eduardo	GGA-19	237
Quintana L.	GEOF-21 CARTEL	183	Rojero E. Luna	GEOTER-02	257
Quintana Robles L.	SIS-52 CARTEL	348	Roldán Quintana Jaime	SRSNM-04	314
Quintero Legorreta Odranoel	GET-17	222	Romer R.	GEOQP-17	252
Quintero Núñez Margarito	MIM-18	273	Romero Beltrán F.	PALEO-13	302
Quiroga Goode Gerardo	SIS-22	338	Romero Espejel H.	GET-22 CARTEL	225
Raga G.	MIM-22	275	Romo J.	GYM-15	206
Raga G.B.	MIM-23	275	Romo J.M.	GEOF-14	181
Ramírez Ángel EC-35	CARTEL	175	Romo Jones J.M.	GET-22 CARTEL	225
Ramírez Arriaga E.	ES-18	159	Romo Jones José Manuel	GEOF-12	180
Ramírez Cruz Luis C.	GP-03	211	Romo José Manuel	GEOF-13	180
Ramírez Espinosa Joel	ES-12	156	Ronquillo Jarillo Gerardo	SIS-24	339
Ramírez Fernández J.A.	GEOQP-17	252	Ronquillo Jarillo Gerardo	SIS-25	339
Ramírez Hernández Jorge	GEOF-03	177	Rosales Carmen	PALMAG-02	292
Ramírez Hernández Jorge	GEOF-04	178	Rosales Domínguez Carmen	PALMAG-03	293
Ramírez Herrera María Teresa	EC-01	163	Rosas Elguera J.	EC-26	172
Ramírez Isabel	OCE-14	280	Rosas Elguera José	GYM-15	206
Ramírez Jiménez Honorio	SIS-23	338	Rosas Elguera José	PALMAG-13 CARTEL	296
Ramírez Joel	ES-17	159	Rosas Elguera José	SRSCM-16 CARTEL	311
Ramírez R.	GGA-09	232	Rosas Elguera José	SRSCM-17 CARTEL	311
Ramírez R.	GGA-10	233	Rosas N.	GEOTER-09	259
Ramírez R. Juan José	VUL-08	354	Rosillo Aragón J.J.	GEOH-03	187
Ramírez Ruiz Juan José	VUL-16 CARTEL	356	Royo Ochoa Miguel	GEOH-17	193
Ramírez Sánchez H.U.	GEOQP-06	246	Rubio Ramos M.A.	GEOQP-15	250
Ramírez Vázquez C.A.	SIS-06	332	Rueda Gaxiola Jaime	GET-04	217
Ramírez Vázquez C.A.	SIS-56 CARTEL	349	Ruelas Miguel	MIM-06	268
Ramírez Vázquez Carlos A.	SIS-13	335	Russell C.T.	GEOF-24 CARTEL	184
Ramos Graciela E.	MIM-10	270	Rutz M.	SIS-11	334
Ramos Jiménez Esteban	VUL-13	355	Sabina Federico J.	SIS-18	336
Ramos Leal J.A.	GEOH-24	196	Sabina Federico J.	SIS-49	347
Ramos Leal J.A.	GEOH-25	197	Sadovnychiy Sergiy	GGA-03	227
Ramos Sánchez S.E.	GEOQP-02	244	Sahay Pratap	SIS-17	336
Ramos Sanz	GEOH-06	189	Sahay Pratap	SIS-19	337
Randall Roberts J.A.	GEOH-15	192	Sahay Pratap	SIS-21	338
Randall Roberts J.A.	GGA-13	234	Sakai Ricardo K.	MIM-07	269
Randall Roberts John A.	ES-15	158	Salas Colunga Ricardo	ES-22 CARTEL	161
Rangel Medina Miguel	GEOH-13	192	Salas Solís Federico	GGA-11	233
Rangel Medina Miguel	SRSNM-02	313	Salazar Peña Leobardo	SIS-43	345
Rasson J.	GEOF-26 CARTEL	184	Salcedo F.	GGA-09	232
Rebollar Bustamante Cecilio	SIS-04	331	Salcedo F.	GGA-10	233
Rebollar C.J.	GEOF-21 CARTEL	183	Salcido González Alejandro	MIM-25 CARTEL	276
Rebolledo Vieira M.	EC-19	170	Saldaña Flores Ricardo	MIM-25 CARTEL	276
Reidy Liam	EC-29 CARTEL	173	Saldaña R.	MIM-01	267
Reyes Dávila G.	SIS-11	334	Saldívar Reyes M.	OCE-09	278
Reyes Dávila G.A.	SIS-06	332	Salinas Calleros Gabriel	GEOH-01	187
Reyes Dávila G.A.	SIS-56 CARTEL	349	Salinas González F.	OCE-09	278
Reyes Dávila Gabriel A.	SIS-13	335	Salinas González F.	OCE-32	285
Reyes J.	ATM-03	141	Salinas Prieto J.C.	GYM-15	206
Reyes López Jaime Alonso	GEOH-19	194	Salvatore Inguaggiato	GEOQP-23 CARTEL	254
Reyes Zaragoza A.	GET-19	223	Sampedro J.A.	GEOTER-09	259
Reyes Zaragoza M.A.	GET-18	222	Sánchez D.	GYM-15	206
Rincón Herrera Nadia Emylice	LECT-08 CARTEL	265	Sánchez Hertz A.	GEOF-19	182
Ríos Donato N.	GGA-32 CARTEL	243	Sánchez Hertz A.	GEOF-20 CARTEL	183
Rivas David	MIM-14	272	Sánchez Laura	OCE-17	281
Robles Berumen H.	SRSCM-04	305	Sánchez Laura	OCE-19	281
Rodrigo Cristián	GEOF-31 CARTEL	185	Sánchez Martínez Salvador	SRSCM-13	310
Rodrigo Ramírez Cristian Ricardo	GEOF-06	179	Sánchez Mondragon J.	GGA-15	235
Rodríguez Alejandro	EC-33 CARTEL	174	Sánchez O.	GET-24 CARTEL	226
Rodríguez Cantú José Trinidad	ATM-01	141	Sánchez O.	SIS-02	331
Rodríguez Castañeda J.L.	GET-07	218	Sánchez Osvaldo	GET-15	221
Rodríguez Castañeda José Luis	ES-04	153	Sánchez Pérez J.	GGA-23	239
Rodríguez Castillo R.	GEOH-24	196	Sánchez Velasco Laura	OCE-28	284
Rodríguez Castillo Ramiro	GEOH-08	189	Sánchez Velasco Laura	OCE-29	284
Rodríguez Figueroa G.	GEOQP-03	245	Sánchez Zavala José Luis	SRSSM-05	321
Rodríguez Figueroa G.	GEOQP-05	246	Sandoval M. Fernando	GEOTER-08	259
Rodríguez Martínez M. Guadalupe	PALEO-09	300	Sandoval Ochoa J. Héctor	SRSSM-16	328
Rodríguez Meza G.	GEOQP-04	245	Santamaría D.	SIS-09	333
Rodríguez Miguel	SIS-31	342	Santiago Jiménez Hydyn	VUL-08	354
Rodríguez R.	GEOH-30 CARTEL	199	Santiago Jiménez Hydyn	VUL-16 CARTEL	356
Rodríguez S.R.	GGA-31 CARTEL	242	Santillán Piña Noe	GGA-26 CARTEL	240
Rodríguez Sánchez Rubén	OBP-02	287	Santoyo E.	GEOTER-11	260
Rodríguez Torres R.	ES-06	154	Santoyo Edgar	GEOTER-13	260
Rodríguez Torres Rafael	GP-04	212	Santoyo M.A.	GGA-31 CARTEL	242
Rodríguez Torres Rafael	GGA-24	239	Sapozhnikov D.	GEOQP-04	245
Rodríguez Torres Rafael	SRSNM-02	313	Sapozhnikov D.	GEOQP-03	245
Rodríguez Torres Rafael	ES-05	153	Sapozhnikov D.	GEOQP-05	246
Rodríguez Torres Rafael	GYM-05	203	Sastre Merlín Antonio	GEOH-19	194
Rodríguez Vigueras I.	GEOQP-21 CARTEL	253	Schaaf P.	SRSSM-11	325

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Schaaf Peter	EC-35 CARTEL	175	Stock Joann	GET-15	221
Scholl David W.	GET-12	220	Stock Joann	SRSNM-10	317
Schreiner Thomas	EC-20	170	Stokoe II Kenneth H.	SIS-55 CARTEL	349
Schwarzl H.	GEOF-24 CARTEL	184	Suárez Arriaga Mario Cesar	GEOTER-01	257
Scolamacchia Ruffino Teresa	VUL-03	352	Suárez G.	SIS-35	343
Sedlock R.L.	GET-09	219	Suárez Gerardo	GET-15	221
Sedov S.N.	EC-22	170	Suárez Plascencia C.	SIS-10	334
Sekerzh Zenkovich S.	OCE-01	277	Suárez Plascencia C.	SIS-11	334
Sekerzh Zenkovich S.	OCE-04	277	Suárez V. Francisco	SRSNM-15 CARTEL	319
Sekerzh Zenkovich S. Ya.	OCE-03	277	Suárez Vidal F.	GET-22 CARTEL	225
Selene G.	GEOF-05	178	Suárez Vidal F.	SRSNM-07	315
Serrato Bertha	SRSNM-14 CARTEL	318	Suárez Vidal Francisco	GET-08	219
Servando De la Cruz Reyna	VUL-13	355	Sugiura Yoko	EC-11	166
Servando De la Cruz Reyna	VUL-17 CARTEL	356	Takafumi Matsui	SIS-46	346
Shapiro N.	SIS-45	346	Talavera O.	GEOH-31 CARTEL	199
Shapiro N.M.	SIS-47	347	Tapia Varela G.	GGA-31 CARTEL	242
Shapiro Nikolai M.	SIS-38	344	Taran Sobol Yuri	GEOQP-26 CARTEL	255
Shatagin N.N.	GYM-19 CARTEL	209	Taran Yuri	GYM-18 CARTEL	208
Shaw John	PALMAG-10	296	Taran Yuri	VUL-10	354
Sheinbaum J.	OCE-22	282	Taran Yuri	GEOQP-23 CARTEL	254
Shingareva I.	OCE-04	277	Tardy Marc	SRSSM-19 CARTEL	329
Shingareva I.K.	OCE-03	277	Tarling D.H.	EC-19	170
Shirasago Bernardo	OCE-17	281	Tejeda Adalberto	MIM-14	272
Shirasago Bernardo	OCE-19	281	Tejeda Martínez Adalberto	MIM-10	270
Shirasago Germán Bernardo	OCE-28	284	Tejeda Martínez Adalberto	MIM-15	272
Shirasago Germán Bernardo	OCE-29	284	Tejero A.	GEOH-16	193
Shumilin E.	GEOQP-04	245	Téllez Armando	VUL-09	354
Shumilin E.	GEOQP-05	246	Téllez Duarte M.A.	SRSNM-06	315
Shunshan Xu	GET-21	224	Téllez Flores Rene A.	GP-03	211
Sicard González M.T.	OBP-01	287	Tereshchenko I.E.	OCE-12	279
Sierra Beltrán A.	OBP-01	287	Tereshchenko I.E.	OCE-30	284
Silva Alicia	ES-17	159	Tereshchenko Irina E.	ATM-14	145
Silva García J.T.	GEOH-24	196	Terrazas A.	GYM-17 CARTEL	207
Silva García J.T.	GEOH-25	197	Tinoco Ojanguren Clara	MIM-05	268
Silva Pineda A.	PALEO-13	302	Tolson Gustavo	LECT-07	265
Silva Pineda Alicia	PALEO-03	298	Tolson Gustavo	GET-01	216
Silva Romo Gilberto	LECT-06	265	Tolson Gustavo	GET-20	224
Silva Romo Gilberto	LECT-09 CARTEL	266	Tolson Gustavo	LECT-05	264
Silva Romo Gilberto	SRSSM-10	325	Tolson Jones	GET-06	218
Silva Romo Gilberto	SRSSM-13	326	Torres A.	GEOF-16	181
Silva Romo Gilberto	SRSSM-14	327	Torres A.	GGA-09	232
Silverberg Norman	OBP-08	289	Torres A.	GGA-10	233
Singh S.K.	SIS-15	335	Torres Hernández J.R.	ES-14	157
Singh S.K.	SIS-45	346	Torres Hernández José Ramón	VUL-01	351
Singh S.K.	SIS-47	347	Torres Ignacio	GEOTER-04	258
Singh S.K.	SIS-48	347	Torres Jaime I.E.	GEOH-15	192
Singh Shri K.	SIS-12	334	Torres Jaime I.E.	GGA-13	234
Singh Shri Krishna	SIS-38	344	Torres Rodríguez Vicente	GEOTER-06	258
Singh Shri Krishna	SIS-40	344	Torres Vera M.A.	GYM-11	205
Skiba Yuri	MIM-16	272	Tovar Rigoberto	GEOTER-04	258
Skiba Yuri N.	ATM-25	149	Trasviña A.	OCE-31	285
Skiba Yuri N.	ATM-28	150	Trasviña A.	OBP-10	290
Skiba Yuri N.	MIM-17	273	Trigueros Salmerón José Ángel	OBP-02	287
Smith R.	GEOQP-03	245	Tritlla J.	GYM-04	202
Solana Espinosa G.	GEOQP-06	246	Tritlla J.	GYM-17 CARTEL	207
Solari Luigi A.	SRSSM-04	321	Trojani Luca	SIS-26	340
Solé J.	GEOQP-20 CARTEL	253	Trujillo Alcántara Alfredo	GP-03	211
Solé Jesús	GYM-18 CARTEL	208	Tubía Martínez José María	PALMAG-09	295
Solé Jesús	ES-19	160	Turrent Thompson C.	OCE-09	278
Soler Arechalde A.M.	EC-34 CARTEL	174	Ulacco H.	ES-23 CARTEL	162
Soler Arechalde A.M.	EC-19	170	Ulrike Seiler	OCE-08	278
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-13	249	Urbieto J.	GEOH-16	193
Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-16	251	Uribe A.	SIS-09	333
Solís Pichardo Gabriela N.	GEOQP-24 CARTEL	254	Uribe Alcántara E.M.	ATM-06	142
Solleiro Rebolledo E.	EC-22	170	Uribe Antonio	SIS-01	331
Solorio J.G.	GYM-19 CARTEL	209	Uribe Carvajal A.	GGA-23	239
Solorio J.G.	GYM-20 CARTEL	209	Uribe Carvajal Antonio	GGA-22	238
Solorio J.G.	SRSCM-05	306	Uribe Luna Jesús	SRSSM-01	320
Solorio J.G.	ES-14	157	Urrutia Fucugauchi J.	EC-13	167
Solorza Selene	SIS-21	338	Urrutia Fucugauchi J.	EC-34 CARTEL	174
Solórzano Hilda	GGA-28 CARTEL	241	Urrutia Fucugauchi J.	PALMAG-08	295
Spencer G. Lucas	ES-03	152	Urrutia Fucugauchi J.	EC-19	170
Starostin V.I.	GYM-19 CARTEL	209	Urrutia Fucugauchi J.	GEOQP-19	253
Steckler M.	GET-10	220	Urrutia Fucugauchi Jaime	SRSCM-17 CARTEL	311
Steinich B.	GGA-17	236	Urrutia Fucugauchi Jaime	EC-01	163
Stephenson Bill	SIS-30	341	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOF-15	181
Stephenson Bill	SIS-31	342	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOF-29 CARTEL	185
Stock J.	GET-24 CARTEL	226	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOF-30 CARTEL	185
Stock J.M.	GET-10	220	Urrutia Fucugauchi Jaime	PALMAG-02	292

Autor	No. de Trabajo	Pág.	Autor	No. de Trabajo	Pág.
Urrutia Fucugauchi Jaime	PALMAG-13 CARTEL	296	Wiemer Stefan	SIS-37	344
Urrutia Fucugauchi Jaime H.	GEOH-17	193	Windom H.	GEOQP-03	245
Vachard D.	SRSSM-09	324	Wong Ortega Víctor Manuel	GEOF-04	178
Vachard Daniel	ES-17	159	Wong Víctor	SIS-08	333
Vachard Daniel	PALEO-02	298	Wyssession Michael E.	SIS-32	342
Valadez Francisco	EC-11	166	Yamamoto Jaime	GEOF-21 CARTEL	183
Valadez Pérez Juan Carlos	GGA-03	227	Yussim Guarneros S.	GGA-31 CARTEL	242
Valdés C.	SIS-47	347	Yussim Sergio	GET-01	216
Valdés González Carlos	VUL-12	355	Yves Bard Pierre	SIS-34	343
Valdés González Carlos	VUL-11	355	Zahel Wilfried	OCE-08	278
Valdez B.	GEOTER-09	259	Zamora Camacho A.	VUL-15 CARTEL	356
Valdez Gabriel	GEOQP-18	252	Zamorano José Juan	EC-01	163
Valdiviezo Mijangos Oscar	SIS-18	336	Zamorano Orozco José J.	PALMAG-13 CARTEL	296
Valencia Islas J.J.	ES-10	156	Zarate Del Valle P.F.	GET-24 CARTEL	226
Valencia Islas J.J.	GET-02	216	Zarate Del Valle P.F.	GEOQP-06	246
Valencia Michimani Ricardo	ATM-19	147	Zárate del Valle P.F.	GGA-32 CARTEL	243
Valencia Moreno Martín	SRSNM-04	314	Zárate del Valle Pedro F.	SRSCM-17 CARTEL	311
Valencia Moreno Martín	GEOQP-07	246	Zaytsev O.	OCE-09	278
Valenzuela Luis Herman	GEOH-13	192	Zaytsev O.	OCE-32	285
Valenzuela Wong Raúl	SIS-32	342	Zobin Vyacheslav	VUL-09	354
Valladolid R.	GYM-15	206	Zobin Vyacheslav M.	SIS-13	335
Valle Levinson A.	OBP-10	290	Zúñiga F. Ramón	SIS-16	336
Vallejo Gómez E.	EC-22	170	Zúñiga F. Ramón	SIS-37	344
Vannucchi Paola	GET-12	220	Zúñiga R.	GEOF-17	182
Vardes González Carlos	VUL-13	355	Zuurbier R.	MIM-04	267
Varley Nickolas	VUL-10	354			
Vasallo L.	ES-14	157			
Vásquez C.	EC-17	169			
Vassallo L.F.	GYM-19 CARTEL	209			
Vassallo L.F.	GYM-20 CARTEL	209			
Vassallo L.F.	SRSCM-05	306			
Vázquez Aguirre J.L.	ATM-06	142			
Vázquez Aguirre Jorge Luis	ATM-21	148			
Vázquez Hernández S.	SRSNM-07	315			
Vázquez Jaimes M.E.	SRSNM-09	316			
Vázquez R.	GYM-15	206			
Vázquez G. Rogelio	GEOH-05	188			
Vázquez González Rogelio	GEOH-04	188			
Vázquez Selem Lorenzo	EC-14	167			
Vega Granillo Ricardo	PALEO-01	298			
Velasco De León M.P.	PALEO-13	302			
Velázquez Durán Rodrigo	EC-15	167			
Vélez Arteaga E.	GEOF-28 CARTEL	185			
Ventura Ramírez J. Francisco	SIS-13	335			
Vera Camacho Valdez	EC-03	163			
Vera Sánchez Pedro	GEOQP-08	247			
Verduzco Heredia	GEOH-06	189			
Verma Mahendra P.	GEOTER-07	258			
Victoria Morales A.	SRSSM-08	323			
Victoria Morales Alfredo	GYM-13	206			
Victoria Morales Alfredo	GYM-16 CARTEL	207			
Victoria Morales Alfredo	GYM-03	202			
Vidal G. Martín Carlos	GEOH-20	195			
Vidal García Martín	GEOH-10	190			
Vidal García Martín Carlos	GGA-27 CARTEL	241			
Viera Décida F.	GEOQP-17	252			
Vilaclara Gloria	EC-33 CARTEL	174			
Villa Terán Alberto	GGA-08	232			
Villalobos Héctor	OBP-02	287			
Villalpando F.	GGA-09	232			
Villalpando F.	GGA-10	233			
Villanueva E.E.	OCE-06	278			
Villanueva M.A.	ATM-10	143			
Villaseñor Ana Bertha	PALEO-05	299			
Villaseñor Ana Bertha	PALEO-06	299			
Villaseñor Ana Bertha	PALEO-07	300			
Villaseñor Ana Bertha	PALEO-08	300			
Villaseñor M.G.	GYM-06	203			
Villegas Hernández Gabriel	GGA-14	234			
Virafuentes Ulises	MIM-24	276			
Vitela Escamilla Javier	ATM-23	149			
Vortisch Walter	SRSCM-01	304			
Vahl David	EC-27 CARTEL	173			
Valter R.C.	GET-09	219			
Valther A.M.	EC-17	169			
Watson Elizabeth	EC-28 CARTEL	173			
Watts C.	MIM-04	267			
Watts Christopher	MIM-03	267			
Watts Christopher	MIM-06	268			

LUNES 30

Registro e Inscripción		
I N A U G U R A C I Ó N		
HORA	SALA A	SALA B
	Sesión: Sismología 1 Moderador: José Frez	Sesión: Simposio sobre el NW de México 1 Moderador: Arturo Martín Barajas
11:15	SIS-01 CARACTERÍSTICAS DE LA SISMICIDAD EN EL ISTMO DE Tehuantepec UTILIZANDO UNA RED SISMOLÓGICA REGIONAL DE 13 ESTACIONES INSTALADAS EN OAXACA Y CHIAPAS Bravo Hugo, Antonio Uribe, María Eugenia Pérez, Mario Garduño y Primitivo López	SRSNM-01 LA CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COSTA ROCOSA EN LA ISLA ESPÍRITU SANTO E ISLA PARTIDA, BAJA CALIFORNIA SUR Y SU IMPORTANCIA PARA EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANEJO INSULAR Cruz Orozco Rodolfo y Javier Gaitán Morán
11:30	SIS-02 SUBSIDENCE OF THE GUERRERO COAST, MEXICO FROM DIFFERENT GEODETIC OBSERVATIONS AND ITS SEISMOTECTONIC INTERPRETATION V. Kostoglodov, K. Larson, O. Sánchez, A.R. Lowry and R. Bilham	SRSNM-02 INTERPRETACION DE MODELOS CARTOGRAFICOS NUMERICOS DEL LEVANTAMIENTO DE LAS HOJAS H12-8 Y H12-11 DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNETOMETRICO DEL COREMI EN EL ESTADO DE SONORA Rodríguez-Torres Rafael y Rangel-Medina Miguel
11:45	SIS-03 IDENTIFICACIÓN DE RÉPLICAS SÍSMICAS EN CATÁLOGOS Granados Hernández Jorge y Nava Pichardo Alejandro	SRSNM-03 LA GEOLOGÍA DEL VALLE DEL YAQUI Y ÁREAS ADYACENTES Rodrigo González Enríquez y Luis Ernesto Marín Stillman
12:00	SIS-04 PRIMERA ESTACION SISMOLÓGICA EN HERMOSILLO, SONORA Leobardo López Pineda, Cecilio Rebolgar Bustamante y Arturo Pérez Vertti	SRSNM-04 CARACTERÍSTICAS Y EVOLUCION DEL MAGMATISMO LARAMIDICO EN LA PORCION SUR DEL BATOLITO DE SONORA, MEXICO Roldán-Quintana Jaime, Calmus Thierry y Valencia-Moreno Martín
12:15	SIS-05 MONITOREO DE SISMICIDAD CON REDES LOCALES EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA J. Frez, J. González-García, J. Acosta, A. Nava, H. Fabrial, M. Alvarez, G. Arellano, J. Carlos, R. García, I. Méndez y F. Farfán	SRSNM-05 DISCORDANT PALEOMAGNETIC DATA FOR MID-CRETACEOUS INTRUSIVE ROCKS FROM NORTHERN BAJA CALIFORNIA: LATITUDE DISPLACEMENT, TILT, OR VERTICAL AXIS ROTATION? Harald Böhm, Luis A. Delgado-Argote and Dave Kimbrough
12:30	SIS-06 EL SISMO DE COLIMA DEL 6 DE MARZO DEL 2000 (Mw=5.2) Javier F. Pacheco, Ricardo Barrón, G.A. Reyes Dávila, C.A. Ramírez Vázquez y F. Nuñez Cornú	SRSNM-06 PALEOGEOGRAFÍA DEL CRETÁCICO TARDÍO Y TERCIARIO TEMPRANO EN BAJA CALIFORNIA Helenes J. y Téllez Duarte M.A.
12:45	SIS-07 EVALUACIÓN DE EFECTOS DE SITIO USANDO MICROTREMORES EN LA CIUDAD DE ARMENIA COLOMBIA Julio Cuenca, Hugo Monsalve y María Luisa Bermúdez	SRSNM-07 NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONIC CONTROL ON SEDIMENTARY EVOLUTION IN THE LAGUNA SALADA BASIN, NORTHERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO Martín-Barajas A., Vázquez-Hernández S., Carreño, A.L., Helenes J., Suárez-Vidal F. and Alvarez-Rosales J.
13:00	SIS-08 ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL DE VELOCIDADES DE ONDA P EN LA REGIÓN VOLCÁNICA Y GEOTÉRMICA LAS TRES VIRGENES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO Victor Wong y Luis Munguía	ATM-01 SESIÓN: ATMÓSFERA 1 (Variabilidad Climática I) Moderador: Carlos Gay García ATM-02 CALENTAMIENTO GLOBAL Y PRÓXIMA GLACIACIÓN José Trinidad Rodríguez Cantú ATM-03 EL EXPERIMENTO CLIMÁTICO PARA LAS ALBERCAS DE AGUA CALIENTE EN LAS AMÉRICAS TROPICALES Víctor O. Magaña ATM-04 MEDICIONES OBJETIVAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Pavla E.G., F. Graef y J. Reyes ATM-05 MODELACION DEL CLIMA REGIONAL EN TLAXCALA; VERANOS DE 1997 Y 1998 Jose Luis Perez y Victor O. Magana ATM-06 PARTICIPACIÓN DE LA TERMODINÁMICA DE LA REGIÓN SUPERFICIAL DE LOS MARES INTERIORES DE MEXICO EN LA PREDICTABILIDAD CLIMÁTICA Alvarez Gasca Oscar y Morales Acoltzi Tomás ATM-07 ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE OAXACA E.M. Uribe Alcántara, V.O. Magaña Rueda y J.L. Vázquez Aguirre ATM-08 METEOROLOGÍA DE LA CUENCA DE MÉXICO Víctor O. Magaña, Joel B. Pérez y Juan M. Méndez COMIDA
13:15	COMIDA	COMIDA

HORA	SALA A	SALA B	SALA C
	Sesión: Sismología 2 Moderador: Vyacheslav M. Zobin	Sesión: Simposio sobre NW de México 2 Moderador: Thierry Calmus	Sesión: Atmósfera 2 (Variabilidad Climática II) Moderador: Edgar Pavía
16:00	SIS-09 ZONAS SISMOGENÉTICAS DE LOS ESTADOS DE HIDALGO Y QUERÉTARO D. Santamaría, A. Uribe, S. Fernández y E. Lomas	SRSNM-08 TEMPORAL AND SPATIAL ASSOCIATION OF BASALTS AND ACIDIC LAVAS IN THE SANTA CLARA VOLCANIC FIELD (VIZCAINO PENINSULA, B.C.S., MEXICO): FIRST RESULTS Calmus T., Aguilón-Robles A., Maury R.C., Bellon H., Cotten J., Bourgois J. and Michaud F.	ATM-08 EFECTO DE ENSO SOBRE LA CANÍCULA EN EL FLANCO ESTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL José Antonio Agustín Pérez Sesma, Domitilo Pereyra Díaz, Miguel Ángel Natividad Balzabal y Jorge García Martínez
16:15	SIS-10 MONITOREO SÍSMICO DE LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS Núñez-Cornú F., Suárez-Plascencia C., Nava F.A. y J.A. Paz-García	SRSNM-09 SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LA REGIÓN DE BAHÍA DE LOS ANGELES, BAHÍA LAS ANIMAS Y ARCHIPIÉLAGO SAN LORENZO, GOLFO DE CALIFORNIA Delgado-Argote L.A., Escalona-Alcázar F.J., López-Martínez M. y Vázquez-Jalimes M.E.	ATM-09 VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIA ESTACIONAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ CON EL EVENTO ENSO Jorge García Martínez, Domitilo Pereyra Díaz, José A. Agustín Pérez Sesma y Leonorilda Gómez Romero
16:30	SIS-11 CARACTERÍSTICAS DE LA SISMICIDAD EN LA COSTA Y EL NORTE DEL BLOQUE DE JALISCO Rutz M., Núñez-Cornú F., Reyes-Dávila G., Suárez-Plascencia C. y Nava F.A.	SRSNM-10 CORRELATION OF PYROCLASTIC DEPOSITS FROM COASTAL SONORA, ISLA TIBURÓN AND BAJA CALIFORNIA NORTE: IMPLICATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE PACIFIC-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY IN THE GULF OF CALIFORNIA Michael Oskin and Joann Stock	ATM-10 ESTUDIO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO Juan Matías Méndez Pérez, J.B. Pérez y M.A. Villanueva
16:45	SIS-12 ANOMALÍAS EN LA RADIACIÓN DE ENERGÍA SÍSMICA DETECTADAS EN C.U. Ricardo Barrón, Javier F. Pacheco y Shri K. Singh	SRSNM-11 ESTRUCTURA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA CORTEZA EN EL CENTRO-NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA Paz-López S., González-Fernández A., Danobeitia J.J., Delgado-Argote L.A. y Córdoba D.	ATM-11 COMPORTAMIENTO DEL NIVEL DEL RÍO LA ANTIGUA DURANTE EL VERANO DE LOS AÑOS DE ENSO Domitilo Pereyra Díaz, Leonorilda Gómez Romero y Betzabeth Argüelles Flores
17:00	SIS-13 EFECTOS MACROSÍSMICOS DEL TEMBLOR CORTICAL DE COLIMA (MW 5.3) DEL 6 (7) DE MARZO DE 2000 EN ZONA OCCIDENTAL DE MÉXICO Vyacheslav M. Zobin, Gabriel A. Reyes-Dávila, Luz María Pérez-Santa Ana, Carlos A. Ramírez-Vázquez y J. Francisco Ventura-Ramírez	SRSNM-12 DISTRIBUCIÓN DE EJES P Y T DE LOS MECANISMOS FOCALES SÍSMICOS EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA J. Frez, A. Nava, J. Acosta, J. González y H. Fabriol	ATM-12 EL NIÑO/LA NIÑA Y SU RELACIÓN CON LAS HELADAS EN LA REGIÓN NORTE DE VERACRUZ Contreras Hernández Ana Della y Morales Acoltzi Tomás
17:15	SIS-14 LOS EFECTOS DE TRAYECTO EN EL MOVIMIENTO SÍSMICO DEL CENTRO DE MÉXICO. RESTRICCIONES A PARTIR DE EVENTOS DE MAGNITUD INTERMEDIA Martín Cárdenas Soto y Francisco J. Chávez-García	SRSNM-13 RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE SIERRA JUÁREZ (RANCHO VIEJO), Mw=5.1 DEL 3 DE DICIEMBRE DE 1991 EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA: EVIDENCIAS DE FALLAMIENTO PERPENDICULAR A LA FALLA SAN MIGUEL J. Javier González-García y Jose Frez	Sesión: Atmósfera 3 (Variabilidad Climática III) Moderador: Domitilo Pereyra
17:30	SIS-15 NEW CONSTRAINTS ON THE UPLIFT OF OCTOBER 9, 1995 JALISCO-COLIMA EARTHQUAKE (MW 8) BASED ON THE ANALYSIS OF TSUNAMI RECORDS AT MANZANILLO AND NAVIDAD M. Ortiz, V. Kostoglodov, S.K. Singh, and J. Pacheco		ATM-13 LAS SEQUÍAS DEL BAJÍO GUANAJUATENSE: EL CASO DE 1999 Genaro Montesinos Silva
17:45	SIS-16 ESTRUCTURA DEL FALLAMIENTO ACTIVO CONTEMPORANEO Y ORTOGONAL EN EL SECTOR SEPTENTRIONAL DE LA FAJA VOLCÁNICA MEXICANA, EN LA VECINDAD DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO Aguirre-Díaz Gerardo, Nieto-Obregon Jorge, Lermo-Samaniego Javier, Zuñiga F. Ramon y Pacheco F. Javier		ATM-14 SEQUÍAS EN EL ESTADO DE JALISCO Sandra L. Alvarez Pozos, Carlos A. Ortiz Solortio e Irina E. Tereshchenko
18:00			ATM-15 LA SEQUÍA DE LOS 90s EN LAS CUENCAS FLUVIALES DE LA VERTIENTE CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA Brito Castillo L. y A. Leyva-Contreras

18:15

ATM-16

CARACTERIZACION DE LA SEQUIA EN MEXICO (1921-1987): BASES PARA SU PRONOSTICO A PARTIR DEL INDICE DE PALMER

Gloria Herrera Vázquez y Víctor L. Barradas

18:30

ATM-17

INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNOS DE TEMPORAL ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA/CAMBIO CLIMÁTICO: ESTADO DE TLAXCALA

Saturnino Orozco F., Tomás Morales A., Carlos Gay G., Justino Lezama G. y Leonel Pérez R.

18:45

ATM-18

CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LAS PREDICCIONES DE LOS IMPACTOS SOCIOECONOMICOS CAUSADOS POR LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Carlos Gay y Víctor Magaña

HORA	SALA D	SALA E	SALA F
	Sesión: Geología y Geofísica Ambiental 1 Moderador: Alejandro Carrillo Chávez	Sesión: Oceanografía Biológica y Pesquera 1 Moderador: Lluch Cota S.E.	Sesión: Geología de Yacimientos Minerales 1 Moderador: R. Corona Esquivel
11:15	GGA-01 DOCUMENTACIÓN DE LOS GEOINDICADORES AMBIENTALES EN LA CUENCA Y VASO DE LA PRESA CERRO PRIETO, LINARES, N.L., MÉXICO Héctor De Leon Gomez y Francisco Medina Barrera	OBP-01 CIENCIAS MARINAS MODERNAS: UN RETO MULTIDISCIPLINARIO Lluch-Cota S.E., D. Lluch-Belda, A.N. Maeda-Martínez, J.L. Ochoa, M.T. Sicard-González y A. Sierra-Beltrán	GYM-01 EL SISTEMA HIDROTHERMAL FÓSIL DE CAOPAS, ZACATECAS Jorge Jaime Mengelle López
11:30	GGA-02 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOFÍSICO EN UN ÁREA DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR UN RELLENO SANITARIO Daniel Garza-Rocha, Sóstenes Méndez Delgado y Gabriel Chávez Cabello	OBP-02 LA IMPORTANCIA DE LAS SURGENCIAS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN LA CAPTURA DEL ATUN ALETA AMARILLA Sofía Ortega-García, José Angel Trigueros Salmerón, Rubén Rodríguez-Sánchez y Héctor Villalobos	GYM-02 CARACTERIZACIÓN DEL YACIMIENTO AURÍFERO DE VUELTAS DEL RIO, HONDURAS, CENTROAMÉRICA Manuel Aragón-Arreola
11:45	GGA-03 DETERMINACIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN ÁREAS DE DUCTOS POR MEDIO DE TERMOMETRÍA Sergiy Sadovnychiy, Igor Bulgakov, Juan Manuel Lopez C. y Juan Carlos Valadez Perez	OBP-03 FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL RECLUTAMIENTO DEL CAMARON AZUL LITOPENAEUS STYLIROSTRIS (STIMPSON, 1871) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Eugenio Alberto Aragón-Noriega y Luis Eduardo Calderón-Aguilera	GYM-03 ESTUDIO PARAGENÉTICO DE LOS YACIMIENTOS HIDROTHERMALES DE LA PARTE NORESTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN Ostroumov Mikhail, Corona-Chávez Pedro, Garduño-Monroy Victor Hugo, Victoria Morales Alfredo, Bustamante García Jorge, y Bustos Díaz Jose Luis
12:00	GGA-04 OBSERVACIONES EXPERIMENTALES Y DE CAMPO SOBRE LA LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS DERIVADOS DE JALES HISTÓRICOS DE LA MINA MONTE SAN NICOLAS, GTO: IMPLICACIONES AMBIENTALES Carrillo-Chavez Alejandro, Oelsner Gretchen, Drever James, Morton Ofelia y Hernandez Elizabeth	OBP-04 INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE EN LA DEFINICIÓN DE LA MAGNITUD DEL RECLUTAMIENTO DEL CAMARON CAFÉ F. CALIFORNIENSIS EN LAS COSTAS DE SONORA, MÉXICO J. López-Martínez, S. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez y A.R. García-Juárez	GYM-04 NUEVA INTERPRETACIÓN SOBRE EL ORIGEN DEL YACIMIENTO DE HIERRO DE PEÑA COLORADA EDO DE COLIMA, MÉXICO Corona-Esquivel R., Henríquez F., Trilla J. y Camprubí A.
12:15	GGA-05 CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA DE LAS PRESAS DE JALES DE LA MINA DE ZACUALPAN, MÉXICO Bocanegra Gerardo y Carrillo-Chavez Alejandro	OBP-05 VARIABILIDAD DEL RECLUTAMIENTO DE SARDINA SARDINOPS CAERULEUS Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE Y LOS REPRODUCTORES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Manuel O. Nevárez Martínez, Daniel Lluch Belda y Miguel A. Cisneros Mata	GYM-05 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LAS POSIBLES MENAS DE LOS ELEMENTOS DEL GRUPO DE LOS PLATINOIDES Rafael Rodríguez Torres y Mario H. Campos Morales
12:30	GGA-06 METODOLOGÍA PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS Maciel-Flores Roberto	OBP-06 INFLUENCIA DE LOS PROCESOS OCEANOGRÁFICOS FÍSICOS SOBRE LAS FASES LARVIARIAS DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS DEL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE PUNTA EUGENIA, B.C.S., MÉXICO; CONSIDERACIONES BAJO UN ESQUEMA DE MODELACIÓN ECOLÓGICA DINÁMICA J. Jesús Bautista-Romero, Francisco Arreguín-Sánchez, Daniel Lluch-Belda y Alejandro Parés-Sierra	GYM-06 BISMUTO EN MENAS DE ZIMAPÁN, HIDALGO M.G. Villaseñor, J.A. Gómez-Caballero y E.U. Petersen
12:45	GGA-07 ANÁLISIS DEL ENTORNO NATURAL DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO: UN ENFOQUE DE GEOLOGÍA URBANA Mitre Salazar Luis Miguel, Martínez Reyes Juvenito y Arzate Flores Jorge Arturo	OBP-07 EXPLORACIÓN DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LOS BACS EN ESPACIO Y TIEMPO: PUNTA EUGENIA Y EL SUR DE CALIFORNIA Muñoz Mejía Ehecatl Manuel	GYM-07 CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DE LAS CHIMENEAS GENERADAS POR LAS VENTILAS HIDROTHERMALES DE PUNTA MITA, NAYARIT, MÉXICO J.C. Cruz Ocampo y R.M. Prol Ledesma
13:00	GGA-08 UN INVENTARIO DE LOS PELIGROS NATURALES QUE AFECTAN EL ESTADO DE SONORA Minjarez Sosa Jose Ismael y Villa Teran Alberto	COMIDA	GYM-08 SÍNTOMAS GEOQUÍMICOS QUE REVELAN ALTA POTENCIALIDAD EN UN SISTEMA HIDROTHERMAL FÓSIL Carlos Garza González Vélez
13:15	COMIDA		COMIDA

LUNES 30

HORA	SALA D		SALA E		SALA F	
	Sesión: Geología y Geofísica Ambiental 2 Moderador: J.A. Randall Roberts		Sesión: Oceanografía Biológica y Pesquera 2 Moderador: Armando Trasviña		Sesión: Geología de Yacimientos Minerales 2 Moderador: M.A. Torres Vera	
16:00	GGA-09	MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y RESTAURACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN S. Manzo, A. Torres, J.A. Avalos, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando	OBP-08	GEOQUÍMICA DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO EN PARTICULAS ORGANICAS SEDIMENTARIAS EN CUENCA SAN LÁZARO, B.C.S. DURANTE 1996 Y EL ENSO 1998 Aguñiga Sergio, Norman Silverberg y José D. Carriquiry	GYM-09	AMAZÓN GEOLÓGICO Y POTENCIAL MINERO DEL ESTADO DE CHIAPAS Jesús Castro-Mora y Luis Enrique Ortiz-Hernández
16:15	GGA-10	MODELO DE CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN J.A. Avalos, A. Torres, S. Manzo, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando	OBP-09	MODELO ECOLÓGICO DE FLUJOS DE BIOMASA EN LA REGIÓN NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA Morales Zárate María Verónica	GYM-10	DISTRIBUCIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES EN EL ESTADO DE MORELOS Frits Werre-Keeman y Luis Enrique Ortiz Hernández
16:30	GGA-11	IDENTIFICACIÓN DE VARIACIONES ESTRATIGRÁFICAS EN DEPÓSITOS RECIENTES UTILIZANDO EL RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE Carreón Freyre Dora Celia, Kouzoub Nikolai y Salas Solis Federico	OBP-10	DINÁMICA DEL FLUJO EN LA VICINIDAD DE UN MONTE SUBMARINO SOMERO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA A. Trasviña, G. Gutierrez de Velasco, A. Valle-Levinson, R. González-Armas, A. Mulhia, M.A. Cosío y H. Herrera	GYM-11	TECHNIQUES FOR ENHANCING THE SPECTRAL RESPONSE OF MINERALS IN TM IMAGES OF GUANAJUATO, MEXICO M.A. Torres-Vera and R.M. Prol-Ledesma
16:45	GGA-12	EL PELIGRO DE INUNDACIONES EN UN CENTRO HABITADO: EL CASO DE LA CIUDAD DE MORELIA, MICH., MEXICO Arreygue-Rocha E., Garduño-Monroy V.H., Canuti P., e Jotti A.	OBP-11	MODELACIÓN DE RELACIONES DE ORDEN 0 ENTRE REPRODUCCIÓN DE SARDINA Y CONDICIONES AMBIENTALES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO A. Parés-Sierra y S.E. Lluch-Cota	GYM-12	MAPEO DE ALTERACION HIDROTHERMAL Y ESTRUCTURAS PRINCIPALES CON IMAGENES TM EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LA PRIMAVERA (MEXICO) Fernández de la Vega-Márquez, T. y Prol-Ledesma, R.M.
17:00	GGA-13	EFFECTO QUÍMICO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN EL RÍO GUANAJUATO I.E. Torres Jaime y J.A. Randall Roberts	OBP-12	VARIABILIDAD DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN ÁREAS COSTERAS DEL PACÍFICO NORORIENTAL, Y SU RELACION CON EL NIÑO-OSCILACION DEL SUR (ENSO) Y LA OSCILACIÓN DECADEAL DEL PACÍFICO (PDO) Daniel B. Lluch-Cota	GYM-13	CONSERVACIÓN DE LA COLECCIÓN MINERALÓGICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Guadalupe del Carmen Alvarado-Arias, Enrique López-Severiano y Alfredo Victoria-Morales
17:15	GGA-14	RIESGOS RELACIONADOS CON EL PUERTO INTERMODAL PICAL-PANTACO, AZCAPOTZALCO, D.F. María de la Paz Hernández Rivero, Gabriel Villegas Hernández, Jacinto Morales Roque y Adán Castro Flores			GYM-14	CONCENTRACIÓN DE MINERALES CON EQUIPOS PULSANTES (JIGS) Jorge Ornelas Tabares
17:30	GGA-15	MEXICO CITY AS SEISMIC RESONATOR V.V. Grimalsky, S.V. Koshevaya, G.N. Burtak and J. Sanchez-Mondragon			GYM-15	CARTA GEOLÓGICO-MINERA COLIMA ESC. 1:250,000 J. Rosas-Elguera, J.C. Salinas-Prieto, A. Olguin Galicia, D. Barrera, R. Vazquez, G. Perez, J. Romo, R. Valladolid y D. Sanchez
17:45	GGA-16	PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE Roberto Maciel Flores y Miguel Magaña Virgen				

SALA A		SALA B		SALA C	
HORA	Sesión: Sismología 3 Moderador: Gerardo Quiroga Goode	Sesión: Simposio sobre el Sur de México 1 Moderador: Mariano Elías Herrera	Sesión: Simposio sobre el Sur de México 1 Moderador: Mariano Elías Herrera	Sesión: Atmósfera 4 (Contaminación) Moderador: Fernando García García	Sesión: Atmósfera 5 (Nubes y Aerosoles) Moderador: Yuri Skiba
09:00	SIS-17 BIOT THEORY, GASSMANN FORMULA AND THE MISSING ROLE OF DYNAMIC POROSITY Pratap Sahay	SRSSM-01 ESTRATIGRAFÍA ESPECTRAL Y ESTRUCTURAS DEL LÍMITE TECTÓNICO DE LOS COMPLEJOS OAXAQUEÑO Y ACATLÁN CON SENSORES REMOTOS Jesús Uribe Luna	SRSSM-01 ESTRATIGRAFÍA ESPECTRAL Y ESTRUCTURAS DEL LÍMITE TECTÓNICO DE LOS COMPLEJOS OAXAQUEÑO Y ACATLÁN CON SENSORES REMOTOS Jesús Uribe Luna	MIM-16 DETECTION OF THE INDUSTRIAL PLANTS VIOLATING PRESCRIBED EMISSION RATES Skiba Yuri	
09:15	SIS-18 CÁLCULO DE PROPIEDADES EFECTIVAS DE ROCAS POROSAS CON ANISOTROPÍA CÚBICA Oscar Valdiviezo Mijangos y Federico J. Sabina	SRSSM-02 CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO; PART I: CONDUCTIVITY MODELS Jording A., Jödicke H. and Arzate J.A.	SRSSM-02 CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO; PART I: CONDUCTIVITY MODELS Jording A., Jödicke H. and Arzate J.A.	MIM-17 EXPERIMENTOS NUMÉRICOS DEL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA Valentina Davydova-Belitskaya y Yuri N. Skiba	
09:30	SIS-19 SQUIRTING AND ITS NATURE Adriana Arroyo A. and Pratap Sahay	SRSSM-03 CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO. PART II: ORIGIN OF ZONES OF ENHANCED CONDUCTIVITY Jödicke H., Jording A., Mezger K. and Arzate J.A.	SRSSM-03 CONDUCTIVITY DISTRIBUTION ALONG TWO MAGNETOTELLURIC PROFILES IN SOUTHERN MEXICO. PART II: ORIGIN OF ZONES OF ENHANCED CONDUCTIVITY Jödicke H., Jording A., Mezger K. and Arzate J.A.	MIM-18 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE MEXICALI (1997-1998) Margarito Quintero Núñez y Tenoch Quintana Alvarado	
09:45	SIS-20 CORRELACIONES FACTOR DE RESISTIVIDAD-POROSIDAD DE SISTEMAS FRACTURADOS-VUGULARES Mendoza-Romero G., Cruz-Hernández J., Islas-Juárez R. y Becerril-Ayala J.	SRSSM-04 DEFORMACIÓN DÚCTIL EN LA PORCIÓN NORTE DEL COMPLEJO OAXAQUEÑO (EDO. DE OAXACA): RESULTADOS DE OBSERVACIONES MICRO Y MESOESTRUCTURALES Luigi A. Solari, J. Duncan Keppie y Fernando Ortega Gutiérrez	SRSSM-04 DEFORMACIÓN DÚCTIL EN LA PORCIÓN NORTE DEL COMPLEJO OAXAQUEÑO (EDO. DE OAXACA): RESULTADOS DE OBSERVACIONES MICRO Y MESOESTRUCTURALES Luigi A. Solari, J. Duncan Keppie y Fernando Ortega Gutiérrez	MIM-19 ANÁLISIS DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, PERÍODO 1994-1999 Davydova-Belitskaya Valentina y Alejandro Martínez Zatarain	
10:00	SIS-21 TORSIONAL WAVES IN FLUID-SATURATED POROUS CYLINDERS Selene Solorza and Pratap Sahay	SRSSM-05 LA OROGENIA MIXTECA DEL DEVÓNICO DEL COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE MÉXICO José Luis Sánchez Zavala, Fernando Ortega Gutiérrez y Mariano Elías Herrera	SRSSM-05 LA OROGENIA MIXTECA DEL DEVÓNICO DEL COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE MÉXICO José Luis Sánchez Zavala, Fernando Ortega Gutiérrez y Mariano Elías Herrera	MIM-20 DETERMINACIÓN DE ALGUNOS PRECURSORES DE OZONO TROPOSFÉRICO EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MÉXICO Guillermo Montero Martínez	
10:15	SIS-22 SIMULACION NUMERICA DE ONDAS SISMICAS EN MEDIOS POROELASTICOS Gerardo Quiroga Goode	SRSSM-06 INDICACIONES ISOTÓPICAS Y GEOQUÍMICAS SOBRE LA EDAD Y EL ORIGEN DEL BATOLITO DE LA MIXTEQUITA EN EL ESTE DEL ESTADO DE OAXACA Y SOBRE SU POSIBLE CORRELACIÓN CON EL MACIZO DE CHIAPAS Bodo Weber y Hermann Köhler	SRSSM-06 INDICACIONES ISOTÓPICAS Y GEOQUÍMICAS SOBRE LA EDAD Y EL ORIGEN DEL BATOLITO DE LA MIXTEQUITA EN EL ESTE DEL ESTADO DE OAXACA Y SOBRE SU POSIBLE CORRELACIÓN CON EL MACIZO DE CHIAPAS Bodo Weber y Hermann Köhler		
10:30	SIS-23 DEFINICIÓN DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS UTILIZANDO IMÁGENES ELÉCTRICAS DE PARED DE POZO Aída Rubí Bravo Almazán y Honorio Ramírez Jiménez	SRSSM-07 ROOTS OF THE CALTEPEC FAULT ZONE, SOUTHERN MEXICO: EARLY PERMIAN EPIDOTE-BEARING ANATEXITIC GRANITOIDS Mariano Elías-Herrera y Fernando Ortega-Gutiérrez	SRSSM-07 ROOTS OF THE CALTEPEC FAULT ZONE, SOUTHERN MEXICO: EARLY PERMIAN EPIDOTE-BEARING ANATEXITIC GRANITOIDS Mariano Elías-Herrera y Fernando Ortega-Gutiérrez	MIM-21 MODELO LINEAL PARA PATÍCULAS PM10 Y MATERIA ORGÁNICA EXTRAIDA José Luis Bravo y Omar Amador Muñoz	
10:45	SIS-24 MODELADO SÍSMICO BIDIMENSIONAL ACÚSTICO Y ELÁSTICO ORIENTADO A LA CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTOS M. Manuel Lozada Zumaeta y Gerardo Ronquillo Jarillo	SRSSM-08 TRANSICIÓN DE FACIES ANFIBOLITA (Bt-Ky-Gr) A MIGMATITAS EN FACIES GRANULITA (Bt-Sill-Crd-Hcy-espinela) EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DEL TERRENO XOLAPA: CONDICIONES P-T DE METAMORFISMO E IMPLICACIONES TECTÓNICAS Corona-Chávez P. y Victoria-Morales A.	SRSSM-08 TRANSICIÓN DE FACIES ANFIBOLITA (Bt-Ky-Gr) A MIGMATITAS EN FACIES GRANULITA (Bt-Sill-Crd-Hcy-espinela) EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DEL TERRENO XOLAPA: CONDICIONES P-T DE METAMORFISMO E IMPLICACIONES TECTÓNICAS Corona-Chávez P. y Victoria-Morales A.	MIM-22 ESTUDIO PRELIMINAR DE NÚCLEOS DE CONDENSACION DE NUBES EN LA ATMÓSFERA DE LA CD. DE MEXICO T. Castro, D. Baumgardner, L. Alfonso y G. Raga	
11:00	SIS-25 SIMULACIÓN VISCOELÁSTICA BIDIMENSIONAL EN MEDIOS ARBITRARIOS Y HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA DE CARACTERIZACIÓN DE YACIMIENTOS CARBONATADOS Gerardo Ronquillo Jarillo y M. Manuel Lozada Zumaeta			MIM-23 RELACIONES ENTRE PM-10 EN SUPERFICIE Y NUBES CONECTIVAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO G.B. Raga, D. Baumgardner and F. Oropeza	

HORA	SALA A	SALA B	SALA C
	Sesión: Sismología 4 Moderador: Miguel Rodríguez	Sesión: Simposio sobre el Sur de México 2 Moderador: Gilberto Silva Romo	Sesión: Micrometeorología 1 Moderador: Víctor Barradas Miranda
11:15		SRSSM-09 LA CUBIERTA SEDIMENTARIA PERMICA SUPERIOR(FORMACIONES, OLINALA, IHUALTEPEC, YODOBENE) DE LOS TERRENOS MIXTECO Y ZAPOTECO EVOLUCION SEIMENTOLOGICA E INTERPRETACIONES PALEOGEOGRAFICAS Flores de Dios González Luis A., D. Vachard y B.E. Bultrón I.	
11:30	SIS-26 VARIACION ESPACIAL DEL PARAMETRO DE DECAIMIENTO ESPECTRAL K EN LA REGION EPICENTRAL DEL TEMBLOR DE COLFITORIO DE 1997 Raúl R. Castro, Luca Trojani, Giancarlo Monachesi, Marco Mucciarelli y Marco Cattaneo	SRSSM-10 LA UNIDAD PIEDRA HUECA SECUENCIA CLÁSTICA PALEOZOICA (SUR DE PUEBLA) Gilberto Silva-Romo y Claudia Mendoza-Rosales	MIM-01 ASPECTOS INSTRUMENTALES INVOLUCRADOS EN CAMPAÑAS MICROMETEOROLOGICAS PARA LA CARACTERIZACION DE LA CAPA ATMOSFERICA SUPERFICIAL U. Miranda y R. Saldaña
11:45	SIS-27 UTILIZACION DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA SEPARACIÓN DE EFECTOS DE SITIO Y EFECTOS DE FUENTE Aguirre Gonzalez Jorge y Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo	SRSSM-11 NUEVOS DATOS RADIOMÉTRICOS, GEOQUÍMICOS, PETROGRÁFICOS Y GEOBAROMÉTRICOS DE LOS BATOLITOS DE LA SIERRA MADRE DEL SUR: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y METALOGENÉTICAS Corona-Chávez P., Biglioggero B., Schaaf P. y Ostroumov M.	MIM-02 BALANCE DE ENERGIA: ESTUDIO DE CASO EN UNA ZONA DESERTICA RURAL O. Rafael García Cueto
12:00	SIS-28 NONLINEAR TRANSFORMATION OF LOW FREQUENCY ACOUSTIC WAVES OF SEISMIC ORIGIN INTO ULTRA-LOW FREQUENCY ONES V.V. Grimalsky, S.V. Koshevaya, G.N. Burlak and R. Perez-Enriquez	SRSSM-12 PATRONES ESTRUCTURALES DE LA DEFORMACIÓN LARAMÍDICA EN LA PARTE ORIENTAL DE LA PLATAFORMA GUERRERO-MORELOS Mariano Cerca y Luca Ferrari	MIM-03 MODELACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN PRADERAS SEMIÁRIDAS DEL NORTE DE MÉXICO Jaime Garatuza Payán, Saturnino García, Mario Jauri y Christopher Watts
12:15	SIS-29 TEST AND EVALUATION OF A NEW BROADBAND OCEAN BOTTOM SEISMOGRAPH Carlos I. Huerta, Jay Pulliam, Yosio Nakamura and Ben Yates	SRSSM-13 ACERCA DEL ORIGEN DE LAS CUENCAS CENOZOICAS DE LA ZONA CORTICAL EXTENDIDA DEL SUR DE MÉXICO: UN EJEMPLO EN LA REGIÓN MIXTECA Gilberto Silva-Romo, Claudia Mendoza-Rosales y Barbara Martiny	MIM-04 MEDICIONES CON UN SCINTILÓMETRO SOBRE TRIGO REGADO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA C. Watts, J. Hoedjes, R. Zuurbier, O. Hartogensis, A. Chehbouni, J. Garatuza y H. de Bruin
12:30	SIS-30 EFECTOS DE SITIO EN LA CUENCA DE PARKWAY. COMPARACIÓN ENTRE OBSERVACIONES Y MODELADO 3D Francisco J. Chávez-García y Bill Stephenson	SRSSM-14 ESTRUCTURAS OLIGOCÉNICAS DEL ÁREA DE HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA Barbara Martiny, Gilberto Silva-Romo y Dante J. Morán-Zenteno	MIM-05 CANOPY TRANSMITTANCE OF PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION IN INTACT FOREST, SECOND-GROWTH, AND A PASTURE BORDER IN TROPICAL DECIDUOUS FOREST AT CHAMELA, JALISCO Geoffrey Parker, Manuel Maass, Clara Tinoco-Ojanguren and Angelina Martínez-Yrizar
12:45	SIS-31 ESTRUCTURA SOMERA EN UNA CUENCA ALUVIAL. RESULTADOS UTILIZANDO SPAC Miguel Rodríguez, Francisco Chávez-García y Bill Stephenson	SRSSM-15 INFLUENCIA DE LA MIGRACIÓN DEL PUNTO TRIPLE NORTEAMERICA-COCOS-CARIBE SOBRE LA DEFORMACIÓN Y LA SEDIMENTACIÓN TERCIARIA EN EL SUR DE MÉXICO Luca Ferrari, Dante Morán Zenteno, Barbara Martiny y Mariano Cerca Martínez	MIM-06 EL USO DE SENSORES REMOTOS EN EL LA ESTIMACIÓN Y MAPEO DE LAS DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO EN TRIGO Jaime Garatuza Payán, Miguel Ruelas y Christopher Watts
13:00	SIS-32 DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA RADIAL DE LA VELOCIDAD DE LAS ONDAS S EN D" DEBAJO DEL OCEANO PACIFICO CENTRO-ORIENTAL Raúl Valenzuela Wong, Michael E. Wyssession, Karen M. Fischer y Timothy J. Clarke	SRSSM-16 REVISION INTEGRATIVA DE ANOMALIAS GEOFISICAS EN LA PORCION MARINA MEXICANA EN EL SURESTE DE MEXICO, SU DISTRIBUCION Y TENDENCIAS REGIONALES: DELIMITACION DE RASGOS GEOFISICOS ESTRUCTURALES MAYORES, DE BORDES Y DISCONTINUIDADES J. Hector Sandoval Ochoa y Ricardo Diaz Navarro	

13:15	SIS-33 MÉTODOS ALTERNOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EFECTOS DE SITIO A PARTIR DE UN ARREGLO DE MICROTRENORES PARTE II Hortencia Flores Estrella y Jorge Aguirre González
13:30	COMIDA

SALA A		SALA B		SALA C	
Sesión: Sismología 5		ASAMBLEA		Sesión: Micrometeorología 2	
Moderador: F. Ramón Zúñiga		ASOCIACIÓN GEOTÉRMICA MEXICANA		Moderador: Christopher Watts	
16:00	SIS-34	RADIACIÓN DE ONDAS DURANTE LA VIBRACIÓN DE EDIFICIOS. EL EFECTO DE LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA EN EL MOVIMIENTO DE CAMPO LIBRE OBSERVADO EN EL VALLE DE MÉXICO Martín Cárdenas Soto, Francisco J. Chávez-García y Pierre-Yves Bard		MIM-07	TURBULENT FLUXES AND CANOPY ARCHITECTURE OVER AND WITHIN FOREST CANOPIES Ricardo K. Sakai, D. R. Fitzjarrald and K. E. Moore
16:15	SIS-35	VARIACIONES EN LA PROFUNDIDAD DE LA DISCONTINUIDAD DE MOHOROVICIC PARA EL ESTADO DE GUERRERO A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES RECEPTOR Escobedo D., F.J. Pacheco y G. Suárez		MIM-08	BOUNDARY LAYER BUDGET METHODS IN LBA: USING LOCAL WINDS David R. Fitzjarrald
16:30	SIS-36	EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LA PREDICCIÓN DE ESPECTROS DE GRANDES SISMOS USANDO FUNCIONES DE GREEN EMPÍRICAS Ernesto Heredia Zavoni, Carlos Ortiz Alemán y Jorge Alamilla		MIM-09	NIGHTTIME SURFACE FLUXES IN A HETEROGENEOUS LANDSCAPE Otavio C. Acevedo and David R. Fitzjarrald
16:45	SIS-37	¿SE ENCUENTRA VIVA LA HIPÓTESIS DE LA QUIETUD PRECURSORA? F. Ramón Zúñiga y Stefan Wiemer		MIM-10	UN MODELO ESTADÍSTICO DEL CAMPO DE VIENTO SUPERFICIAL PARA LAGUNA VERDE Y ALREDEDORES Adalberto Tejeda Martínez, Alejandro Jiménez Lagunes y Graciela E. Ramos
17:00	SIS-38	LATERAL VARIATION OF LG WAVE PROPAGATION IN SOUTHERN MEXICO Lars Ottemöller, Nikolai M. Shapiro, Shri Krishna Singh and Javier F. Pacheco		Sesión: Micrometeorología 3	
17:15	SIS-39	SUBDUCCIÓN OBLICUA A LO LARGO DE LA MARGEN CONVERGENTE COCOS-CARIBE Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA SISMICIDAD SOMERA EN EL ARCO VOLCÁNICO CENTROAMERICANO Marco Guzmán Speziale		Moderador: Adalberto Tejeda	
17:30	SIS-40	RESOLVING THE REGIONAL VS. TELESEISMIC ENERGY DISCREPANCY Xyoli Perez-Campos, Shri Krishna Singh and Gregory C. Beroza		MIM-11	ESTIMACION DEL EFECTO DE LA ADVECCION EN LA TRANSPIRACION DE ARBOLES AISLADOS EN LA CIUDAD DE MEXICO Victor L. Barradas
17:45	SIS-41	ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD INTERPLACA AL NORTE DE GUERRERO Y OAXACA Juan Martín Gómez G. y David Escobedo Z.		MIM-12	INFLUENCIA DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC EN EL CLIMA URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO Mario Casasola Montañez
18:00				MIM-13	COOLING RATES IN THREE LARGE URBAN/SUBURBAN PARKS IN MEXICO CITY Ernesto Jáuregui and Mario Casasola
				MIM-14	BALANCE ENERGÉTICO ATMOSFÉRICO Y CAPA LÍMITE SUPERFICIAL EN EL VALLE DE MÉXICO Luis García, David Rivas, Adalberto Tejeda y Ernesto Jáuregui
				MIM-15	EL USO DEL SUELO Y SU IMPACTO EN EL CLIMA DE ALGUNAS CIUDADES DE MÉXICO Juan Cervantes Pérez, Víctor L. Barradas Miranda y Adalberto Tejeda Martínez
18:15					

MARTES 31

SALA D		SALA E		SALA F	
HORA	Sesión: Geología y Geofísica Ambiental 3 Moderador: A.J. Pacheco	Sesión: Geotermia 1 Moderador: Mahendra P. Verma		Sesión: Paleontología 1 Moderador: Alicia Silva Pineda	
09:00	GGA-17 CONTAMINACIÓN POR NITRATOS EN POZOS: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Pacheco A.J., Steinich B., Cabrera S.A. y Marín L.E.	GEOTER-01 LOS VOLCANES Y LA GEOTERMIA EN MESOAMERICA Mario Cesar Suarez Arriaga		PALEO-01 UN TRILOBITE DEL ORDOVICICO TEMPRANO, ECTENONOTUS WESTONI (BILLINGS), DEL RANCHO LAS NORIAS, EN LA REGION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA, MEXICO Emilio Almazán-Vázquez, Ricardo Vega- Granillo y Blanca E. Buitrón-Sánchez	
09:15	GGA-18 EVALUACIÓN E IMPACTO DE LOS PROCESOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA ZONA DE LOS ENEBROS, GALEANA, N.L., MEXICO Francisco Medina Barrera y Héctor De León Gómez	GEOTER-02 MODELO GEOFISICO DE TEMPERATURAS DEL AREA SURESTE DEL GOLFO DE MEXICO Flores Ruiz J.H., Medina Ovando A, Martínez Angeles R, Luna Rojero E y Pérez Rosales C.		PALEO-02 NUEVOS HALLAZGOS DE INVERTEBRADOS PALEOZOICOS (SCYPHOZOA-CONULATA, ARCHAEOGASTROPODA-TROCHINA Y ECHINODERMATA-CRINOIDEA) EN LA REGION DE NOCHIXTLAN-IXTALTEPEC, OAXACA Blanca Estela Buitrón-Sánchez, Antonio Flores de Dios-González y Daniel Vachard	
09:30	GGA-19 SOIL CRACKING DUE TO WATER WITHDRAWAL Eduardo Rojas, Jorge A. Arzate, Moises Arroyo and Psevolod Yutis	GEOTER-03 MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA Fidel Cedillo Rodríguez		PALEO-03 PRESENCIA DE CONIFERAS EN EL PERMICO (LEONARDIANO) DE CALNALI, HGO., PATLANOAYA, PUE. Y OLINALÁ, GRO. Alicia Silva Pineda, Blanca Buitrón Sanchez y Antonio Flores de Dios-González	
09:45	GGA-20 ANÁLISIS DE COMPRESIBILIDAD Y FLUJO DE AGUA EN MATERIALES ARCILLOSOS Marín Hernández M. y Carreón Freyre D.C.	GEOTER-04 GAS GEOCHEMISTRY OF THE LOS HUMEROS GEOTHERMAL FIELD, MEXICO Rosa María Barragán, Víctor Manuel Arellano, David Nieva, Enrique Portugal, Alfonso García, Alfonso Aragón, Rigoberto Tovar and Ignacio Torres		PALEO-04 NUEVOS AMONITAS PÉRMICOS DE LA FM. OLINALÁ-LOS ARCOS, OLINALÁ, GRO., MEXICO Garibay-Romero Luis Martín	
10:00	GGA-21 GEOLOGÍA APLICADA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BALLARTE Y PRESIDIO, DURANGO-SINALOA, MEXICO Leovigildo Cepeda Dávila, José María Chávez Aguirre y Jesús Efraín Gómez Sosa	GEOTER-05 ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUE Cecilia D. Lorenzo Pulido		PALEO-05 PRIMER REGISTRO DEL GÉNERO SUTNERIA (AMMONOIDEA) EN EL OXFORDIANO DE LA FORMACIÓN SANTIAGO EN TAMÁN, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO Ana Bertha Villaseñor e Isabel López-Palomino	
10:15	GGA-22 MODELO TECTÓNICO DEL SUBSUELO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA Marco Antonio Delgado Vázquez, David Barrera Hernández y Antonio Uribe Carvajal	GEOTER-06 ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS (REE) EN FLUIDOS DE LA ZONA GEOTÉRMICA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, MEXICO Vicente Torres Rodríguez, Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns and Peter Birkle		PALEO-06 ESTUDIO PRELIMINAR DE LA FAUNA DE BRAQUIÓPODOS RINCONELIDOS DE TAMÁN, SAN LUIS POTOSÍ Daniel Navarro Santillán y Ana Bertha Villaseñor	
10:30	GGA-23 ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE Y SU IMPORTANCIA EN LA PLANEACIÓN DEL USO DEL SUELO Sánchez Pérez J., Garrido Uribe J.L., García Villegas F., Uribe Carvajal A. y Azuara Z.J.	GEOTER-07 QUARTZ SOLUBILITY TEMPERATURE DEPENDENCE EQUATION ALONG THE WATER-VAPOR SATURATION CURVE Mahendra P. Verma		PALEO-07 REGISTRO DEL GÉNERO HYBONOTICERAS (AMMONOIDEA) EN EL JURÁSICO SUPERIOR DE LA FORMACIÓN TAMÁN EN LA REGIÓN DE MAZATEPEC, PUEBLA Ana Bertha Villaseñor, Federico Olóriz y Celestina González-Arreola	
10:45	GGA-24 INTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA DEL DELTA DEL RÍO SONORA Rafael Rodríguez Torres	GEOTER-08 EQUILIBRIO GASEOSO EN EL YACIMIENTO GEOTÉRMICO DE LOS AZUFRES MICHOACÁN Rosa María Barragán R., Enrique Portugal M., Víctor M. Arellano G., Fernando Sandoval M. y Víctor M. Barrera G.		PALEO-08 UNA PROPUESTA BIOESTRATIGRÁFICA PARA LA SECCIÓN LAS PAREDES EN LA REGIÓN DE HUETAMO, MICHOACÁN Celestina González-Arreola, Pedro García-Barrera y Ana Bertha Villaseñor	
11:00	RECESO CAFÉ	RECESO CAFÉ		RECESO CAFÉ	

HORA	SALA D	SALA E	SALA F
	Sesión: Geofísica 1 Moderador: Ricardo Díaz Navarro	Sesión: Geotermia 2 Moderador: Alfonso García	Sesión: Paleontología 2 Moderador: Oscar Carranza Castañeda
11:15	GEOF-01 PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS MULTICOMPONENTE: ANÁLISIS DE ONDAS CONVERTIDAS P-SV Carlos Calderón Macías	GEOTER-09 SISTEMA DE ELECTRODO COMPARADOR DE POTENCIAL PARA MEDICIONES DE POTENCIALES DE CORROSIÓN EN CONDICIONES REALES DE FLUIDOS GETERMICOS J.A. Sampedro, N. Rosas y B. Valdez	PALEO-09 NERINEIDOS DE LAS FACIES VOLCANICLÁSTICAS DE LA FORMACIÓN "TEOLOAPAN" (APTIANO), EN TEOLOAPAN, GRO., MÉXICO María Guadalupe Rodríguez-Martínez, Martín Guerrero- Suastegui, Luis Martín Garibay-Romero y Blanca Estela Buitrón-Sánchez
11:30	GEOF-02 INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL PROSPECTO SUBSALINO TUCOO-LUHUA Ricardo Díaz Navarro, Leopoldo Hernandez Avila, Alfonso González Ibarra, Efrén Murillo Cruz y Jaime Rafael Estrada García	GEOTER-10 MEDICIÓN DE O-18 Y D EN AGUAS HIPERSALINAS DE ACUIFEROS PROFUNDOS EN CAMPOS PETROLEROS Yadira Gómez, Enrique Portugal, Georgina Izquierdo y Rosa María Barragán	PALEO-10 LAS GRANDES CUENCAS DEL OLIGO-MIOCENO DEL CENTRO DE MEXICO Aguirre-Díaz Gerardo J. y Carranza-Castañeda Oscar
11:45	GEOF-03 GEOLOGÍA Y GRAVIMETRÍA DE LA CUENCA TERCIARIA DE ÍMURIS-NOGALES, NORTE DE SONORA César Jacques Ayala, Jorge Ramírez-Hernández y Francisco Javier Grijalva Noriega	GEOTER-11 EFFECTIVE THERMAL PROPERTIES OF GEOTHERMAL CEMENTING SYSTEMS A. García, J.M. Morales, E. Contreras, G. Espinosa and E. Santoyo	PALEO-11 BIOSTRATIGRAFIA DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DEL TERCARIO TARDIO EN EL CENTRO DE MEXICO Carranza-Castañeda, Oscar y Aguirre-Díaz, G.J.
12:00	GEOF-04 ESTRUCTURA CORTICAL Y SISMOTECTÓNICA EN LA CUENCA LAGUNA SALADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO Juan García-Abdeslem, Juan Manuel Espinosa-Cardena, Luis Munguía-Orozco, Victor Manuel Wong-Ortega y Jorge Ramírez-Hernández	GEOTER-12 MEDICION DE CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LIQUIDOS APLICANDO LA TECNICA DE LA ESFERA García-Manuel Pablo, Contreras-López Enrique y García- Gutiérrez Alfonso	PALEO-12 LAS DIATOMEAS PLIO-PLEISTOCÉNICAS DE LA ZONA DE IXTLAHUACA EDO DE MÉXICO, RESULTADOS PRELIMINARES Cervantes H.F., Israde A.I. y Garduño M.V.H.
12:15	GEOF-05 MANTLE BOUGUER ANOMALY BETWEEN THE EAST PACIFIC RISE AND THE EL GORDO GRABEN: IMPLICATIONS FOR THE NATURE OF THE RIVERA-COCOS PLATE BOUNDARY W.L. Bandy, G. Selene, and J. Ortega-Ramirez	GEOTER-13 GEOTRANS: A COMPUTER CODE FOR ESTIMATING TRANSIENT TEMPERATURES IN THE COMPLETION OF GEOTHERMAL WELLS WITH DRILLING FLUID LOSSES Alfonso García, Gilberto Espinosa, Edgar Santoyo, Pedro Mendoza and Isaias Hernandez	PALEO-13 LA SECUENCIA LACUSTRE Y SU BIOTA DE LA FORMACIÓN ATOTONILCO EL GRANDE DE SANTA MARIA AMAJAC, EN EL ESTADO DE HIDALGO Velasco-De León M.P., Arellano-Gil J., Silva-Pineda A., Luna-Gómez P. y Romero-Beltrán F.
12:30	GEOF-06 INVERSION GRAVIMETRICA TRIDIMENSIONAL EN MULTICAPAS Luis Alonso Gallardo Delgado, Cristian Ricardo Rodrigo Ramirez y Marco Antonio Perez Flores	COMIDA	COMIDA
12:45	GEOF-07 CARTOGRAFÍA DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS (AIRE LIBRE) Y MAGNETOMÉTRICAS (DE CAMPO TOTAL) DE LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA DE MÉXICO Y PORCIONES ALEDAÑAS Marcos Aguilar Benítez y Manuel Cruz Pineda		
13:00	GEOF-08 ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO DEL CAMPO VOLCÁNICO DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO Mena M., y Espíndola J.M.		
13:15	COMIDA		

MARTES 31

SALA D		SALA E	
HORA	Sesión: Geofísica 2 Moderador: Carlos Flores Luna	SALA F Sesión: Estratigrafía y Sedimentología 1 Moderador: Jorge Ledesma Vázquez	
16:00	GEOF-09 INVERSIÓN DE SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS CON POLARIZACIÓN INDUCIDA Carlos Flores Luna	ES-01 COMPARACION DE LA ESTRATIGRAFIA PARA CUENCAS DEL PROTO-GOLFO DE CALIFORNIA, B.C.S. Jorge Ledesma Vázquez	
16:15	GEOF-10 ESTUDIO EXPERIMENTAL DE POLARIZACIÓN INDUCIDA CON SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS SOBRE UN YACIMIENTO DE COBRE PORFÍDICO Sergio Peralta Ortega, Carlos Flores Luna y Miguel Calderon	ES-02 FORMACIÓN POZO NUEVO, UNA SECUENCIA BIOESTRATIGRÁFICA DE PLATAFORMA DEL ORDOVÍCICO TEMPRANO EN LA REGIÓN CENTRAL DE SONORA Oscar Franco Vega, Alba Cynthia Mendoza Madera, Rosario Aguilar A. y Emilio Almazán Vázquez	
16:30	GEOF-11 BASAMENT CONFIGURATION FROM GRAVITY AND AMT/MT MEASUREMENTS IN THE VALLEY OF QUERÉTARO Jorge A. Arzate, Psevolod Yutis, Juventino Martínez, Luis M. Mitre, Moisés Arroyo and Eduardo Rojas	ES-03 RECENT DISCOVERY OF A LIASSIC AMMONITE IN CERRO CHINO FOOTHILLS, SONORA: TECTONIC IMPLICATIONS Roberto S. Molina Garza and Spencer G. Lucas	
16:45	GEOF-12 ANÁLISIS DE UN REGISTRO MAGNETOTELÚRICO DE PERÍODO LARGO Jesús Brassea Ochoa y José Manuel Romo Jones	ES-04 CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE FLUJOS DE DETRITOS EN UN AMBIENTE DE INTRA-ARCO DURANTE EL CRETÁCICO EN EL NORTE-CENTRO DE SONORA, MÉXICO Juan Carlos García y Barragán, José Luis Rodríguez Castañeda y Thomas H. Anderson	
17:00	GEOF-13 UN ENFOQUE FÍSICO PARA SINTETIZAR EL TENSOR DE IMPEDANCIA MAGNETOTELÚRICA José Manuel Romo y Enrique Gómez-Treviño	ES-05 COMPLEJO OFIOLÍTICO: UN TÉRMINO LITODÉMICO POCO COMPRENDIDO Rafael Rodríguez Torres y Emilio Almazán Vázquez	
17:15	GEOF-14 INVERSIÓN BIDIMENSIONAL DE INVARIANTES DEL TENSOR MAGNETOTELÚRICO F.J. Esparza, J.M. Romo y E. Gomez-Trevino	ES-06 UNIDADES ALOESTRATIGRÁFICAS DE LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA (MIOCENO-HOLOCENO) Rodríguez-Torres R., Montijo-González A., Grijalva-Noriega F.J. y Minjarez-Sosa I.	
17:30	GEOF-15 ELECTRIC STRUCTURE OF THE CHICXULUB IMPACT BASIN FROM MAGNETOTELURIC MEASUREMENTS Jorge A. Arzate, Omar Delgado-Rodríguez, Jaime Urrutia-Fucugauchi and Oscar Campos Enriquez	ES-07 CAMBIOS DE FACIES Y VARIACIONES DEL CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO EN SECUENCIAS ESTRATIGRÁFICAS DEL BARREMIANO/APTIANO DEL NORESTE DE MÉXICO Ricardo Barragán Manzo	
17:45	GEOF-16 BASIC MEASUREMENTS OF MAGNETIC PERTURBATIONS AND INFRARED EMISSION CAUSED BY SEISMIC AND VOLCANO ACTIVITY S. Koshevaya, V. Grimalsky, A. Torres, J. De La Hidaiga, and E. Martyshev	ES-08 CICLICIDAD ESTRATIGRÁFICA DE LA PARTE INFERIOR DE LA FORMACIÓN CUPIDO (NORESTE DE MÉXICO): UN ANÁLOGO PARA YACIMIENTOS PETROLEROS DE PLATAFORMAS CARBONATADAS DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO Gustavo Murillo-Muñetón y Steven L. Dorobek	
18:00	GEOF-17 ANÁLISIS DE DATOS DE MICROPULSACIONES MAGNÉTICAS DURANTE TERREMOTOS DE $M > 6.0$, OCURRIDOS EN ALASKA R. Pérez Enríquez, D. Maravilla, R. Zúñiga, G. Cifuentes, E. Hernández y A. Lara	ES-09 NUEVOS DATOS SOBRE LA GEOLOGÍA DE LA MARGEN OCCIDENTAL DE LA PLATAFORMA VALLES-SAN LUIS POTOSÍ Ruben Lopez-Doncel	
18:15	GEOF-18 VARIATIONS OF TRANSVERSE STRUCTURE OF COUPLED ACOUSTO-GRAVITY - RAYLEIGH WAVES IN MULTILAYERED SYSTEM EARTH - ATMOSPHERE G. Burlak, V. Grimalsky, S. Koshevaya1 and J.S. Mondragon	ES-10 FACIES TURBIDITICAS RELACIONADAS A MOVIMIENTOS OROGENICOS EN EL CENTRO ORIENTE DEL ESTADO DE QUERETARO, MEXICO. R. Hernández Jáuregui, J. J. Valencia Islas y V. González Casildo	

ASAMBLEA
SOCIEDAD MEXICANA DE MINERALOGÍA

MIERCOLES 1

SALA A		SALA B		SALA C	
HORA	Sesión: Sismología 6 Moderador: Federico J. Sabina	Sesión: La Educación en las Ciencias de la Tierra Moderador: Gustavo Tolson	Sesión: La Educación en las Ciencias de la Tierra Moderador: Gustavo Tolson	Sesión: Atmósfera 6 (Asimilación de Datos) Moderador: Ernesto Caetano Neto	Sesión: Atmósfera 6 (Asimilación de Datos) Moderador: Ernesto Caetano Neto
09:00	SIS-42 VELOCIDAD DE FASE EN LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO Carlos Fuentes y Javier Pacheco	LECT-01 EVALUACIÓN DEL PERFIL REAL DEL DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO QUE SE IMPARTE EN EL IPN Julio Eduardo Morales de la Garza	LECT-01 EVALUACIÓN DEL PERFIL REAL DEL DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO QUE SE IMPARTE EN EL IPN Julio Eduardo Morales de la Garza	ATM-19 BASES DE DATOS HISTÓRICOS (1973-1999) DE LAS ESTACIONES SINÓPTICAS DE SUPERFICIE DE LA RED DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL Abel Quevedo Nolasco y Ricardo Valencia Michimani	ATM-19 BASES DE DATOS HISTÓRICOS (1973-1999) DE LAS ESTACIONES SINÓPTICAS DE SUPERFICIE DE LA RED DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL Abel Quevedo Nolasco y Ricardo Valencia Michimani
09:15	SIS-43 ONDAS RAYLEIGH EN MEDIOS LATERALMENTE HETEROGÉNEOS: APLICACIÓN A INGENIERÍA SÍSMICA Leobardo Salazar Peña y Francisco J. Chávez García	LECT-02 CREACIÓN DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Ignacio Mora González, Francisco Córdoba Montiel y Ana María Alarcón Ferrelira	LECT-02 CREACIÓN DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Ignacio Mora González, Francisco Córdoba Montiel y Ana María Alarcón Ferrelira	ATM-20 DISPONIBILIDAD DE LAS GUÍAS DE EMPLEO DE CLAVES METEOROLÓGICAS VIGENTES EN FORMATO ELECTRÓNICO Abel Quevedo Nolasco y Adolfo Portocarrero Resendiz	ATM-20 DISPONIBILIDAD DE LAS GUÍAS DE EMPLEO DE CLAVES METEOROLÓGICAS VIGENTES EN FORMATO ELECTRÓNICO Abel Quevedo Nolasco y Adolfo Portocarrero Resendiz
09:30	SIS-44 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TELEMÉTRICO DIGITAL PARA ESTUDIOS SISMOLÓGICOS Henry Kemper Castro, Walter Kemper Castro, Horacio Mijares Arellano y Javier Lerno Samaniego	LECT-03 PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN Emiliano Campos Madrigal y Claudia C. Mendoza Rosales	LECT-03 PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN Emiliano Campos Madrigal y Claudia C. Mendoza Rosales	ATM-21 UNA BASE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PARA LAS AMÉRICAS TROPICALES DEL HEMISFERIO NORTE Jorge Luis Vázquez Aguirre y Víctor O. Magaña Rueda	ATM-21 UNA BASE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PARA LAS AMÉRICAS TROPICALES DEL HEMISFERIO NORTE Jorge Luis Vázquez Aguirre y Víctor O. Magaña Rueda
09:45	SIS-45 RECIENTES TEMBLORES INTRAPLACA EN MÉXICO: INVERSIÓN CINEMÁTICA DE LA FUENTE SÍSMICA A PARTIR DE DATOS LOCALES Y REGIONALES Iglesias-Mendoza A., S.K. Singh, J.F. Pacheco, N. Shapiro, B. Hernández y V.M. Cruz-Atienza	LECT-04 NECESITAMOS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA Armando Altamira Areyán	LECT-04 NECESITAMOS ESTRATEGIAS EDUCATIVAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA Armando Altamira Areyán	ATM-22 IMPACTO EN EL PRONÓSTICO DE LA PRECIPITACIÓN EN MÉXICO POR LA ASIMILACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS CON EL MM5 R.V. Hernández y E.S. Caetano	ATM-22 IMPACTO EN EL PRONÓSTICO DE LA PRECIPITACIÓN EN MÉXICO POR LA ASIMILACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS CON EL MM5 R.V. Hernández y E.S. Caetano
10:00	SIS-46 ESTRUCTURA SOMERA DE LA PORCIÓN ESTE DEL CRÁTER DE CHICXULUB A PARTIR DE LA INVERSIÓN DE LAS CURVAS DE DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES Hugo Cruz Jiménez, Francisco Chávez-García, Matsui Takafumi, José Acosta Chang y Oscar Campos E.	LECT-05 EL PERFIL DEL EGRESADO Y LOS PLANES DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Gustavo Tolson	LECT-05 EL PERFIL DEL EGRESADO Y LOS PLANES DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Gustavo Tolson	ATM-23 EXPERIMENTOS DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL CON REDES NEURONALES Tomás A. Casillas-Lavín, Ramón López-Peña, Tomás Morales-Acoltzi y Javier Vitela-Escamilla	ATM-23 EXPERIMENTOS DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL CON REDES NEURONALES Tomás A. Casillas-Lavín, Ramón López-Peña, Tomás Morales-Acoltzi y Javier Vitela-Escamilla
10:15	SIS-47 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE FORMAS DE ONDA EN EL VOLCÁN POPOCATEPÉTIL Cruz-Atienza V.M., Javier F. Pacheco, S.K. Singh, N.M. Shapiro, C. Valdés y A. Iglesias-Mendoza	LECT-06 PRÁCTICAS DE CAMPO PROGRESIVAS. FACTOR INTEGRADOR DEL CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Claudia Mendoza-Rosales y Gilberto Silva-Romo	LECT-06 PRÁCTICAS DE CAMPO PROGRESIVAS. FACTOR INTEGRADOR DEL CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Claudia Mendoza-Rosales y Gilberto Silva-Romo	RECESO CAFÉ	RECESO CAFÉ
10:30	SIS-48 INTRASLAB EARTHQUAKES IN THE SUBDUCTING OCEANIC PLATES BELOW MEXICO S.K. Singh, V. Kostoglodov and J.F. Pacheco	LECT-07 LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y SU INCIDENCIA EN LAS POLÍTICAS LOCALES, REGIONALES Y NACIONALES Gustavo Tolson	LECT-07 LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y SU INCIDENCIA EN LAS POLÍTICAS LOCALES, REGIONALES Y NACIONALES Gustavo Tolson		
10:45	SIS-49 RELACIONES UNIVERSALES Y CORRESPONDENCIA ENTRE DIELECTRICIDAD Y ELASTICIDAD TRIDIMENSIONALES Federico J. Sabina	RECESO CAFÉ	RECESO CAFÉ		
11:00	RECESO CAFÉ				

MIÉRCOLES I

HORA	SALA A	SALA B	SALA C
11:15	ASAMBLEA UNIÓN MEXICANA PARA ESTUDIOS DEL CUATERNARIO	Mesa Redonda La Educación en las Ciencias de la Tierra	Sesión: Atmósfera 7 (Métodos Numéricos) Moderador: Gloria Herrera Vázquez
11:30			ATM-24 ANALYSIS OF METEOROLOGICAL FIELDS ERRORS GENERATED BY THE USE OF MAP PROJECTIONS IN MESOSCALE MODELS Marco A. Núñez and Ernesto S. Caetano
11:45			ATM-25 INESTABILIDAD LINEAL DE FLUJOS SIMPLES SOBRE LA ESFERA Ismael Pérez G. y Yuri N. Skiba
12:00			ATM-26 INVERSE METHODS APPLIED TO MASS-CONSISTENT MODELS FOR THE WIND FIELDS Marco A. Núñez, Ernesto S. Caetano and David Castaneda V.
12:15			ATM-27 ASYMPTOTIC ANALYSIS OF MASS-CONSISTENT MODELS Marco A. Núñez
12:30			ATM-28 PECULIARITIES OF THE NORMAL MODE INSTABILITY FOR DIFFERENT TYPES OF THE MODONS ON A SPHERE Yuri N. Skiba
12:45			ATM-29 MAP PROJECTIONS AND TOPOGRAPHY IN ATMOSPHERIC MESOSCALE MODELING Marco A. Núñez
			COMIDA

MIÉRCOLES I

HORA	SALA D	Sesión: Paleomagnetismo Moderador: Böhnell Harald	SALA E	Sesión: Vulcanología 1 Moderador: G. Carrasco Núñez	SALA F	Sesión: Estratigrafía y Sedimentología 2 Moderador: Armando Altamira Areyán
09:00	PALMAG-01	ESTUDIOS PALEOMAGNETICOS EN LAVAS MAFICAS TERCARIAS DEL SECTOR CENTRAL-NORTE DEL CINTURON VOLCANICO MEXICANO, QUERETARO Escanero-Figueroa Antonio A., Aguirre-Diaz Gerardo J., Böhnell Harald y Molina-Garza Roberto	VUL-01	CARACTERIZACIÓN DE UN DEPÓSITO DE BRECHA CO-IGNIMBRITICA DE REZAGO EN EL ARROYO EL JUACHIN, SIERRA DE SAN MIGUELITO, S.L.P., MÉXICO Guillermo Labarthe-Hernández, Martín Gómez-Anguiano, José Ramón Torres-Hernández y Gerardo Aguirre-Díaz	ES-11	DINOFLAGELADOS Y SECUENCIAS DEL NEÓGENO EN EL POZO CHAC MOOL 1, SONDA DE CAMPECHE Aarón Del Valle Reyes
09:15	PALMAG-02	NUÉVAS APORTACIONES A LA MAGNETOESTRATIGRAFÍA DEL PERMO-CARBONÍFERO: ESTUDIO DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DE SAN SALVADOR PATLANOAYA (MÉXICO) Luis M. Alva-Valdivia, Avto Gogitchaichvili, Manuel Grajales-Nishimura, Antonio Flores de Dios, Jaime Urrutia-Fucugauchi, Carmen Rosales and Juan Morales	VUL-02	ZONEAMIENTO COMPOSICIONAL DE LA IGNIMBRITA ZARAGOZA, DERIVADA DE LA CALDERA DE LOS HUMEROS, MÉXICO Carrasco-Núñez G. y Branney M.J.	ES-12	PLATAFORMAS CARBONATADAS EN AMBIENTES DE ARCOS VOLCÁNICOS DEL CRETÁCICO INFERIOR EN EL TERRENO GUERRERO, SUR DE MÉXICO Martín Guerrero Suastegui y Joel Ramírez Espinosa
09:30	PALMAG-03	REVERSED INTERVAL WITHIN THE CRETACEOUS NORMAL SUPERCHRON IN THE UPPER MORELOS FORMATION (MEXICO): GEOMAGNETIC FIELD BEHAVIOUR OR REMAGNETIZATION? Roberto Molina, Harald Böhnell, Carmen Rosales Dominguez and Teodoro Hernandez	VUL-03	OLEADAS PIROCLÁSTICAS PRODUCIDAS DURANTE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHICHÓN EN 1982: RESULTADOS PRELIMINARES Teresa Scolamacchia Ruffino y José Luis Macías Vasquez	ES-13	FACIES, PALEOAMBIENTES Y PALEOCLIMAS DEL PALEOCENO - EOCENO DE LA ZONA NORTE DE TIERRA CALIENTE, ESTADOS DE MICHOACÁN Y GUERRERO Armando Altamira Areyán, Enrique Martínez Hernández y Elena Centeno García
09:45	PALMAG-04	PALEOMAGNETIC RECORD OF OBSIDIANS Harald Böhnell, Gerardo Aguirre, Roberto Molina and Antonio Escanero	VUL-04	ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO Y SEDIMENTOLÓGICO DE LA SECUENCIA DE LA PÓMEZ BLANCA, VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA Karina Elizabeth Cervantes de la Cruz y José Luis Macías Vázquez	ES-14	CONGLOMERADOS ROJOS DEL CENTRO DE MÉXICO Y VULCANISMO ASOCIADO: INDICADORES DE EXTENSIÓN EPISÓDICA DURANTE EL TERCARIO TEMPRANO Y MEDIO Torres-Hernández J.R., Tristán-Gonzalez M., Labarthe-Hernández G., López-Doncel R., Aranda-Gomez J.J., McDowell F., Ortega A., Vasallo L. y Solorio J.G.
10:00	PALMAG-05	THE POTENTIAL OF MAAR LAKES FROM VALLE DE SANTIAGO VOLCANIC FIELD, MEXICO, FOR GEOMAGNETIC SECULAR VARIATION AND PALEOCLIMATE STUDIES: PRELIMINARY RESULTS Roberto S. Molina Garza, Harald Böhnell, Román Pérez, and Antonio Escanero	VUL-05	HISTORIA ERUPTIVA DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA DURANTE EL PLEISTOCENO TARDÍO-HOLOCENO Arce J.L., Macías J.L., García-Palomo A. y Capra L.	ES-15	NUÉVOS CONCEPTOS SOBRE LA RELACIÓN DE SUELOS ROJO Y LA TECTÓNICA DE CENTRO Y OESTE DE MÉXICO John A. Randall Roberts
10:15	PALMAG-06	ON THE OLDEST HUMAN OCCUPATION IN EUROPE: PALEOMAGNETIC CONSTRAINTS Avto Gogichalshvili and Josep Pares	VUL-06	MAPA DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, MÉXICO Capra L., Arce J.L., Macías J.L. y García Palomo A.	ES-16	DEPÓSITOS MASIVOS DEL PLEISTOCENO TARDÍO ASOCIADOS AL COLAPSO DEL FLANCO SUR DEL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA (COLOMBIA) Bernardo Pulgarín, José Luis Macías y Héctor Cepeda
10:30	PALMAG-07	SOBRE EL USO DE CURVAS TERMOMAGNÉTICAS EN PALEOMAGNETISMO: ÉNFASIS A LA DESMAGNETIZACIÓN DE BAJAS TEMPERATURAS Juan Morales y Avto Gogichalshvili	VUL-07	MECANISMO DE EMPLAZAMIENTO DE FLUJOS DE LAVA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN IGNACIO - SAN JOSÉ DE GRACIA, BAJA CALIFORNIA SUR, DEDUCIDO A PARTIR DE MEDICIONES DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA (ASM) Edgardo Cañón-Tapia	ES-17	NUÉVA LOCALIDAD DEL PALEOZOICO SUPERIOR AL NOROESTE DE ACATLÁN, PUEBLA Joel Ramírez, Antonio Flores, Blanca Buitrón, Alicia Silva y Daniel Vachard
10:45	PALMAG-08	CARACTERÍSTICAS DEL GEODINAMO SIGUIENDO INVERSIONES O EXCURSIONES GEOMAGNETICAS: MEDIANTE DATOS DE PALEOINTENSIDAD ABSOLUTA A. Gogitchaichvili, P. Camps y J. Urrutia-Fucugauchi	RECESO CAFÉ		ES-18	PALINOESTRATIGRAFÍA Y AMBIENTES DE LA FM. COAYUCA, IZUCAR DE MATAMOROS Martínez-Hernández Enrique y E. Ramírez-Arriaga

11:00	PALMAG-09 RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE PALEOINTENSIDAD EN ROCAS VOLCÁNICAS CRETÁCEAS DEL ARCO VASCO (PAÍS VASCO, ESPAÑA) Manuel Calvo Rathert, Avto Gogitchaichvili, Julia Cuevas Urionabarrenetxea, José María Tubía Martínez y Aitor Aranguren Iriarte
11:15	PALMAG-10 A NEW SYSTEM FOR DETERMINATION OF PALEOINTENSITIES: THE MICROWAVE SYSTEM IN THE PALEOMAGNETIC LABORATORY OF THE UNICIT, CAMPUS JURIQUILLA, UNAM Harald Böhm, Derek Walton and John Shaw
11:30	PALMAG-11 ESTUDIO PALEOMAGNETICO DE LOS CAMPOS DE SAN IGNACIO Y SAN JOSÉ DE GRACIA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO Raquel Negrete Aranda y Edgardo Cañón Tapia

MIÉRCOLES I

HORA	SALA D
11:15	
11:30	
11:45	
12:00	
12:15	
12:30	
12:45	
13:00	

SALA E	Sesión: Vulcanología 2	Moderador: Yuri Taran
VUL-08	MONITOREO DE LA DEFORMACIÓN DEL VOLCÁN DE COLIMA DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD DE 1998 Hydyn Santiago Jimenez, Juan Jose Ramirez R. y Eliseo Alatorre Chavez	
VUL-09	INICIO DE MONITOREO SÍSMICO DEL VOLCÁN DE COLIMA EN EL OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA Armando Téllez, Tonatihu Domínguez y Vyacheslav Zobin.	
VUL-10	PRELIMINARY RESULTS FROM THE SOIL GAS SURVEY AT COLIMA VOLCANO Yuri Taran, Juan Carlos Gavilanes and Nickolas Varley	
VUL-11	DIFUSIÓN RECTIFICADA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL DEBIDO AL SISMO DE MW=7.0 DEL 15 DE JUNIO DE 1999 Pérez Campos Nahúm y Valdés González Carlos	
VUL-12	VARIACIÓN DE MECANISMOS FOCALES DE SISMOS VOLCANO-TECTÓNICOS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL Carlos Valdés González	
VUL-13	VOLCANIC TREMOR AT POPOCATÉPETL VOLCANO Munehisa Sawada, Servando De la Cruz Reyna, Carlos Vardes González, Esteban Ramos Jimenez, Alicia Martínez Bríngas, Enrique Guevara Ortiz and Roberto Quaaas Weppen	
VUL-14	UN MODELO FÍSICO DE CÁMARA MAGMÁTICA PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS CAMBIOS PREMONITORIOS EN SÍSMICIDAD Y DEFORMACIÓN ESPERADOS EN VOLCANES ACTIVOS Espíndola J.M., Macías J.L. y Godínez Ma de Lourdes	
COMIDA		

MIÉRCOLES I

HORA	SALA D
16:00	
18:00	

SALA E	ASAMBLEA	UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
	ASAMBLEA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA	

SALA F	Sesión: Geología del Petróleo 1	Moderador: Samuel Eguliz de Antuñano
GP-01	MÉTODO DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA Y SU APLICACIÓN A YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS EN LAS CUENCAS DE BURGOS Y SABINAS, NORESTE DE MÉXICO Samuel Eguliz de Antuñano	
GP-02	BASE DE DATOS, ÉXITO O FRACASO DE CUALQUIER EMPRESA Ernesto Del Angel Gonzalez y Marcos Guler	
GP-03	ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOFÍSICO APLICADO A LOS SEDIMENTOS DEL OLIGOCENO, EN LA CUENCA DE TAMPICO-MISANTLA Trujillo Alcántara Alfredo, Diego Orozco Arturo, Ramírez Cruz Luis C. y Tellez Flores Rene A.	
GP-04	PROBABLES NUEVAS PROVINCIAS PETROLERAS DEL NOROESTE DE MÉXICO Rafael Rodríguez Torres	
GP-05	DELIMITACIÓN EN 2-D DE UN YACIMIENTO PETROLERO AL SURESTE DE MÉXICO A PARTIR DE ATRIBUTOS SÍSMICOS DE REFLEXIÓN G. Pardo Castro y William L. Bandy	
COMIDA		

HORA	SALA A	SALA B	SALA C
	Sesión: Geología Estructural y Tectónica 1 Moderador: J.L. Rodríguez Castañeda	Sesión: Simposio sobre el Centro de México 1 Moderador: Luca Ferrari	Sesión: Oceanografía Física 1 Moderador: Juan H. Gaviño R.
09:00	GET-01 ANÁLISIS DEL FRACTURAMIENTO EN LA DEFORMACIÓN DEL ÁREA DE SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO Sergio Yussim y Gustavo Tolson	SRSCM-01 INEXISTENCIA DEL "TERRENO GUERRERO" EN LOS ESTADOS DE ZACATECAS Y SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO Ernesto Cuevas-Pérez, Walter Vortisch y Lino Larraga Rodríguez	OCE-01 ESTUDIO SOBRE ONDAS ESTACIONARIAS EN AGUA DE MÁXIMA ALTURA Y SU ROMPIMIENTO EN EL CASO DE LA RESONANCIA DE FARADAY C. Lizarraga Celaya y S. Sekerzh-Zenkovich
09:15	GET-02 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE GENERACIÓN DE UNA ESTRUCTURA CABALGANTE, EJEMPLO LA CABALGADURA DE LA SIERRA DEL DOCTOR EN QUERÉTARO J.J. Valencia Islas, R. Hernandez Jauregui y V. Gonzalez Casildo	SRSCM-02 ÚLTIMOS DATOS PARA LA CORRELACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE LAS SECUENCIAS TRIÁSICAS DEL CENTRO Y NORESTE DE MÉXICO Jose Rafael Barboza Gudino	OCE-02 LABORATORY STUDY OF THE GULF OF MEXICO-CARIBBEAN BASIN CIRCULATION Sergey N. Bulgakov, Nikolay P. Bulgakov and Alejandro Martínez Z.
09:30	GET-03 HYDROGEOLOGIC AND TECTONIC INTERRELATIONS OF CENTRAL MEXICO RED CONGLOMERATES Jesús Nájera-Garza	SRSCM-03 EL FRACTURAMIENTO EN LA REGIÓN DE TAMAZUNCHALE, S.L.P. Jorge Jaime Mengelle López	OCE-03 ON STEEP STANDING GRAVITY WAVES S.Ya. Sekerzh-Zenkovich, G.A. Bordakov, I.K. Shingareva and V.A. Kalinitchenko
09:45	GET-04 LAS MEGACIZALLAS DEL SUR Y ESTE DE MÉXICO: IMPLICACIONES EN LA SISMICIDAD Y VOLCANOLOGÍA ACTUALES Jaime Rueda-Gaxiola	SRSCM-04 LA SECUENCIA VOLCÁNICA DE LA MARGEN NOROCCIDENTAL DEL CERRO LA VIRGEN, ZACATECAS, UNA APROXIMACIÓN Escalona-Alcázar F.J., Núñez-Peña E.P., Robles-Berumen H. y Maquez-Tejada M.	OCE-04 ON ANALYTICAL MODELING OF TSUNAMI WAVES S. Sekerzh-Zenkovich, I. Shingareva and R. Gonzalez G.
10:00	GET-05 ESTRATIGRAFÍA Y DEFORMACIÓN EN EL SECTOR CENTRAL DE LA SIERRA DE ZACATECAS Olvera-Carranza K.P., Centeno-García E. y Chávez-Cabello G.	SRSCM-05 K-AR CONSTRAINTS ON THE TECTONOMAGMATIC EVOLUTION OF THE PINOS VOLCANIC COMPLEX, ZACATECAS, MÉXICO J.J. Aranda, F. W. McDowell, L.F. Vassallo, M.A. Ortega and J.G. Solorio	OCE-05 NUMERICAL SIMULATION OF THE EVOLUTION OF TOPOGRAPHICAL VORTEXES IN A COASTAL TIDAL CURRENT Vyacheslav G. Makarov and Guillermo Martínez Flores
10:15	GET-06 ANÁLISIS DE UNA SECCIÓN GEOLÓGICA EN LA REGIÓN ARCAHÚZ-CULEBRA DE LA CUENCA DE BURGOS, NE DE MÉXICO Arturo Ortiz Ubilla y Gustavo Tolson Jones	SRSCM-06 PROCESOS DE FUSIÓN CORTICAL EN DESEQUILIBRIO ASOCIADOS A EXTENSION OLIGOCÉNICA EN LA MESA CENTRAL Orozco-Esquivel M.T., Nieto-Samaniego A.F. y Alaniz-Alvarez S.A.	OCE-06 SOLUCIONES NUMÉRICAS DE LA ECUACIÓN DE VORTICIDAD BAROTRÓPICA APLICADA AL GOLFO DE MÉXICO E.E. Villanueva, V.M. Mendoza y J. Adem
10:30	GET-07 EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE UNA DEFORMACIÓN POR GRAVEDAD EN EL NORESTE DE SONORA, MÉXICO Rodríguez-Castañeda J.L., García y Barragán J.C., y Anderson T.H.	SRSCM-07 GENERATION OF OIB-TYPE VOLCANISM IN THE WESTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT BY SLAB ROLLBACK, ASTHENOSPHERE INFILTRATION AND VARIABLE FLUX-MELTING Luca Ferrari, Chiara M. Petrone and Lorella Francalanci	OCE-07 ¿ES LA HIDRODINAMICA EN EL DELTA DEL RIO COLORADO RESPONSABLE DE LA FORMACION DE LAS ISLAS MONTAGUE Y GORE? Noel Carbajal y Yovani Montaño
10:45	RECESO CAFÉ	SRSCM-08 INTRA-PLATE TYPE MAGMATISM IN THE SAN PEDRO-CEBORUCO GRABEN (NAYARIT, MEXICO) Chiara M. Petrone, Lorella Francalanci, Richard W. Carlson and Luca Ferrari	OCE-08 SOBRE DOS MODOS DE RESONANCIA DEL OCEANO MUNDIAL EN UNA RESOLUCION DE 1º Juan H. Gaviño R., Wilfried Zahel y Ulrike Seiler
11:00		RECESO CAFÉ	RECESO CAFÉ

JUEVES 2

SALA A		SALA B		SALA C	
Sesión: Geología Estructural y Tectónica 2 Moderador: C.A. Mortera Gutiérrez		Sesión: Simposio sobre el Centro de México 2 Moderador: Gerardo J. Aguirre Díaz		Sesión: Oceanografía Física 2 Moderador: Juan Adolfo Dworak Robinson	
11:15	GET-08 SCALES OF SEGMENTATION OF THE SIERRA JUAREZ ESCARPMENT AND MECHANICAL EVOLUTION OF MESA TRIANGULAR SYNTHETIC ACCOMMODATION ZONE, NE BAJA CALIFORNIA, MEXICO Ramón Mendoza-Borunda, Gary J. Axen, John M. Fletcher and Francisco Suárez-Vidal	SRSCM-09 GEOQUÍMICA DE LA CALDERA DE AMAZCALA, QUERÉTARO. UN CENTRO PERALUMINOSO-PERALCALINO DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO Aguirre-Díaz Gerardo J., Morton-Bermea Ofelia y Lozano-Santa Cruz Rufino	OCE-09 CONDICIONES HYDRODINAMICAS E HIDROLÓGICAS EN EL COMPLEJO LAGUNAR BAHIA MAGDALENA-ALMEJAS, B.C.S. DURANTE LA PRIMAVERA DEL 2000 O. Zaytsev, F. Salinas González, C. Turrent Thompson y M. Saldivar Reyes		
11:30	GET-09 QUATERNARY SLIP ACROSS THE BAJA-PACIFIC PLATE MARGIN: BAHIA MAGDALENA AND THE SOUTHWESTERN BORDERLAND OF BAJA CALIFORNIA Fletcher J.M., Eakins B.W., Sedlock R.L., Mendoza-Borunda R., Walter R.C., Edwards R.L. and Dixon T.H.	SRSCM-10 LA CALDERA DE APASEO, GUANAJUATO. GEOLOGIA Y GEOCRONOLOGIA DE UNA NUEVA CALDERA EN EL SECTOR CENTRAL DEL CINTURON VOLCANICO MEXICANO Aguirre-Díaz Gerardo J. y Lopez-Martínez Margarita	OCE-10 VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE PARÁMETROS FOTOSINTÉTICOS DEL FITOPLANCTON DE LAGUNAS COSTERAS SUBTROPICALES Martín A. Montes-Hugo y Saúl Alvarez-Borrego		
11:45	GET-10 PLATE BOUNDARY STRUCTURES OF THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA J.M. Stock, P. Persaud, A. Martín-Barajas, M. Steckler and A. Gonzalez-Fernandez	SRSCM-11 Estratigrafía volcánica de la región de Apan, Hidalgo García-Palomo Armando y Macías, V.J.L.	OCE-11 LA MAREA EN LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA Juan Adolfo Dworak-Robinson y José Gómez-Valdés		
12:00	GET-11 IMPLICACIONES TECTÓNICAS AL NORTE DE LA CORDILLERA DE MÉRIDA A PARTIR DE MECANISMOS FOCALES, MÉRIDA, VENEZUELA José Choy, Christi Palme y Maria Morandi	SRSCM-12 EVOLUCIÓN VOLCÁNICA DE LA CALDERA DE ACOCHILCO, PUEBLA, SECTOR ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO López-Hernández Aida, Aguirre-Díaz Gerardo J. y López-Martínez M.	OCE-12 LA CIRCULACION DE LA BRIZA EN EL LAGO DE CHAPALA, MEXICO Tereshchenko I.E., Filonov A.E., Monzon C.O. y Cruz R.C		
12:15	GET-12 THE PACIFIC MARGIN OF COSTA RICA RECORDS A LONG HISTORY OF SUBDUCTION EROSION—EVIDENCE AND THOUGHTS ABOUT TECTONIC PROCESSES GOVERNING THE EVOLUTION OF THE MIDDLE AMERICA MARGIN David W. Scholl, Paola Vannucchi and Martín Meschede	SRSCM-13 GEOLOGÍA PRELIMINAR DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS DEL BASAMENTO DEL MACIZO DE TEZIUTLÁN Edgar Angeles Moreno, Salvador Sánchez Martínez y Elena Centeno García	OCE-13 EL ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES INSTRUMENTALES DE LOS PROCESOS TERMOHIDRODINÁMICOS EN EL LAGO ALCHICHICA, MÉXICO Anatolyy Filonov y Javier Alcocer		
12:30	GET-13 SEABEAM IMAGES ALONG THE INNER SLOPE OF THE MIDDLE AMERICA TRENCH — OFFSHORE THE MICHIOACAN, GUERRERO AND OAXACA STATES C.A. Mortera-Gutiérrez, N.G. Pislis, A.C. Mix, C. Goldfinger, M.W. Lyle, L.M. Liberty, A. Molina-Cruz and L. Pérez-Cruz	SRSCM-14 CARTOGRAFIA GEOLÓGICA EN EL EXTREMO SURORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA Hernández Láscaras Delfino	OCE-14 SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA Isabel Ramírez		
12:45	GET-14 COCOS PLATE, TRENCH AXIS, AND NEAR TRENCH ACCRETIONARY PRISM STRUCTURE OFF GUERRERO AND OAXACA Nancy Kanjorski and LeRoy Dorman	COMIDA	OCE-15 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS EN LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA DE TRES LAGUNAS COSTERAS DE BAJA CALIFORNIA SUR Guillermo Gutiérrez de Velasco Sanromán		
13:00	COMIDA		OCE-16 MODELO DE BALANCE DE SAL Y MASA PARA EL MANEJO DE UNA LAGUNA COSTERA MEDIANTE UN SISTEMA DE BOMBEO POR ENERGÍA DE OLEAJE S. Czitrom y I. Penié		
13:15			COMIDA		

SALA A		SALA B		SALA C	
Sesión: Geología Estructural y Tectónica 3 Moderador: Tomás Cossio Torres		ASAMBLEA ASOCIACIÓN MEXICANA DE GEÓLOGOS PETROLEROS, A.C.		Sesión: Oceanografía Física 3 Moderador: J. Candela	
16:00	GET-15 AN INTERPRETATION OF SUBDUCTION ZONE DYNAMICS USING GPS OBSERVATIONS: WHAT POSTSEISMIC DEFORMATION MIGHT TELL US ABOUT FAULT SLIP Wallis Hutton, Chuck DeMets, Osvaldo Sanchez, Joann Stock and Gerardo Suarez			OCE-17	ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL EN EL MAR DE ALBORAN (MEDITERRANEO OCCIDENTAL) MEDIANTE IMÁGENES SAR/ERS-1 Y DATOS DE CAMPO Bernardo Shirasago, Maclovio Obeso-Nieblas y Laura Sanchez
16:15	GET-16 ANÁLISIS DE PALEOESFUERZOS UTILIZANDO FALLAS EN LA PARTE NORTE DE LA CURVATURA DE MONTERREY Cossio-Torres T., Chávez-Cabello G. y Peterson-Rodríguez R.H.			OCE-18	EXPRESIONES DE LA DINÁMICA SUPERFICIAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO, EN IMÁGENES DEL RADAR DE APERTURA SINTÉTICA Asdrubal Martínez Díaz de León
16:30	GET-17 DETERMINACIÓN DE PALEOESFUERZOS EN LOS CAÑONES DE LA CASITA, TANQUE NUEVO Y BOCA DE DOMINGO EN EL ANTICLINORIO DE PARRAS, COAHUILA, MÉXICO Rolando Heberto Peterson Rodríguez y Odranoel Quintero Legorreta			OCE-19	DINÁMICA MESOESCALAR EN LAS INMEDIACIONES DE UN CAÑON SUBMARINO LOCALIZADO EN EL MAR CATALAN (MEDITERRANEO OCCIDENTAL) Bernardo Shirasago, Maclovio Obeso-Nieblas y Laura Sanchez
16:45	GET-18 ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE FALLAS DE QUERÉTARO, QRO. Reyes-Zaragoza M.A., Alaniz-Álvarez S.A. y Nieto- Samaniego A.F.			OCE-20	CLASIFICACIÓN DE RASGOS OCEANOGRÁFICOS EN IMÁGENES DEL RADAR DE APERTURA SINTÉTICA UTILIZANDO REDES NEURONALES M.A. Pérez-Chavarría y A. Martínez Díaz de León
17:00	GET-19 LAS ESTRÍAS COMO INDICADORES DE LA ACTIVIDAD SIMULTÁNEA DE FALLAS INTERACTUANTES Alaniz-Álvarez S.A., Nieto-Samaniego A.F., Morán-Zenteno D.J. y Reyes-Zaragoza A.			OCE-21	OBSERVACIONES DE CORRIENTES DE MAREA EN EL CANAL DE YUCATAN Fatima Carrillo, Jose Ochoa, Julio Candela e Ignacio Gonzalez
17:15	GET-20 APLICACIÓN DE LA TESELAÇÃO DELAUNAY PARA LA ESTIMACIÓN DE DISTORSIÓN EN ROCAS DEFORMADAS Alejandra Aguilar Hernández, Gustavo Tolson			OCE-22	CANEK: EXCHANGE THROUGH THE YUCATAN CHANNEL Candela J., J. Sheinbaum, J. Ochoa and A. Badan
17:30	GET-21 REVIEW ON DYNAMICS OF GRANITIC ASCENT, TRANSPORTATION AND EMPLACEMENT Xu Shunshan			OCE-23	DINÁMICA DE LOS FLUJOS EN EL CANAL DE COZUMEL Chávez G., J. Candela y J.L. Ochoa
17:45				OCE-24	BALANCES DE CALOR Y SAL EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA V. Godínez y M.F. Lavín
18:00				OCE-25	VARIABILIDAD DE FRECUENCIAS BAJAS DE LA CIRCULACIÓN GENERAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA S.G. Marinone

JUEVES 2

HORA	SALA D	SALA E	SALA F
	Sesión: Geohidrología 1 Moderador: Rogelio Vázquez González	Sesión: Geoquímica y Petrología 1 Moderador: Pedro Vera Sánchez	Sesión: Geología del Petróleo 2 Moderador: Demetrio Santamaría
09:00	GEOH-01 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA Gabriel Salinas Calleros	GEOQP-01 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LAS SALMUERAS DEL YACIMIENTO PETROLERO DEL ACTIVO DE PRODUCCIÓN LUNA, TABASCO, MÉXICO P. Birkle y A.L. Cid Vázquez	GP-06 HYDROCARBON TRAPS IN RELAY RAMPS OF EN ECHELON NORMAL FAULTS: A NEW EXPLANATION ABOUT THE ORIGIN OF THE FLYING FOAM STRUCTURE IN JEANNE D'ARC BASIN, OFFSHORE NEWFOUNDLAND Juan Contreras
09:15	GEOH-02 OCURRENCIA DE LLUVIAS CICLÓNICAS Y SU INFLUENCIA EN LA RECARGA DEL ACUÍFERO DE SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR Fernando Lara y Iris Neri	GEOQP-02 COMPONENTES SEDIMENTARIOS DEL NORTE GOLFO DE CALIFORNIA: GEOQUÍMICA INORGÁNICA S.E. Ramos Sánchez, L.W. Daesslé, J.D. Carriquiry y V.F. Camacho-Ibar	GP-07 EVOLUCIÓN DE LA SUBSIDENCIA EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES) Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
09:30	GEOH-03 MODELO HIDROGEOLÓGICO DEL YACIMIENTO PETROLERO DEL ACTIVO DE PRODUCCIÓN LUNA, TABASCO P. Birkle, E. Portugal, J.J. Rosillo Aragón y J.L. Fong Aguilar	GEOQP-03 GEOQUÍMICA DE LOS ELEMENTOS MAYORES Y TRAZA EN LOS SEDIMENTOS DE AMBIENTES HIPERSALINOS (ESTANQUES DE CONCENTRACIÓN DE LA EXPORTADORA DE SAL, GUERRERO NEGRO, B.C.S.) Zaraté-Del Valle P.F., Israde I., Solana-Espinosa G., Sapozhnikov D., Godínez Orta L., Smith R., Windom H., Derkachev A. y Rodríguez Figueroa G.	GP-08 RANGOS DE SEDIMENTACIÓN EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES) Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
09:45	GEOH-04 UTILIZACIÓN DE MEDIDORES DE NIVEL PIEZOMÉTRICO DE REGISTRO CONTINUO EN LA ZONA DEL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO PRIETO; RESULTADOS PRELIMINARES Rogelio Vázquez González, Rufino J. García López y Jose Ruben Campos Gaytan	GEOQP-04 ELEMENTOS TRAZA EN EL AMBIENTE SEDIMENTARIO DEL COMPLEJO LAGUNAR BAHÍA MAGDALENA-BAHÍA ALMEJAS, B.C.S. MEXICO Rodríguez-Meza G., E. Shumilin, D. Sapozhnikov, S. Lutsarev y V.R. Magallanes	GP-09 EVOLUCIÓN LITOSTRATIGRÁFICA EN EL NORESTE DE LA SONDA DE CAMPECHE (RESULTADOS PRELIMINARES) Jaime de Jesús Mandujano Velásquez
10:00	GEOH-05 UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA AL MÉTODO DEL SISTEMA DIFERENCIAL PARA ACUÍFEROS LIBRES Rogelio Vázquez G., Miguel Angel Moreles y Fernando Avila M.	GEOQP-05 METALES PESADOS EN LOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL DISTRITO MINERO DE SANTA ROSALIA, B.C.S. Rodríguez Figueroa G., Shumilin E., Morton Bermea O., Lounejeva Baturina E., Hernández E., Sapozhnikov D. y Kot F.	GP-10 LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO Y EL IMPACTO ECONÓMICO PARA MEXICO Arellano-Gil J., Charles-Galindo M. y Morales-Barrera W.
10:15	GEOH-06 VARIACIONES ESPACIALES EN LA TRANSMISIVIDAD DEL SISTEMA ACUÍFERO DE GUASAVE SINALOA Norzagaray-Campos, Herrera-Barrientos, Muñoz-Sevilla, Ochoa-Loza1, María Ladrón de Guevara, Sanz-Ramos, Díaz-Arredondo, Monroy-Contreras y Verduzco-Heredia	GEOQP-06 GEOCHEMISTRY OF SHALLOW SEDIMENTS AT CHAPALA LAKE, WESTERN MEXICO (ECOS M95U01 AND SIMORELOS 970306003 PROJECTS) Zarate-Del Valle P.F., Israde I., Solana-Espinosa G., Parron C., Ramirez-Sanchez H.U., Michaud F., Fernex F. and De Anda J.	RECESO CAFÉ
10:30	GEOH-07 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA CON PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DEL ACUÍFERO DE BOCA ABIERTA, GUYAMAS, SONORA Marco Antonio Gutiérrez R., Rodrigo Gonzalez E. y Armando Canales E.	GEOQP-07 LÍMITE DEL CRATÓN NORTEAMERICANO EN EL NW DE MÉXICO A PARTIR DE ISÓTOPOS DE SR Y ND EN ROCAS GRANÍTTICAS Martín Valencia Moreno	
10:45	RECESO CAFÉ	GEOQP-08 AFINIDADES GEOQUÍMICA Y TECTÓNICA DEL BASAMENTO EN EL BLOQUE DE YUCATÁN Pedro Vera Sánchez	
11:00		RECESO CAFÉ	

HORA	SALA D		SALA E		SALA F	
	Sesión: Geohidrología 2		Sesión: Geoquímica y Petrología 2		Sesión: Estudios del Cuaternario 1	
	Moderador: Héctor Luis Macías González		Moderador: Juan Alonso Ramírez		Moderador: Juan Carlos Herguera García	
11:15	GEOH-08	AFTACCIÓN DEL ACUÍFERO CÁRSTICO DE MÉRIDA POR LIXIVIADOS DE DESECHOS MUNICIPALES Roger González Herrera y Ramiro Rodríguez Castillo	GEOQP-09	ESTUDIO GEOQUÍMICO PRELIMINAR DE ROCAS VOLCÁNICAS PRE-OXFORDIANAS DEL CENTRO Y NORESTE DE MÉXICO Martín Gómez-Anguliano y J. Rafael Barboza-Gudino	EC-01	IS THE COAST RISING? EVIDENCE OF HOLOCENE RELATIVE SEA LEVEL CHANGES FROM TIDAL NOTCHES AND MARINE TERRACES IN SOUTHWEST MEXICO María Teresa Ramírez Herrera, Jose Juan Zamorano, Raul Gutierrez Calderon and Jaime Urrutia Fucugauchi
11:30	GEOH-09	MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL DEL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA Rodrigo González Enríquez, Luis Ernesto Marín Stilman y Adrian Ortega Guerrero	GEOQP-10	GEOCHEMISTRY OF THE ROSARITO BEACH FM., NORTHERN BAJA CALIFORNIA L. Forsythe and D. Pyle	EC-02	TERRAZAS MARINAS DEL PLEISTOCENO TARDIO DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO Enrique H. Nava-Sánchez, Robert Douglas, Donn Gorsline, Jorge Méndez-Sánchez, Raúl Miranda-Avilés y Elizabeth Perez Bravo
11:45	GEOH-10	INVESTIGACION SOBRE LAS POSIBILIDADES DE REINFILTRAR AGUA EN EL VALLE DE ATLIXCO, PUE. Héctor Luis Macías González, Alberto Arias Paz y Martín Vidal García	GEOQP-11	MIGMATITAS EN EL FLANCO ORIENTAL DEL BLOQUE DE LOS CABOS, B.C.S., MÉXICO Jose Antonio Perez Venzor	EC-03	GEOMORFOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE UNA PORCIÓN DE LA COSTA SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO Janette M. Murillo de Nava, Enrique H. Nava Sánchez, Alberto León Manilla, Lucio Godínez Orta y Vera Camacho Valdéz
12:00	GEOH-11	PREDICCIONES NUMÉRICAS DE LOS HUNDIMIENTOS REGIONALES DE CHALCO, DISTRITO FEDERAL Y ESTADO DE MÉXICO Ortega-Guerrero Marcos Adrián	GEOQP-12	PLUTONISMO TERCIARIO DE LA CUENCA TLAXIACO OAXACA: PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA Jorge Jacobo Albarrán	EC-04	ANÁLISIS FAUNÍSTICO Y DISTRIBUCIÓN DE FORAMINÍFEROS BÉNTICOS EN AMBIENTES EXTREMOS PERTENECIENTES A DOS PROVINCIAS OCEANOGRÁFICAS: CORRIENTE DE CALIFORNIA Y GOLFO DE CALIFORNIA Ana Bertaud de León y Juan Carlos Herguera García
12:15	GEOH-12	MODELO DE PLANEACIÓN PARA EL MANEJO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MEDIANTE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN-SIMULACIÓN Salvador Díaz Maldonado	GEOQP-13	CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS TERCIARIAS DE LA REGIÓN CENTRAL-SURORIENTAL DEL ESTADO DE OAXACA Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD TECTÓNICA DEL SUR DE MÉXICO Raymundo G. Martínez-Serrano, Gabriela Solís-Pichardo, Consuelo Macías-Romo y José Luis Jiménez-Mendoza	EC-05	ESTUDIO PALEOCEANOGRÁFICO Y GEOQUÍMICO EN LOS SEDIMENTOS LAMINADOS DEL HOLOCENO DE LA BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA Ligia Pérez-Cruz, Adolfo Molina-Cruz y Angel Callejón-Giménez
12:30	GEOH-13	NUEVAS APORTACIONES PARA EL ENTENDIMIENTO DEL MODELO HIDROGEOLOGICO DE LA COSTA DE HERMOSILLO, UTILIZANDO ISOTOPOS AMBIENTALES (O-18; D) Y FECHAMIENTO DE AGUA (C-14) Rangel-Medina Miguel, Valenzuela Luis Herman y Cortés Alejandra	COMIDA		EC-06	HISTORIA DE LA DEPOSITACION DE SEDIMENTOS BIOGENICOS EN LA CUENCA DE LA PAZ A PARTIR DE LOS CONTENIDOS DE CARBONO Y OPALO EN DOS NUCLEOS DE CAJA Gladys Bernal y Juan Carlos Herguera
12:45	GEOH-14	ESTUDIOS DE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN EL VALLE DE GUASAVE, SINALOA MEDIANTE EL MÉTODO EM-34 J. Herrera B. y M. Norzagaray Campos			EC-07	APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR, EN REGISTROS DE ALTA RESOLUCIÓN DE LA CUENCA DE SAN LÁZARO Beatriz Contreras Ruiz Esparza y Juan Carlos Herguera García
13:00	COMIDA				EC-08	EVOLUCIÓN DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA EN LOS ÚLTIMOS DOS SIGLOS CON BASE EN EL REGISTRO MICROPALAEONTOLOGICO Machain-Castillo Ma. Luisa, Molina-Cruz Adolfo, Bernal Rocío Guadalupe y Herguera Juan Carlos

JUEVES 2

HORA	SALA D		SALA E		SALA F	
	Sesión: Geohidrología 3 Moderador: L. Flores		Sesión: Geoquímica y Petrología 3 Moderador: R.M. Prol-Ledezma		Sesión: Estudios del Cuaternario 2 Moderador: Margarita Caballero	
16:00	GEOH-15	MODELADO GEOFÍSICO DE DOS ACUÍFEROS RELACIONADOS CON EL RÍO GUANAJUATO J.A. Randall Roberts y I.E. Torres Jaime	GEOQP-14	CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE LAS LAVAS DE LA FISURA "LAS CORONAS", PUNTA MITA, NAYARIT Arana-Salinas L., Prol-Ledezma R.M. y Cruz-Ocampo J.C.	EC-09	CAMBIOS EN LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA DE LAS AGUAS INTERMEDIAS A ESCALA GLACIAL INTERGLACIAL: REGISTROS DEL PACÍFICO NORTE Juan Carlos Herguera, Adolfo Molina-Cruz y María Luisa Machain del Castillo
16:15	GEOH-16	CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA PRELIMINAR DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ETLA, OAX L. Flores, R. Chávez, A. Tejero, J. Urbieta, O. Campos, J. Herrera, S. Belmonte y M. Norzagaray	GEOQP-15	ESTUDIO PRELIMINAR PETROGRÁFICO Y DE INCLUSIONES FLUÍDAS EN VENTILAS HIDROTÉRMICAS, PUNTA MITA, MÉXICO Rubio-Ramos M.A. y Prol-Ledezma R.M.	EC-10	LATE HOLOCENE CLIMATE CHANGE AND MESOAMERICAN PREHISTORY Roger Byrne
16:30	GEOH-17	ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL ÁREA DE JIMENEZ - CAMARGO, CHIHUAHUA (AVANCE A 2000): MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO Y GEOQUÍMICA Miguel Rojo Ochoa, Rafael Chávez Aguirre, Jaime H. Urrutia Fucugauchi, Ofelia Morton Bermea, Luis M. Alva Valdivia, Elizabeth Hernández Álvarez y Rosario Gil Arras	GEOQP-16	COMPORTAMIENTO ISOTÓPICO Y GEOQUÍMICO DEL CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO DE TENANGO, ESTADO DE MÉXICO (REGIÓN OCCIDENTAL DE LA SIERRA CHICHINAUTZIN) Raymundo G. Martínez-Serrano, Gabriela Solís-Richardo, Ma. del Sol Hernández-Bernal, Teodoro Hernández-Treviño y Juan Julio Morales-Contreras	EC-11	SHORT TERM CLIMATIC CHANGE IN LAKE SEDIMENTS FROM LAKE ALCHICHICA, CUENCA DE ORIENTAL, MÉXICO Margarita Caballero, Francisco Valadez, Beatriz Ortega, Jose Luis Macias and Yoko Suglura
16:45	GEOH-18	HYDROGEOLOGICAL AQUIFER ASSESSMENT AND K-T REGIONAL TECTONIC EVOLUTION: THE IMPLICATIONS OF THE STRUCTURAL TRENDS OF RED CONGLOMERATES DEPOSITIONAL BASINS, IN CENTRAL MEXICO Jesús Nájera-Garza	GEOQP-17	PROVINCIA ALCALINA ORIENTAL MEXICANA (PAOM): CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES MAGMÁTICAS A TRAVÉS DE ANÁLISIS ISOTÓPICOS Y SU RELACIÓN GEODINÁMICA REGIONAL Ramírez-Fernández J.A., Romer R., Viera-Décida F. y Orozco-Esquivel M.T.	EC-12	FLUCTUACIONES AMBIENTALES EN EL PALEÓLOGO DE ZACAPU A PARTIR DEL REGISTRO DE DIATOMEAS EN EL CUATERNARIO. RESULTADOS PRELIMINARES María Jannet Arias Juárez, Isabel Israde Alcántara.
17:00	GEOH-19	ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA ZONA NO SATURADA EN PARCELAS AGRÍCOLAS. DINÁMICA DEL FLUJO Y PROCESOS HIDROGEOQUÍMICOS Jaime Alonso Reyes López y Antonio Sastre Merlín	GEOQP-18	VULCANISMO ALCALINO DEL CENOZOICO TARDÍO EN LA PORCIÓN CENTRAL DE COAHUILA, MÉXICO Gabriel Valdez y José Jorge Aranda-Gómez	EC-13	PALEOCLIMATIC AND PALEOENVIRONMENTAL STUDY OF PLEISTOCENE-HOLOCENE SEDIMENTS FROM CUITZEO LAKE Isabel Israde Alcántara, J. Urrutia Fucugauchi and V.H. Garduño Monroy
17:15	GEOH-20	RIESGOS DE INUNDACIÓN Y PREVENCIÓN EN EL RÍO LA COMPAÑÍA Y DREN XOCHILCO EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL Héctor L. Macías González, Alberto Arias Paz, y Martín Carlos Vidal G.	GEOQP-19	EXPLORACIÓN GEOQUÍMICA EN XOCHIMILCO Aguiayo Ríos A., Juárez Sánchez F., Flores Ruiz J.H. y Urrutia Fucugauchi J.	EC-14	DINÁMICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES HOLOCÉNICAS EN UN SITIO DE ALTA MONTAÑA DEL CENTRO DE MÉXICO Socorro Lozano-García y Lorenzo Vázquez Selem
17:30	GEOH-21	ISOTOPE HYDROGEOCHEMICAL AQUIFER ASSESSMENT, IN WEST-CENTRAL AGUASCALIENTES STATE, MEXICO (AN ADVANCE REPORT) Jesús Nájera-Garza			EC-15	REGISTRO PALINOLÓGICO EN EL LAGO DE CUITZEO. IMPLICACIONES AMBIENTALES EN LOS ÚLTIMOS 35 KA. A.P. Velázquez Durán Rodrigo, Isradea Alcántara Isabel y Lozano García Ma. Socorro
17:45					EC-16	SALTON SINK (CUENCA SALTÓN), HUNDIÉNDOSE AÚN? OBSERVACIONES DE NIVELACIÓN DE PRIMER ORDEN, GPS Y MAS J. Javier González-García y J. Alejandro González-Ortega

VIERNES 3

HORA	SALA A		SALA B		SALA C	
	Sesión: Geohidrología 4 Moderador: S.I. Belmonte Jiménez		Sesión: Estudios del Cuaternario 3 Moderador: José Rosas Elguera		Sesión: Oceanografía Física 4 Moderador: María Luisa Argote	
09:00	GEOH-22	INDICES DE VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAACHILA, OAXACA Y ELABORACION DE UN SIG PARA SU MANEJO Belmonte-Jiménez S.I., Aragón-Sulik M, Bautista-Belmonte A. y Navarro-Mendoza S.	EC-17	MAGNETISMO AMBIENTAL EN UN PALEOSUELO HOLOCENO DESARROLLADO EN SEDIMENTOS FLUVIALES CENOZOICOS TARDÍOS DE BUENOS AIRES (ARGENTINA) Walther A.M, Orgelira M.J, Favler Dubois, Vásquez C., Bohnel H. y Molina R.	OCE-26	CIRCULACIÓN EN EL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA María Luisa Argote y Felipe Plaza Flores
09:15	GEOH-23	STABLE ISOTOPE HYDROGEOCHEMISTRY AND GROUND PENETRATING RADAR METHODS IN LIMESTONE AQUIFERS, POSSIBLE ASSESSMENTS IN ARID REGIONS OF NORTH-CENTRAL MEXICO Jesús Nájera-Garza	EC-18	ESTUDIO MAGNÉTICO DE ROCAS Y DE PALEOINTENSIDADES DE ALGUNOS VOLCANES MEXICANOS CUATERNARIOS Juan Morales y Avto Gogichaishvili	OCE-27	EFFECTOS DE "EL NIÑO" 1997-1998 SOBRE EL INTERCAMBIO DE MASAS DE AGUA EN EL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA Alberto Amador Buenrostro, María Luisa Argote Espinoza y Patricia Alvarado Graef
09:30	GEOH-24	VULNERABILIDAD ACUÍFERA Y PARAMETRIZACIÓN GEOELÉCTRICA DEL SUBSUELO DE LA EMPRESA COBRE DE MÉXICO, S.A. DE C.V. J.T. Silva García, J.A. Ramos Leal, R. Rodríguez Castillo, S. Ochoa Estrada y R. Mondragón Guzmán	EC-19	ARCHEOMAGNETIC DATING OF LIME-PLASTERS OF CENTRAL MEXICO Y. Hueda-Tanabe, Soler-Arechalde A.M., Caballero-Miranda C., Rebolledo-Vieira M., Urrutia-Fucugauchi J. and Tarling D.H.	OCE-28	EL ENSO (1997-1998) EN LA BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S., MÉXICO Madvio Obeso Nieblas, Bernardo Shirasago Germán, Laura Sánchez Velasco y Ángel R. Jiménez Illescas
09:45	GEOH-25	CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIÉNAGA DE CHAPALA, MICH S. Ochoa Estrada, J.T. Silva García, J.A. Ramos Leal y S. López Díaz	EC-20	SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF MESOAMERICAN LIME BURNING Thomas Schreiner	OCE-29	CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DURANTE EL ENSO 1997-1998 EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO Madvio Obeso Nieblas, Bernardo Shirasago Germán, Laura Sánchez Velasco y Ángel R. Jiménez Illescas
10:00	GEOH-26	RIESGO POTENCIAL A LA SALUD DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C. J. Herrera B., A.A. Cortez Lara, M. Norzagaray Campos y G. García Sallé	EC-21	ARQUEOLOGÍA EN LOS ARROYOS EL BATEQUE Y SAN JOAQUÍN, BAJA CALIFORNIA SUR Eduardo Serafin M.A.	OCE-30	EL NIÑO 1997-98 AND VARIABILITY OF CHAPALA LAKE SUPERFICIAL TEMPERATURE Tereshtchenko I.E., Filonov A. E., and Montzón C.O.
10:15	GEOH-27	PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA KÁRSTICA ACUTLAPÁN-LAS GRANADAS, MUNICIPIO DE TAXCO DE ALARCÓN, GUERRERO Israel Castrejón González y Rubén David Barrera González	EC-22	PALEOSUELOS SEPULTADOS EN EL NEVADO DE TOLUCA COMO UN REGISTRO DE CAMBIO AMBIENTAL DEL CUATERNARIO S.N. Sedov, E. Solleiro-Rebolledo, J. Gama-Castro, E. Vallejo-Gomez and A. González-Velázquez	OCE-31	OBSERVACIONES RECIENTES DE LA CIRCULACIÓN EN EL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL A. Travifia
10:30	GEOH-28	ESTIMACION DE LA ACTIVIDAD INTERNA DEL LAGO DE CHAPALA COMO FACTOR DE VARIACION DE SU CONTENIDO DE AGUA Samuel Desentis León	EC-23	LAS AVES FÓSILES DE TEPEXPAH, ESTADO DE MÉXICO Y SUS IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES Eduardo Corona M.	OCE-32	EXPERIMENTACION LAGRANGIANA SOBRE TRANSPORTE ADVECTIVO Y DIFUSIÓN TURBULENTO EN LA BAHÍA Y ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S. O. Zaytsev, F. Salinas González y A. León Manilla
10:45		RECESO CAFÉ	EC-24	DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO MAMMUTHUS EN MÉXICO Joaquín Arroyo-Cabrales, Oscar J. Polaco, Eileen Johnson y A. Fabiola Guzmán	OCE-33	ALGUNOS ASPECTOS DE LA CIRCULACIÓN BAROTRÓPICA TRIDIMENSIONAL EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C. Marco A. Galicia Pérez y Juan H. Gavito Rodríguez
11:00			EC-25	TOCUILA: AVANCES DE INVESTIGACIÓN Luis Morett Alatorre, Joaquín Arroyo-Cabrales y Oscar J. Polaco	OCE-34	GIROS GEOSTRÓFICOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA J.M. Figueroa R, Silvio Guido Marinone y Miguel Lavín P.
11:15			EC-26	DE HUESOS Y NEOTECTÓNICA EN EL GRABEN DE CHAPALA J. Rosas-Elguera, J. Juárez-Woo y R. Maciel-Flores		RECESO CAFÉ
11:30				RECESO CAFÉ		

SALA G "CARTELES" LUNES Y MARTES

(Se recomienda que los autores estén presentes frente a sus carteles de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30 Hrs.)
Lunes 30 11:15 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs. y Martes 31 09:00 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs.

Sesión: Atmósfera	Sesión: Geotermia	Sesión: Geología y Geofísica Ambiental
ATM-30 CARTEL EFECTO DEL RIESGO CLIMÁTICO Y SU PREDICCIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE TLAXCALA Leonel Pérez R., Tomás Morales A., José Jiménez L., Maricela Hernández V., Justino Lezama G. y Saturnino Orozco F.	GEOTER-14 CARTEL RESPUESTA DE LOS MECANISMOS FOCALES EN EL CAMPO GEOTERMICO LOS HUMEROS, PUEBLA Angel David Hurtado Artunduaga y Javier F. Lermo Samaniego	GGA-25 CARTEL GEOLOGÍA Y ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD EN TALUDES DE LA NUEVA CARRETERA PACHUCA-REAL DEL MONTE, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO. PRECIOS DEL PETRÓLEO Y EL IMPACTO ECONOMICO PARA MÉXICO Edgar Esquivel Victoria y Sergio Herrera Castañeda
Sesión: Geofísica	Sesión: Geofísica	GGA-26 CARTEL GEOLOGIA DE LOS DESLIZAMIENTOS EN EL VASO DE LA PRESA ZIMAPAN, HIDALGO Noe Santillan Piña
GEOF-20 CARTEL STUDY OF THE ERROR BAND IN THE PREDICTION OF PROTON-PROTON CROSS-SECTIONS AT ULTRA HIGH ENERGIES A. Gallegos-Cruz, J. Pérez-Peraza and A. Sánchez-Hertz	GEOF-28 CARTEL ANALISIS PRELIMINAR DE LA VARIACIÓN SECULAR EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLUYUCAN (TEO) Y SU COMPARACIÓN CON EL IGRF Hernández-Ordóñez R., E. Vélez-Arteaga, C. Arango-Galván, G. Cifuentes-Nava y J.E. Hernández-Quintero	GGA-27 CARTEL RIESGOS GEOLÓGICOS EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MÉXICO Martín Carlos Vidal García, Alberto Arias Paz y Héctor Luis Macías González
GEOF-21 CARTEL EL TEBLOR DE PUEBLA, MÉXICO DEL 15 DE JUNIO DE 1999 Jaime Yamamoto, L. Quintanar, C.J. Rebolgar y Z. Jimenez	GEOF-29 CARTEL CORRELACION DE POZOS EN LA ZONA DE IMPACTO DE CHICXULUB Ambrosio Aquino López y Jaime Urrutia Fucugauchi	GGA-28 CARTEL EXPERIMENTACION Y MODELACIÓN DE ADSORCION DE As, Cd, Cu, Pb y Zn EN SEDIMENTOS DE LA PLANICIE DE LA PRESA DE MATA, GUANAJUATO: CONTROL NATURAL DE METALES PESADOS EN EL AMBIENTE Solorzano Hilda y Carrillo-Chavez Alejandro
GEOF-22 CARTEL SYNTHETIC AND REAL SEISMICITY AND THE OFC MODEL Alejandro Muñoz Diosdado and Fernando Angulo Brown	GEOF-30 CARTEL THREE-DIMENSIONAL MODELING OF AEROMAGNETIC ANOMALIES OVER THE CHICXULUB CRATER Carlos Ortiz Alemán, Jaime Urrutia Fucugauchi and Mark Pilkington	GGA-29 CARTEL CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE JALES HISTORICOS Y AGUA SUBTERRÁNEA EN EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO: IMPLICACIONES AMBIENTALES Morton Ofelia, Carrillo-Chavez Alejandro y Hernandez Elizabeth
GEOF-23 CARTEL FINITE DIFFERENCE MODELING OF SUBDUCTION ZONE STRUCTURE OFF OAXACA Chris Bradley and Nancy Kanjorski	GEOF-31 CARTEL ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA EN EL ÁREA DE LA ISLA DE PASCUA, MEDIANTE LA INTERPRETACIÓN DE DATOS BATIMÉTRICOS Y GRAVIMÉTRICOS Cristián Rodrigo, Antonio González y Alonso Gallardo	GGA-30 CARTEL ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO: CASO DE DOS GEOSISTEMAS CON PROPIEDADES CONTRASTANTES Miranda Martínez Ma. Eugenia y Klaudia Oleschko
GEOF-24 CARTEL SONDEO DE PLASMA MAGNETOSFERICO SOBRE MÉXICO Y OTRAS ESTACIONES EN E.U. USANDO MAGNETOMETROS DE BASE TERRESTRE J.A.L. Cruz-Abeyro, C.T. Russell, P. Chi, M.B. Moldwin y H. Schwarzl	Sesión: Simposio sobre el NW de México	GGA-31 CARTEL EL SERVICIO GEOLÓGICO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. ANTECEDENTES, FUNCIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS Rodríguez S.R., García-Palomo A., Garrido-Pérez A., Tapia-Varela G., López-Miguel C., Santoyo M.A., Cárdenas-Monroy C. y Yussim-Guarneros S.
GEOF-25 CARTEL CAMBIOS EN LA CORONA SOLAR DURANTE EYECCIONES DE MASA CORONAL Alejandro Lara	SRSNM-14 CARTEL BASE DE DATOS GEOCRONOLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS DEL NW DE MEXICO Hinojosa-Corona A., Serrato Bertha, López-Martínez Margarita, Martín-Barajas Arturo	GGA-32 CARTEL BIOGEOCHEMISTRY OF THE INTERSTITIAL WATER IN THE SILT-WATER INTERFACE IN LAKE CHAPALA, MEXICO (Projects ECOS M95-U01 and SIMORELOS 970306003) P. F. Zárate-del Valle, N. Ríos-Donato and M. Avila-Rodríguez
GEOF-26 CARTEL ESTÁNDARES INTERMAGNET EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLUYUCAN Cifuentes-Nava G., Rasson J. y Hernández-Quintero E.	SRSNM-15 CARTEL RASGOS BATIMÉTRICOS DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y SU CORRELACIÓN CON ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS ACTIVAS Luis Gustavo Alvaréz S., Francisco Suárez V. y Ramon Mendoza B.	
GEOF-27 CARTEL AVANCE DEL CUBRIMIENTO AEROMAGNÉTICO DE LA REPÚBLICA MEXICANA Javier Lara Sánchez		

SALA G "CARTELES" LUNES Y MARTES

(Se recomienda que los autores estén presentes frente a sus carteles de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30 Hrs.)
Lunes 30 11:15 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs. y Martes 31 09:00 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs.

Sesión: Micrometeorología	Sesión: Sismología	Sesión: Simposio sobre el Sur de México
MIM-25 CARTEL PROCESADOR MICROMETEOROLÓGICO (PROMI) PARA LA GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE TURBULENCIA ATMOSFÉRICA REQUERIDA PARA SIMULAR LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES A PARTIR DE LA METEOROLOGÍA CONVENCIONAL PARA UNA REGIÓN TROPICAL Lopez Martínez Jose, Salcido Gonzalez Alejandro y Saldaña Flores Ricardo	SIS-50 CARTEL CAMBIOS EN LA ATENUACION DE CODA EN LOS EVENTOS PREVIOS A LA ERUPCION DE 1998, VOLCAN DE COLIMA Justo Orozco R. y Tonatliu Dominguez Reyes	SRSSM-17 CARTEL ESTRUCTURA DE COLAPSO EN LA SIERRA DE ALQUITRAN ENTRE CHILPANCINGO Y EL OCOTITO, ESTADO DE GUERRERO, MEXICO Teodoro Hernández-Treviño y Francisco Correa-Mora
Sesión: Geología de Yacimientos Minerales	SIS-51 CARTEL ALGUNAS CARACTERISTICAS ESPECTRALES DE LA SISMICIDAD ASOCIADA A LA Yahir G. García López y David A. Novelo Casanova	SRSSM-18 CARTEL LAVAS MAFICAS DEL PERMICO (288Ma) EN EL TERRENO MIXTECO María Fernanda Campa-Uranga y Margarita López-Martínez
GYM-16 CARTEL CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA DEL CUERPO TEHUXTLA, DE LA MINA REY DE PLATA, TELOLOAPAN, GRO. Alfredo Victoria-Morales y Javier Antonio Baez-López	SIS-52 CARTEL SISMICIDAD RECIENTE DEL VALLE DE MÉXICO Degadillo-Peralta M., Quintanar-Robles L. y Jiménez-Jiménez Z.	SRSSM-19 CARTEL LAS IGNIMBRITAS DE OLINALA, GUERRERO (SIERRA MADRE DEL SUR): TESTIGOS DE UN MARGEN ACTIVO CONTINENTAL PACIFICO DURANTE EL TRIASICO? - JURASICO MEDIO García Díaz José Luis, Tardy Marc, Campa Uranga María Fernanda y Lapiere Henriette
GYM-17 CARTEL LOS DEPÓSITOS HIDROTHERMALES DE Au-Ag-CAOLÍN DE IXTACAMAXTITLÁN, PUEBLA: PRIMEROS DATOS Camprubí A., Trilla J., Terrazas A., Corona-Esquivel R. y Díaz-Sánchez J.F.	SIS-53 CARTEL SISMICIDAD Y DEFORMACIONES EN EL VALLE DE MEXICALI DISPARADAS POR EL SISMO DE HECTOR MINE (M=7.1) DE OCTUBRE 16, 1999 E. Glowacka, G. Diaz de Cossio, F.A. Nava y F. Farfán	Sesión: Oceanografía Biológica y Pesquera
GYM-18 CARTEL ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS DE FLUORITA DEL DISTRITO MINERO DE TAXCO Teresa Pi, Yuri Taran, Jesús Solé	SIS-54 CARTEL CORRECCIÓN DE ESTACIONES PARA HIPOCENTROS DETERMINADOS LOCALMENTE EN EL SISTEMA DE FALLAS SAN MIGUEL. IMPLICACIONES PARA LA ESTRUCTURA SÍSMICA F. Farfán, I. Méndez, J. Frez, V.M. Frías, G. Arellano, J. Carlos, J. González, L. Orozco y O. Gálvez	OBP-13 CARTEL MECANISMO COMPENSATORIO DEL CAMARÓN CAFÉ F. CALIFORNIENSIS A LA VARIACIÓN INTERANUAL EN EL AMBIENTE MARINO DEL LITORAL SONORENSE J. López-Martínez, F. Arreguín-Sánchez y R. Morales-Azpeltia
GYM-19 CARTEL RECOGNITION OF BLIND STRUCTURES WITH THE AID OF DEMS. THE REGIONAL EXPLORATION OF ORE DEPOSITS IN THE CENTRAL PART OF MEXICO L.F. Vassallo, V.I. Starostin, N.N. Shatagin, M.A. Ortega and J.G. Solorio	SIS-55 CARTEL AN APPLICATION OF SPECTRAL RATIO MODELING TO SITE EFFECT ANALYSIS IN MARINE ENVIRONMENTS Carlos I. Huerta, Kenneth H Stokoe-ii, Jay Pulliam and Yosio Nakamura	
GYM-20 CARTEL THE GUANAJUATO MINING DISTRICT, STRUCTURAL DEVELOPMENT CONSTRAINTS L.F. Vassallo, J.J. Aranda, F.W. McDowell, M.A. Ortega and J.G. Solorio	SIS-56 CARTEL SISMICIDAD EN LA REGIÓN DEL ESTADO DE COLIMA: PERIODO 01/11/1999 AL 30/10/2000 G.A. Reyes Dávila y C.A. Ramírez Vázquez	
GYM-21 CARTEL PRODUCTOS DE LA CARTOGRAFÍA AEROMAGNÉTICA DEL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES Efraín Bori Segura	SIS-57 CARTEL PARAMETROS DE FUENTE DEL SISMO DE TEHUACÁN (MR = 6.7) DEL 15 DE JUNIO DE 1999 Antonio Pérez Soto, Guillermo González Pomposo, Ana Elena Posada Sánchez y Saby Gabriela Félix Romero	
	SIS-58 CARTEL NUEVAS OPORTUNIDADES PARA LA TÉCNICA DE ESTUDIOS "AFTERSHOCK", MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DIGITALIZADORES MINIATURA DE BAJA POTENCIA Y ALTA RESOLUCION P. Passmore, D. Pavel, L. Zimakov, M. Aktar, S. Ozalabey, M. Ergin y O. Selvi	

SALA G "CARTELES" MIÉRCOLES Y JUEVES

(Se recomienda que los autores estén presentes frente a sus carteles de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30 Hrs.)
Miércoles 1 y Jueves 2 de 09:00 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs.

Sesión: Estudios del Cuaternario		Sesión: Geoquímica y Petrología		Sesión: Geohidrología	
EC-27 CARTEL POLLEN EVIDENCE OF THE CLASSIC MAYA COLLAPSE FROM A BAJO RESERVOIR IN THE NORTHERN PETEN, GUATEMALA David Wahl		GEOQP-20 CARTEL DEDUCCIÓN DE ALGUNAS ECUACIONES ÚTILES PARA LA GEOCROMOLOGÍA RB/SR Solé J. y Pl T.		GEOH-29 CARTEL MODELADO DE LA EVOLUCIÓN Y PROCESOS GEOQUÍMICOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DE SANTIAGO, BAJA CALIFORNIA SUR Carrillo-Chavez Alejandro, Castañeda-Ovando Pedro, Navarro-Lozano Octavio y Prieto-Mendoza Jesús	
EC-28 CARTEL PLANT MACROFOSSILS AND FOSSIL POLLEN AS EVIDENCE PALEOSALINITY TRENDS IN COASTAL MARSHES Elizabeth Watson and Roger Byrne		GEOQP-21 CARTEL GEOQUÍMICA DE TRAZAS Y ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS EN SEDIMENTOS ADYACENTES A VENTILAS HIDROTÉRMICAS EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA Rodríguez Viguera I. y Ortega-Osorio A.		GEOH-30 CARTEL MÉTODOS QUÍMICOS Y GEOQUÍMICOS PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS CON ARSÉNICO EN ZIMAPÁN, HGO. N. Ceniceros, M.A. Armienta, O. Cruz, R. Rodríguez y A. Aguayo	
EC-29 CARTEL PALEOCOLOGICAL RECORD FROM MOUNTAIN LAKE, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, USA Liam Reidy		GEOQP-22 CARTEL DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS TRAZA EN CÓNDRULOS Y MATRIZ DEL METEORITO ALLENDE POR ICP-MS Ofelia Morton Bermea, Daniel Flores y Elizabeth Hernández		GEOH-31 CARTEL ESTUDIOS AMBIENTALES EN TAXCO, GUERRERO ASOCIADOS A LA MINERÍA O. Cruz, M.A. Armienta, O. Talavera, N. Ceniceros, A. Aguayo	
EC-30 CARTEL PREHISTORIC AGRICULTURE IN KOREA; A REVIEW OF THE POLLEN AND CHARCOAL EVIDENCE Jung Jae Park and Roger Byrne		GEOQP-23 CARTEL GEOQUÍMICA DE AGUAS TERMALES DEL BLOQUE JALISCO, MÉXICO Elizabeth Hernández, Yuri Tarán, Ofelia Morton, Giorgio Capasso y Salvatore Inguaggiato		GEOH-32 CARTEL CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA DEL ACUÍFERO DE LA REGIÓN LAGUNERA COAH- DGO. PARA EL PROYECTO DE RECARGA ARTIFICIAL Iris Neri Flores	
EC-31 CARTEL A RECORD OF LATE HOLOCENE ENVIRONMENTAL CHANGE FROM THE EASTERN CENTRAL HIGHLANDS OF MESOAMERICA Maria Elena Conserva and Roger Byrne		GEOQP-24 CARTEL EL TRABAJO DEL LUGAR A 5 AÑOS DE SU CREACIÓN: PROCESOS, RESULTADOS Y EVALUACIÓN CON DATOS DE RB-SR, SM-ND, PB-PB Y U-PB Ma. del Sol Hernández Bernal, Gabriela N. Solís Pichardo, Juan J. Morales Contreras y Teodoro Hernández Treviño		GEOH-33 CARTEL ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOHIDROLÓGICA, ESCALA 1:250 000 DEL INEGI: CASO "CARTA GUADALAJARA" Juan Manuel Medina Rodríguez y José Agustín García Estrada	
EC-32 CARTEL A STRATIGRAPHIC RECORD 18TH AND 19TH CENTURY SILVER MINING IN LA VEGA DE METZITITLÁN, HIDALGO, MEXICO Roger Byrne, James Johnstone and Claudia Leal		GEOQP-25 CARTEL GEOCROMOLOGÍA DE LOS SEDIMENTOS DE CUENCA SOLEDAD UTILIZANDO 210PB María Lucila Lares, John Crusius, Timothy Baumgartner y Vicente Ferreira		Sesión: La Educación en las Ciencias de la Tierra	
EC-33 CARTEL SHORT TERM CLIMATIC CHANGE IN LAKE SEDIMENTS FROM LAKE ALCHICHICA, CUENCA DE ORIENTAL, MÉXICO Margarita Caballero, Gloria Viladara, Alejandro Rodríguez and Diana Juárez		GEOQP-26 CARTEL MINERALOGÍA DE SUBLIMADOS DE ALTA TEMPERATURA DEL VOLCÁN COLIMA Yuri Taran Sobol y Galia González Hernández		LECT-08 CARTEL EL CAÑON DE PEREGRINA Y SU GEOLOGÍA Nadia Emylice Rincón Herrera	
EC-34 CARTEL ROCK-MAGNETIC AND RADIOCARBON DATING STUDIES OF THE MAMMOTH-BEARING TOCUILA SEQUENCE, TEXCOCO, BASIN OF MEXICO J. Urrutia Fucugauchi, L. Morett Alatorre, J. Arroyo Cabrales, A.M. Soler Arechalde and M. De los Rios		GEOQP-27 CARTEL CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL VOLCANISMO BIMODAL EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ Rodney Radames Alvarado Cano		LECT-09 CARTEL IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE SOFTWARE EN EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL RELIEVE Y EN LA GENERACIÓN DE MAPAS MORFOMÉTRICOS Ma. de la Paz Hernández Rivero, Gilberto Silva Romo, Claudia C. Mendoza Rosales y Adán Castro Flores	
EC-35 CARTEL RECONSTRUCCIONES PALEOClimáticas CON EL MÉTODO DE TERMOLUMINISCENCIA: EDADES DE PALEODUNAS DE LA PLAYA SAN BARTOLO, SONORA Peter Schaaf, Beatriz Ortega y Angel Ramírez					
EC-36 CARTEL REGISTROS CUATERNARIOS DE MINERALOGÍA MAGNÉTICA Y SUS IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES: COMPARACIÓN ENTRE LOS SITIOS DE ZACAPU (MICHOACÁN) Y SANTA CRUZ ATIZAPÁN (ESTADO DE MÉXICO) Beatriz Ortega y Cecilia Caballero					

SALA G "CARTELES" MIÉRCOLES Y JUEVES

(Se recomienda que los autores estén presentes frente a sus carteles de 12:30 a 13:30 y de 17:30 a 18:30 Hrs.)
Miércoles 1 y Jueves 2 de 09:00 a 13:00 y 16:00 a 18:00 Hrs.

Sesión: Paleomagnetismo
PALMAG-12 CARTEL MECHANISM OF SELF-REVERSAL IN NATURAL TITANOHEMATITES: CONSTRAINTS FROM NANOSCOPY AND THERMOMAGNETIC INVESTIGATIONS M. Prévot and A. Gogichaishvili
PALMAG-13 CARTEL PALEOMAGNETISMO DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS- MEXICANA: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y ESTRATIGRAFÍA VOLCÁNICA Luis M. Alva-Valdivia, Avto Gogitchaishvili, Luca Ferrari, Jose Rosas-Elguera, Jaime Urrutia-Fucugauchi and Jose J. Zamorano-Orozco

Sesión: Geología Estructural y Tectónica

GET-22 CARTEL RELATIONSHIPS BETWEEN HEAT FLOW AND TECTONIC PROVINCES OF MEXICO Harris R.N., Fletcher J.M., Suarez-Vidal F., Espinosa-Cardena J.M., Romo-Jones J.M., Mendoza-Borunda R. y Romero-Espejel H.
GET-23 CARTEL FBF, UN PROGRAMA PARA CONSTRUIR SECCIONES ESTRUTURALES BALANCEADAS Juan Contreras
GET-24 CARTEL USING HIGH-PRECISION GPS TO CONSTRAIN VERTICAL AND HORIZONTAL CRUSTAL MOVEMENT NEAR LAKE CHAPALA, MEXICO Zarate-Del Valle P.F., C. Demets, W. Hutton, O. Sanchez and J. Stock

Sesión: Vulcanología
VUL-15 CARTEL SOBRE LA EXISTENCIA DE FAMILIAS DE TEMBLORES EN LA SISMICIDAD RECIENTE DEL POPOCATEPETL Y SU APLICACIÓN EN LA ELECCIÓN DE UN MODELO DE VELOCIDADES Zamora-Camacho A., Espindola J.M. y Jimenez Z.
VUL-16 CARTEL BANCOS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS DE MONITOREO EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA Alatorre-Chávez Eliseo, Ramirez-Ruiz Juan José y Santiago- Jimenez Hydyn
VUL-17 CARTEL MONITOREO TÉRMICO DEL VOLCÁN POPOCATEPETL, UTILIZANDO IMÁGENES INFRARROJAS DE SUPERFICIE E IMÁGENES MULTIBANDA DEL SATELITE GOES 8 Servando De la Cruz-Reyna, Juan José Gómez Palacios y Gerardo Jiménez Román

Sesión: Estratigrafía y Sedimentología

ES-20 CARTEL APLICACIÓN DE LA CORRELACIÓN GRÁFICA EN UNA SUCESIÓN DEL CENOMANIANO-TURONIANO EN LA CUENCA DE GUERRERO-MORELOS Noem Aguilera Franco y Norman Macleod
ES-21 CARTEL INTEGRACION BIOCRONOESTRATIGRAFICA Y BIOSECUENCIAS DEL MESOZOICO EN EL POZO AZTLAN (SURESTE DE MEXICO) Maria Ornelas Sánchez, Sonia Franco Navarrete, Mónica Granados Martínez y Victoria González Casildo
ES-22 CARTEL VARIACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LAS BAHÍAS DE AKUMAL Y MEDIA LUNA, QUINTANA ROO Marquez-García, Antonio Zolito, Pérez- Aguilar, Virginia y Salas-Colunga, Ricardo
ES-23 CARTEL CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA DE BEAZLEY, SAN LUIS, ARGENTINA Giaccardi A., H. Ulacco y D. Aguilera

Sesión: Simposio sobre el Centro de México
SRSCM-15 CARTEL CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN CELAYA-SAN MIGUEL DE ALLENDE, ESTADO DE GUANAJUATO Angel Francisco Nieto-Samaniego, Susana Alicia Alaniz- Alvarez, y Mariano Cerca-Martínez
SRSCM-16 CARTEL GEOLOGÍA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA OCCIDENTAL Y CENTRAL Tania Norato Cortez, Luca Ferrari y José Rosas Elguera
SRSCM-17 CARTEL CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA HOJA TALPA DE ALLENDE (F13D71) JALISCO, MÉXICO Pedro F. Zárate del Valle, José Rosas Elguera y Jaime Urrutia Fucugauchi



Segunda Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra Programa General

	SALA A	SALA B	SALA C	SALA D	SALA E	SALA F	SALA G
LUNES 30	Registro e Inscripción INAUGURACIÓN						CARTELES
	Sismología 1	Simposio NW de México 1	Atmósfera 1	Geología y Geofísica Ambiental 1	Oceanografía Biológica y Pesquera 1	Geología de Yacimientos Minerales 1	Ciencias de la Atmósfera — Geofísica — Geología de Yacimientos Minerales — Geología y Geofísica Ambiental — Geotermia
	Sismología 2	Simposio NW de México 2	Atmósfera 2 Atmósfera 3	Geología y Geofísica Ambiental 2	Oceanografía Biológica y Pesquera 2	Geología de Yacimientos Minerales 2	Micrometeorología — Oceanografía Biológica y Pesquera — Sismología
MARTES 31	Sismología 3	Simposio Sur de México 1	Atmósfera 4	Geología y Geofísica Ambiental 3	Geotermia 1	Paleontología 1	Simposio sobre el NW de México
	Sismología 4	Simposio Sur de México 2	Atmósfera 5 Micrometeorología 1	Geofísica 1	Geotermia 2	Paleontología 2	Simposio sobre el Sur de México
	Sismología 5	ASAMBLEA AGM	Micrometeorología 2 Micrometeorología 3	Geofísica 2	ASAMBLEA SMM	Estratigrafía y Sedimentología 1	
	Sismología 6	La Educación en las Ciencias de la Tierra	Atmósfera 6	Geofísica 3	Vulcanología 1	Estratigrafía y Sedimentología 2	Estratigrafía y Sedimentología — Estudios del Cuaternario — Geohidrología
MIÉRCOLES 1	ASAMBLEA UMEC	Mesa Redonda Educación en las Ciencias de la Tierra	Atmósfera 7	Paleomagnetismo	Vulcanología 2	Geología del Petróleo 1	Geología Estructural y Tectónica — Geoquímica y Petrología
				ASAMBLEA SGM 18:00 a 20:00 Hrs.	ASAMBLEA UGM 16:00 a 18:00 Hrs.		La Educación en las Ciencias de la Tierra — Paleomagnetismo — Simposio sobre el Centro de México — Vulcanología
JUEVES 2	Geología Estructural y Tectónica 1	Simposio Centro de México 1	Oceanografía Física 1	Geohidrología 1	Geoquímica y Petrología 1	Geología del Petróleo 2	
	Geología Estructural y Tectónica 2	Simposio Centro de México 2	Oceanografía Física 2	Geohidrología 2	Geoquímica y Petrología 2	Estudios del Cuaternario 1	
	Geología Estructural y Tectónica 3	ASAMBLEA AMGP	Oceanografía Física 3	Geohidrología 3	Geoquímica y Petrología 3	Estudios del Cuaternario 2	
VIERNES 3	Geohidrología 4	Estudios del Cuaternario 3	Oceanografía Física 4				

**Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2000 es de \$350.00 para investigadores
y \$250.00 para estudiantes.**

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Bárbara Uribe Martínez
Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, B.C., México

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado,
Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
04510, México, D.F.

Con un cordial saludo

**Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión**

GEOS

Revista a la venta con:

Bárbara Uribe Martínez
Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(6)174-5050
Ext: 26301 - 26004

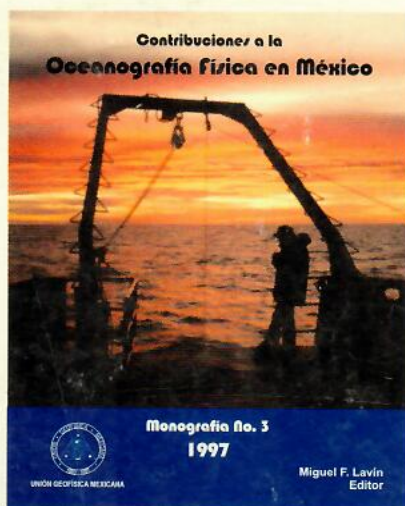
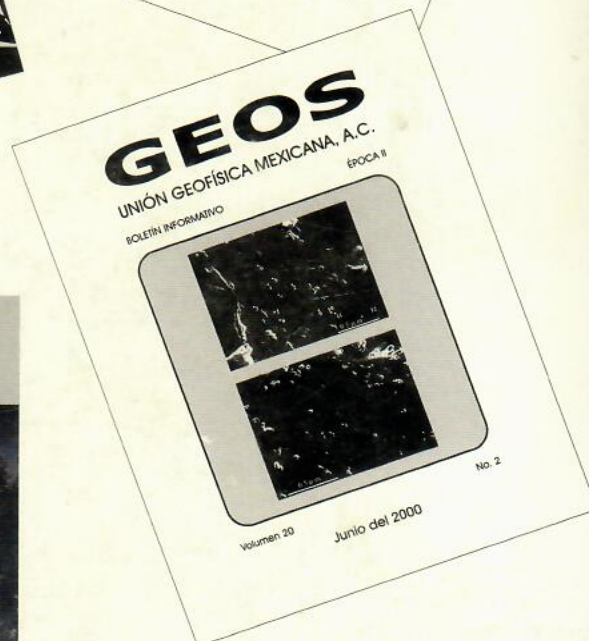
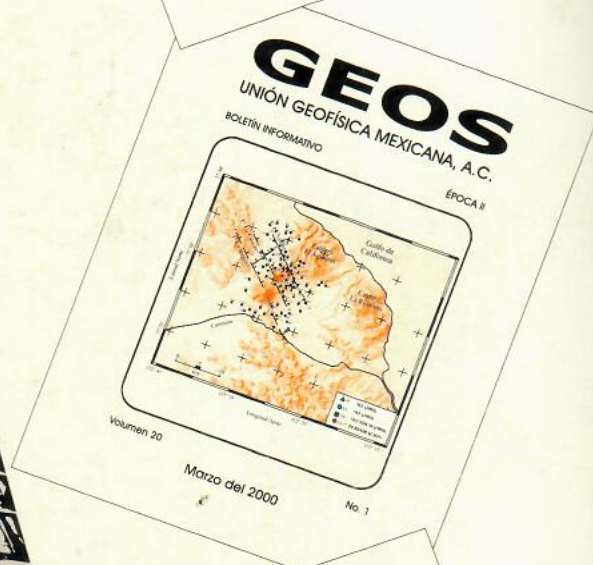
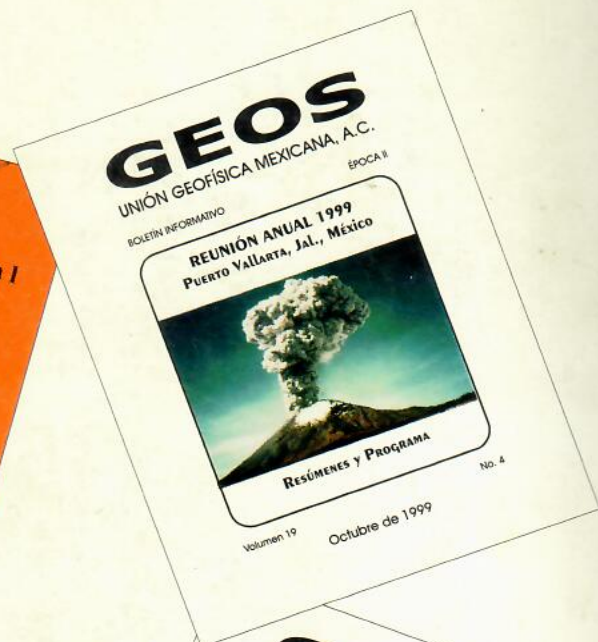
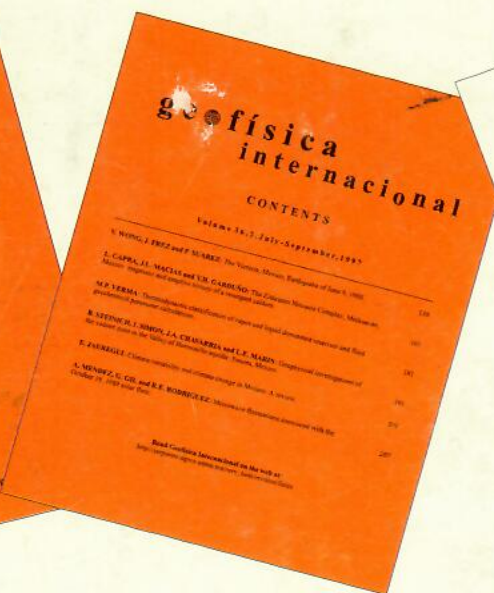
E-mail: buribe@cicese.mx - ipedrin@cicese.mx



Costo del ejemplar \$60.00

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: (01)5622-4130 y 5622-4137
E-mail: achaman@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.