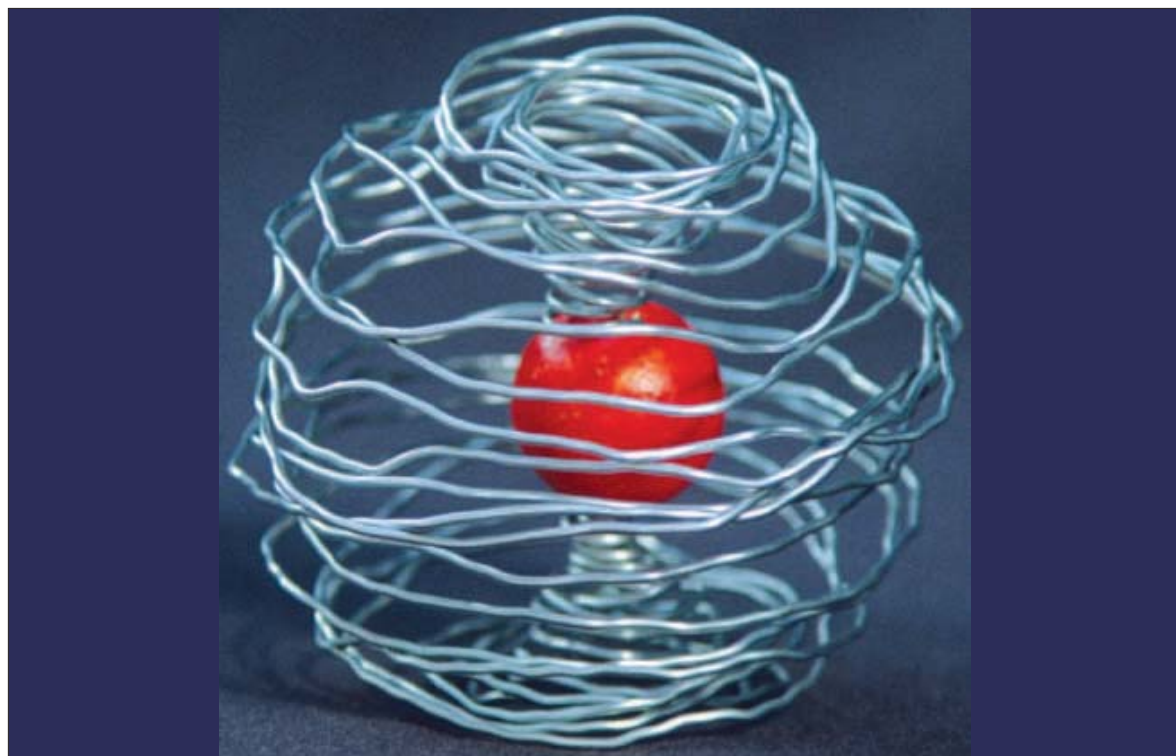


geos



IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

Volumen 24
No. 2
Noviembre de 2004

GEOS

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

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

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

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. Mesa Directiva 2004-2005

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Luca Ferrari Pedraglio
Presidente

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Vicepresidente

Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi
Secretario General

Dr. Roberto Molina Garza
Tesorero

Dr. Vladimir Kostoglodov
Secretario de Investigación

Dr. José Manuel Romo Jones
Secretario de Difusión

Dr. Fernando García García
Secretario de Educación

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

José Manuel Romo Jones
jromo@cicese.mx
UGM

Comité Editorial

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

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas, sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada revista y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

correspondencia a:
Editorial GEOS
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., México
Tel.: (646)175-0500, Ext. 26060

Apoyo Técnico Editorial
Victor Manuel Frías Camacho
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

Título: **GEOS**

Periodicidad: cuatrimestral

ISSN: 0186-1891

Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, 22860, B.C., México.

EDITORIAL

100 años de la Sociedad Geológica Mexicana y la IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

A partir de 1998 los años pares han sido años en los que casi todas las sociedades de las Ciencias de la Tierra de México se han unido para compartir la sede de sus reuniones en una Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra (RNCT). Este año las sociedades se solidarizaron con la Sociedad Geológica Mexicana, en el centenario de su constitución, para efectuar la IV RRNCT en Juriquilla, Querétaro. Como se puede leer en el editorial con el que el comité organizador de la IVRNCT presenta el libro de resúmenes que forma este número de GEOS, en esta reunión se mantuvo la tendencia ascendente del número de participaciones en las reuniones nacionales.

El contenido de este libro refleja claramente la intensidad del trabajo interdisciplinario que se desarrolla en el país, tanto en las áreas de la investigación básica como en las de la aplicada, sobre todo, en temas ambientales. Ahora que la densidad de la población ha alterado el equilibrio natural de amplias zonas, así como en otras ha contribuido a incrementar los daños causados por los fenómenos naturales, es conveniente mostrar a la sociedad que la participación de expertos en la Ciencias de la Tierra es necesaria para planear el crecimiento de los asentamientos humanos. La mayor diversidad de temas en investigación básica indica, además, el nivel de especialización que se está alcanzando en nuestras instituciones de investigación y enseñanza superior.

Por este medio, el comité editorial de GEOS felicita a la Sociedad Geológica Mexicana por sus 100 años de vida y de trabajo en la consolidación de grupos amplios de estudiosos de la Tierra sólida y sus recursos. Históricamente la Sociedad Geológica Mexicana es la más importante cuna de las sociedades geocientíficas del país, su madurez refleja el estado de organización de la comunidad geocientífica del país mismo.



IV reunión nacional de ciencias de la tierra

31 de octubre - 5 de noviembre de 2004

Juriquilla, Querétaro



COMITÉ ORGANIZADOR

Gustavo Tolson Jones
Enrique González Torres
Ma. del Sol Hernández
Sociedad Geológica Mexicana

Luca Ferrari
Unión Geofísica Mexicana

Gabriel Origel Gutiérrez
SELPER

Pedro García Barrera
Sociedad Mexicana de Paleontología

Adán Oviedo Pérez
Gustavo Murillo Muetón
Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros

Jaime Urrutia Fucugauchi
Asociación Mexicana para Estudios del Cuaternario

Alfredo Victoria Morales
Asociación Mexicana de Mineralogía

Alberto Arias Paz
Asociación Geohidrológica Mexicana

Ignacio Torres Alvarado
Instituto Nacional de Geoquímica

Alfonso García Gutiérrez
Rosa Ma. Barragán Reyes
Asociación Geotérmica Mexicana

Responsable del programa técnico:	Luca Ferrari
Coordinador de excursiones:	Gustavo Tolson Jones
Edición del libro de resúmenes:	Víctor Manuel Frías Camacho J. Jesús Silva Corona Ma. Teresa Orozco Esquivel
Web master:	Gabriel Origel Gutiérrez Víctor Manuel Frías Camacho
Organización logística:	Grupo ECODSA, S.A. de C.V.

Se agradece el patrocinio de Concyteq y Centro de Geociencias, UNAM

IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

Editorial

Este año la IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra (RNCT) celebra el centenario de la Sociedad Geológica Mexicana. A la convocatoria realizada por la que es la sociedad de las Ciencias de la Tierra más antigua de México respondieron otras nueve sociedades científicas: UGM, SELPER, UMEC, INAGEQ, SOMEXPAL, AGM, SMM, AMGP y AGHM.

En esta ocasión hubo una participación récord: 745 trabajos sometidos, con un aumento de 76 con respecto a la III RNCT en 2002. En la reunión participan prácticamente todas las instituciones mexicanas donde existen profesionales y científicos de la Ciencias de la Tierra así como un número significativo de instituciones extranjeras, principalmente de Norte- y Sudamérica y Europa.

La reunión está dividida en 4 simposia, 21 sesiones especiales y 14 sesiones regulares. El 54% de Los resúmenes pertenecen a sesiones especiales y simposia, lo que indica claramente el interés en discusiones interdisciplinarias sobre temas actuales para nuestro gremio. Entre estos temas vale la pena mencionar la enseñanza en Ciencias de la Tierra; los diferentes aspectos de la geología de México y sus recursos; las correlaciones entre el Sur de México, Centroamérica y los Andes del Norte; el registro marino y continental del Cuaternario; el Clima Espacial y los Meteoritos. Los temas relacionados con la geología y a geofísica ambiental, riesgos y peligros y, más en general, la investigación aplicada han crecido con respecto a reuniones anteriores y representan ya la cuarta parte de los resúmenes. Por lo que respecta a las sesiones regulares, la de Geología Estructural y Tectónica es la que ha recibido mas trabajos (16%), seguida por Geoquímica y Petrología, Sismología, Geohidrología, Vulcanología, Oceanología y Climatología (todas entre 9 y 6%).

En esta edición de la RNCT también se ha invitado a expertos nacionales y extranjeros para impartir conferencias magistrales y pláticas invitadas. Entre los invitados cabe resaltar la presencia de Xavier Le Pichón, quien nos hablará de sus recientes investigaciones sobre la tectónica del noreste de México, de Ian Carmichael, quien presentará una síntesis de la petrología de los magmas de la Faja Volcánica Transmexicana, de Victor A. Ramos y Randall Marrett, que presentarán diferentes aspectos de la tectónica y el magmatismo de los Andes, y de Gillian Foulger, quien nos hablará del debate actual sobre las plumas del manto y la dinámica del interior de nuestro planeta. También tendremos la presencia de Francisco Escandón, Director del Consejo de Recursos Minerales, Adán Oviedo, Coordinador de Estrategias de Exploración de PEMEX, y Alejandro Abril, Gerente de Proyectos Geotermoeléctricos de CFE, quienes nos hablarán de algunos aspectos de la situación energética y de los recursos minerales de nuestro país. Debido al gran número de resúmenes recibidos, algunos de los trabajos sometidos para presentación oral han tenido que ser cambiados a cartel. Cada día habrá de 40 a 50 carteles. En esta ocasión se dio mayor relevancia a la presentación en cartel dejando dos periodos de tiempo dedicados exclusivamente a ellos (13:15—14:00 y 18:00—19:00). Esta modalidad de presentación permite una mayor interacción entre el autor y los colegas interesados en su investigación por lo que vislumbramos una sesión de carteles muy dinámica.

En espera que esta reunión sea cordial y provechosa. A nombre del Comité Organizador damos la bienvenida a todos con la seguridad de que este evento será un ejemplo para la colaboración entre todas las instituciones y asociaciones que se dedican a las Ciencias de la Tierra en nuestro país.

Gustavo Tolson
Presidente de la
Sociedad Geológica Mexicana

Luca Ferrari
Presidente de la
Unión Geofísica Mexicana

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA

EDITORIAL	i
-----------------	---

Pláticas Magistrales e Invitadas	98
--	----

SESIONES REGULARES

Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera	106
Exploración Geofísica	113
Física Espacial	121
Geohidrología	124
Geomagnetismo y Paleomagnetismo	135
Geoquímica y Petrología	141
Geología Estructural y Tectónica	155
Geología y Geofísica Ambiental	183
Geología del Petróleo	194
IX Coloquio de Mineralogía	200
Oceanología	204
Paleontología	211
Sedimentología y Estratigrafía	215
Sismología	227
Vulcanología	236

SIMPOSIOS

Complejo Acatlán, Suu de México	246
Geología de México: En memoria del M. en C. Diego Córdoba Méndez	250
Escuela Latinoamericana de Geomagnetismo	258
Cien años de enseñanza de las Ciencias de la Tierra en México	266

SESIONES ESPECIALES

Depósitos minerales en México: nuevas perspectivas y avances en su estudio	286
Correlación regional entre el Sur de México y los Andes del Norte	295
Conexiones paleogeográficas entre México y América Central: el papel del bloque Chortís en la evolución tectónica de Mesoamérica	301
La orogenia Laramide en México: edad y cinemática de la deformación y magmatismo asociado	306
Tectónica y Sedimentación: Cuencas sedimentarias, procedencia, y deformación regional	312
Vulcanismo Explosivo en México	317
Peligros y Riesgos Geológicos de la Cuenca de México: hacia una visión integral	325
El Clima Espacial	331
Evolución magmatológica y geodinámica Neogénica del sistema de subducción mexicano	335
Meteorítica	342
Registros marinos y continentales del Cuaternario	349
Geología y Geofísica de la Provincia Extensional del Golfo de California	365
Cien años de la utilización de la Energía Geotérmica	371
Tectónica Cenozoica del Golfo de México. Sus relaciones con las estructuras del este y noreste de Mexico continental	377

SESIONES SELPER

Planeación urbano-regional	379
Riesgos y desastres: evaluación y prevención	384
Recursos naturales e impacto ambiental	393
Adquisición e integración de datos	408
Algoritmos, metodologías y técnicas de análisis	412
Iniciativas de educación en PR y SIG	416
Índice de autores	420

Pláticas Magistrales e Invitadas

PLÁTICA MAGISTRAL Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

PLATE TECTONICS AND GREAT CONTINENTAL TRANSFORM FAULTS, A COMPARISON WITH THE LIFE OF A PROPOSED RIO BRAVO MID TERTIARY LEFT-LATERAL FAULT

Le Pichon Xavier
College de France

PLÁTICA MAGISTRAL Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 16:00 hrs.

MAGMATISMO Y DEFORMACIÓN EN LA CORTEZA SUPERIOR A LO LARGO DEL ARCO VOLCÁNICO DE LOS ANDES CENTRALES

Marrett Randall y Baldwin Austin
Dept. of Geological Sciences, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin, Texas, USA
randall@edu

El arco volcánico es probablemente uno de los dominios más débiles de la corteza de los Andes Centrales, debido a la presencia de altas temperaturas y cámaras magmáticas localmente abundantes. Por eso es probable que el arco volcánico haya sido un área de deformación importante durante el levantamiento Neógeno-Cuaternario del Altiplano. Además, es posible que la deformación a lo largo del arco volcánico haya afectado el movimiento de magma en profundidad y los procesos eruptivos cerca de la superficie. La interacción entre deformación y magmatismo, y quizás su retroalimentación mutua, puede haber sido un control fundamental en la evolución tectónica de los Andes Centrales.

Trabajos previos en la Puna, la tercera parte austral del Altiplano entre los 23 y 27°S, demostraron que corrimientos paralelos al arco (NNE-SSO) dominaron la deformación durante el Mioceno y Plioceno temprano. Durante el Plioceno tardío y Cuaternario la deformación se caracterizó por movimientos dextrales en fallas paralelas al arco. Aunque el magmatismo es menos desarrollado en el Altiplano que en el arco volcánico, estratovolcanes silícicos-intermedios y calderas gigantes son localmente importantes. Fechamientos radiométricos de depósitos volcánicos en el Altiplano y el arco volcánico excluyen la posibilidad de pausas en el volcanismo con importancia regional, implicando que el volcanismo generalmente no fue suprimido por acortamiento de la corteza superior. Durante el fallamiento lateral más reciente, coladas máficas y conos de escoria monogenéticos erupcionaron sobre extensas áreas de la Puna, típicamente asociados espacialmente con fallas activas.

Pocas investigaciones estructurales han estudiado la deformación a lo largo del arco volcánico de los Andes Centrales, probablemente por las dificultades logísticas provocadas por hiperaridez, elevaciones de 4-6 km (localmente alcanzando 7 km), infraestructura prácticamente inexistente, y fronteras internacionales. En el año pasado empezamos estudios estructurales de campo en varias localidades del arco volcánico, entre los 22 y 27°S, con los objetivos de determinar cronologías geológicas, entender la cinemática de deformación, y reconocer relaciones entre deformación y magmatismo. Aparte hemos buscado evidencias cinemáticas por medio de mecanismos focales de sismos, geodesia satélite del Global Positioning System (GPS), y interferogramas de radar satélite.

Debido a la cubierta lateralmente extensa de lavas y tobas Plio-Cuaternarias y la falta casi completa de erosión contemporánea, es difícil reconocer la deformación del Mioceno en el arco volcánico de los Andes Centrales. Sin embargo, la deformación Plio-Cuaternaria se evidencia en el campo por abundantes escarpas de falla, y la cinemática de estas fallas se semeja con la de la Puna. De los cinco mecanismos focales del catálogo de Harvard que representan sismos someros en el arco volcánico, cuatro indican movimiento lateral parecido a resultados de campo. La red de estaciones geodésicas de GPS cubre la mayoría del arco volcánico, pero el sur de los 22°S fue afectado por un sismo entre placas (M8.0) cerca de Antofagasta en 1995, el cual dificulta interpretar movimientos no cosísmicos. Hacia el norte de los 22°S, los datos de GPS muestran que la velocidad de deformación horizontal en la mayoría del arco volcánico supera la de la región al oeste, al contrario de lo que se espera en el caso de deformación elástica alrededor del borde de placas. La cinemática indicada por GPS en este sector del arco volcánico varía de movimiento lateral en algunos sitios a sobrecorrimiento en otros sitios. En imágenes de interferogramas de radar, el arco volcánico está segmentado en una escala de cientos de kilómetros entre los 21°S a 27°S. Algunos segmentos tienen rumbos NE-SO y evidencian levantamiento despacio o nulo, mientras otros segmentos tienen rumbos NNO-SSE y son sitios de levantamiento rápido.

Correlaciones preliminares entre la cinemática de deformación Plio-Cuaternaria y los estilos volcánicos sugieren los siguientes patrones en el arco volcánico de los Andes Centrales.

Fallas laterales de rumbo NNE-SSO a NE-SO dominan la deformación en segmentos donde el arco volcánico tiene rumbo semejante, y se asocian con estratovolcanes silícicos-intermedios y/o volcanismo máfico no explosivo. Releasing bends, donde el fallamiento normal domina localmente, contienen campos de domos lávicos silícicos-intermedios no explosivos. Cinemática de sobrecorrimiento y levantamiento rápido dominan la deformación en segmentos del arco volcánico con rumbo NNO-SSE, donde restraining bends podrían existir. Grandes calderas silícicas-intermedias explosivas ocupan estos sitios con estratovolcanes, los cuales pueden haberse desarrollado por encima de calderas previas actualmente ocultas o pueden indicar sitios de futuros colapsos de caldera.

PLÁTICA MAGISTRAL Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

DO PLUMES EXIST?

Foulger Gillian R.

Dept. Earth Sciences, University of Durham, U.K.

foulger@edu.uk

Mantle plumes were originally proposed in 1971 by W. Jason Morgan to explain intraplate volcanism, and large-volume ridge-centred volcanism, that seemed to be not explicable by plate tectonics. He defined precisely their characteristics and consequences, such that the original, classical plume hypothesis was readily testable. However, subsequent research tended to not confirm the predictions. Large igneous provinces have been found to be not preceded by the predicted uplift, many "hot spots" are not associated with time-progressive volcanic tracks, seismic anomalies extending down into the deep mantle have often not been seen, and at many "hot spots" there is no evidence that they are hot.

Nevertheless, instead of the theory being abandoned as is done, for example, in medical research if a drug is found to not produce the predicted results, the plume model was retained. The problems were dealt with by progressively adapting the theory in an ad hoc fashion to include the unpredicted observations. Plumes have been proposed to come from almost any depth, to rise vertically or tilt, to flow for thousands of kilometres laterally, to have narrow or broad conduits, to have no plume head, one head, or multiple heads, to produce steady or variable flow, to be long- or short-lived, to speed up or slow down, to have a source that is either geochemically depleted, enriched, or both, to have either high or low $3\text{He}/4\text{He}$ and to be either hot or cold. Thus, the contemporary plume theory is not falsifiable, but has become so flexible it has become a data-independent, a priori assumption. Many research papers are nothing more than reports that list new data and then suggest how the plume model must be adapted to fit them. Such an approach is unscientific. Worst, it is distracting many scientists from seeking scientific explanations for various volcanic regions.

There has recently been renewed interest in considering alternative models for "hot spots" that may fit the observations with few ad hoc assumptions or appeals to coincidence. One of these proposes that all surface volcanism is essentially a shallow phenomenon, has nothing to do with the deep mantle, and volcanic "anomalies" are simply the by-products of plate tectonics. This theory attributes "hot spots" to permissive volcanism in areas of extension. The volumes of melt produced, which may be large in the case of tholeiitic provinces such as Hawaii, or small in the case of alkaline volcanism in continental rifts, are controlled by the fertility of the underlying source. The presence of eclogite or pyroxenite in the source, or refertilised peridotite, will result in larger volumes of magma than if the extending region is underlain by depleted peridotite. Volatile content and temperature will also affect melt volumes, but in a secondary way.

A third of all the world's "hot spots" lie on or close to spreading plate boundaries. Extending intraplate regions such as the East African Rift and back-arc basins are also commonly associated with "hot spots". Fertility may be introduced to the mantle by subducting slabs. The crustal portion transforms to eclogite at depth. Other sources of fertility are the metasomatised mantle lithosphere of subducted slabs and continental mantle lithosphere, which may delaminate following thickening as a result of continental collision. Refertilised mantle may have a solidus as much as 200°C lower than that of depleted mantle peridotite. The melting of such material beneath an extending area may yield several times as much melt as would be extractable at the same temperature from depleted peridotite.

This alternative model for the genesis of "hot spots" raises new questions and challenges. Can the melt volumes observed be quantitatively modeled? How should seismic tomography images be interpreted? How hot are "hot spots"? Are deep mantle plumes physically possible? What is the relationship between large igneous provinces and volcanic chains? Can geochemical observations be reconciled with a fertile source at relatively normal temperatures? What is the origin of high $3\text{He}/4\text{He}$? Right or wrong, the present challenge to the plume hypothesis and the innovative thinking it is encouraging, is unearthing many novel new research problems that have long gone unrecognised.

PLÁTICA MAGISTRAL Jueves 4 de Noviembre, Salón Juárez 1, 12:15 hrs.

NUEVOS PROCESOS EN LOS ANDES: EVIDENCIAS Y PROBLEMAS

Ramos Víctor A.

Laboratorio de Tectónica Andina, Universidad de Buenos Aires

ramos@uba.ar

Uno de los paradigmas más importantes que en las últimas décadas explicaba los pulsos de deformación en un sistema de subducción activa estaba relacionado con las tasas de convergencia. Los clásicos estudios de Pardo Casas y Molnar (1987) relacionaban las orogenias incaica y quechua a períodos de alta velocidad de convergencia relativa entre la placa de Nazca y la de Sudamérica. En los últimos años a través de estudios magnetoestratigráficos de los depósitos sinorogénicos se pudo comprobar una relación inversa entre tasas de acortamiento orogénico y velocidad de convergencia. Prolijos estudios geocronológicos demostraron que las máximas tasas de acortamiento se producían en los últimos 9 millones de años, período donde se registraba una importante desaceleración de la velocidad de convergencia.

A su vez los estudios sobre la evolución magmática de los arcos volcánicos cenozoicos demostraron que tanto el engrosamiento cortical, como la erosión cortical por subducción producían residuos eclogíticos en la base de la corteza (Kay y Kay, 1993, Stern 1991), y una señal adakítica en las rocas volcánicas producidas en ese período. Esta señal adakítica podía ser permanente o transitoria de acuerdo al proceso responsable de su formación. Como consecuencia de este proceso se genera en la base de la corteza una inestabilidad gravitacional entre las eclogitas y el manto astenosférico.

Los estudios de James y Sacks (2000) junto con los de Kay et al. (2000), ilustraron los procesos asociados a la horizontalización y al empinamiento de la zona de Wadati-Benioff. Un ciclo orogénico completo que lleve a la generación de un flat-slab con su consecuente silencio volcánico, y a un posterior resurgimiento de la actividad volcánica, produce una serie de procesos que culminan con la delaminación tanto del manto litosférico como de la corteza inferior. Esta delaminación elimina la inestabilidad gravitacional e incrementa el gradiente térmico de la corteza, a la vez que al retirar de la corteza inferior el material eclogítico, disminuye drásticamente su resistencia a la deformación.

El análisis de los tiempos de delaminación y de deformación en el antepaís, permiten proponer que la aceleración de la velocidad de acortamiento orogénico se produce por un debilitamiento de la corteza inferior y por ende su respuesta es independiente de la tasa de convergencia al momento del levantamiento orogénico.

Esta hipótesis se ha confirmado por diferentes métodos geofísicos (véase Yuan et al. 2000) que ilustran el estado termal del manto litosférico, el desarrollo de transiciones frágil-dúctiles en la corteza, y que recientemente han mostrado los procesos de delaminación activa en sectores específicos de la Cordillera de los Andes.

Si bien hay evidencias de continuas ondas de variación de la inclinación de las zonas de subducción a lo largo los Andes (Ramos y Folguera, 2004), las evidencias de delaminación son más restringidas, lo que plantea la necesidad de identificar los procesos de delaminación en diversos sectores con diferente composición cortical y espesor, dado la variedad de respuestas que pueden generar estos procesos.

Sobre esta base se concluye que el análisis interdisciplinario entre la evolución estructural, sedimentaria y magmática de la Cordillera de los Andes permiten una comprensión más activa de los procesos que llevan a su formación.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 09:30 hrs.

MAGMATISMO Y EXTENSIÓN CENOZOICOS EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL: GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE UNA GRANDE PROVINCIA ÍGNEA SILÍCICA EN EL OCASO DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA FARALLÓN

Ferrari Luca¹ y Valencia Moreno Martín²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² ERNO, Instituto de Geología, UNAM

luca@geociencias.unam.mx

Este trabajo pretende resumir el estado del conocimiento geológico sobre la Sierra Madre Occidental (SMO) y se realizó en respuesta a una invitación para el Centenario de la Sociedad Geológica Mexicana.

La geología de la SMO está dominada por conjuntos de rocas ígneas asociados a diferentes episodios magmáticos, que resultaron de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norte América: 1) rocas plutónicas y volcánicas de Cretácico Superior-Paleoceno; 2) rocas volcánicas andesíticas y, en menor medida, dacítico-riolíticas del Eoceno; 3) ignimbritas silíceas emplazadas en su mayoría en dos pulsos en el Oligoceno Temprano (32-28 Ma) y el Mioceno Temprano (24-20 Ma); 4) coladas basáltico-andesíticas extravasadas después de cada pulso ignimbritico (SCORBA); 5) coladas de basaltos alcalinos e ignimbritas emplazados generalmente en la periferia de la SMO en diferentes episodios del Mioceno tardío, Plioceno y Cuaternario. Los productos de todos estos episodios magmáticos, parcialmente superpuestos entre sí, cubren a su vez un basamento heterogéneo pobremente expuesto del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico.

La tectónica Terciaria ha afectado significativamente la SMO. La tectónica extensional inició por lo menos en el Oligoceno en toda la mitad oriental de la SMO, provocando la formación de amplios graben en su flanco este. En el Mioceno temprano y medio la extensión afectó la mitad occidental de la SMO. Esta deformación fue mas intensa en Sonora (donde se llegó a la exhumación de corteza inferior (en los "core complexes") mientras en el resto de la SMO no rebasó el 30%. La extensión del Mioceno Superior se concentra en la franja costera del Golfo de California y está claramente relacionada con la apertura de este rift continental. Es importante notar que gran parte de la extensión se dio mientras la subducción de la placa Farallón todavía era activa.

A pesar de haber sido poco estudiada la SMO tiene una gran importancia científica y económica. El volcanismo silíceo Terciario hace de la SMO una de las provincias ígneas silíceas más grande del mundo, y la más grande del Cenozoico. Los picos de volcanismo ignimbriticos de la SMO se consideran la causa de un evento paleoclimático global de enfriamiento ocurrido en el límite Eoceno-Oligoceno y de un evento de enfriamiento de menor duración en el Mioceno temprano. El conjunto de rocas magmáticas Cretácico-Paleogeno, es huésped de los depósitos de plata y cobre más grandes del planeta. Por otro lado este arco magmático pre-ignimbritico es una pieza fundamental para entender el mecanismo que dio origen a la orogenia Laramide que afectó al continente más al este. Hasta la fecha, no hay acuerdo sobre el mecanismo que produjo este gigantesco pulso magmático y, particularmente, sobre el papel de la corteza en la génesis del volcanismo silíceo. Por otro lado, las causas de la extensión anterior al Mioceno tardío y su relación con la última fase de la subducción tampoco son completamente claras. En muchos sentidos se puede decir que la SMO sigue siendo una frontera geológica.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez 1, 10:00 hrs.

EL MAPA GEOLÓGICO DE SONORA, ESCALA 1:1,000,000

González León Carlos M.¹, Valencia Moreno Martín A.¹, Noguez Alcántara Benito² y Salvatierra Domínguez Eduardo²

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² Servicios Industriales Peñoles

cmgleon@servidor.unam.mx

Este trabajo presenta la primer versión del mapa geológico del Estado de Sonora, escala 1:1,000,000. Se trata de un trabajo mayormente de compilación que incluye la información geológica más actualizada, basada en trabajos publicados e incluyendo algunos en prensa. Una fuente muy importante de la información provino de la reciente cartografía geológica publicada por el Consejo de Recursos Minerales. Otra buena parte del trabajo se extrajo de artículos científicos, tesis profesionales, bases de datos generadas por los autores, así como trabajos y experiencias propias. En este mapa se refleja también, una buena dosis de interpretación, sobretudo en lo que se refiere a aspectos estructurales. El trabajo fue digitalizado en Autocad Map, con el fin de poder interactuar con sistemas de información geográfica. El mapa distingue 32 divisiones litológicas, sus principales unidades litoestratigráficas, sus edades, el ambiente de depósito que representan y los eventos tectónico asociados. Las rocas del basamento proterozoico se distinguen de acuerdo a su naturaleza metamórfica, ígnea o sedimentarias, y a sus respectivos terrenos tectónicos (Terrenos Caborca y Norteamérica). Las rocas paleozoicas se diferenciaron de acuerdo a su ambiente de depósito, como facies de plataforma y cuenca marina profunda; en otros casos, se consideran como rocas paleozoicas indiferenciadas. Para el Mesozoico, se reconocen por separado las rocas ígneas intrusivas, volcánicas y metamórficas del arco magmático triásico-jurásico continental, así como las unidades litoestratigráficas (grupos y formaciones), principalmente sedimentarias, del Triásico, Jurásico y Cretácico de las cuales se precisan sus edades y ambientes tectónicos. El arco magmático laramídico se reconoció por separado en su componente volcánico y volcanosedimentario y en los cuerpos intrusivos y batolíticos asociados. Se distingue por separado

el volcanismo mayormente félsico de la Sierra Madre Occidental, sus domos riolíticos asociados, y a los granitos peraluminosos relacionados (y no relacionados) a los complejos con núcleos metamórficos ("metamorphic core complexes"). Del mismo modo, se distinguen los depósitos de relleno de cuencas sintectónicas asociadas a estos complejos. Se trataron de diferenciar los afloramientos de rocas asociadas con 1) el volcanismo oligo-mioceno bimodal (~27 a 18 Ma) que sobreyace al volcanismo félsico de la Sierra Madre Occidental, y que en los valles de Sonora se encuentra generalmente intercalado en la parte inferior de los rellenos clásticos de los valles producidos durante el evento distensivo "Basin and Range", localmente conocidos como la Formación Baucarit; al 2) volcanismo miocénico calcoalcalino (~23 y 12 Ma) expuesto en la región costera y asociado al llamado arco Circum-Golfo, el cual se incluyó como una sola unidad junto con el volcanismo de la provincia extensional (syn-rift) del Golfo de California y 3) por último, se diferenció al volcanismo basáltico plio-cuaternario. Los rellenos sedimentarios consolidados que afloran ampliamente en los valles y en partes de las regiones costeras del estado, que en general se reconocen como la Formación Báucarit del Mioceno, son presentados como una sola unidad junto a otros depósitos sedimentarios más jóvenes, mal consolidados y poco estudiados, que se presentan en los valles de Sonora.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Juárez I, 16:45 hrs.

PALEOSEISMOLOGY IN CENTRAL MEXICO: THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

Langridge Robert M.
Geological & Nuclear Sciences
r.langridge@gns.cri.nz

The time is right for more research into the paleoseismic history of faults in the central belt of Mexico. This belt, which stretches for more than 1000 km from the Pacific coast of Jalisco toward the Atlantic coast near Jalapa, generally coincides with the volcanism of the Trans-Mexican Volcanic Belt. The style of faulting is typically extensional (normal) and faults within this belt are capable of generating crustal earthquakes of $M > 6.5$. Therefore, these faults pose a hazard to the people and structures of central Mexico.

Paleoseismic studies which look into the record of surface-rupturing earthquakes on a given fault, have so far been limited. However, several papers on its neotectonic character and macroseismic events have been published (see Suter). One of the main focuses so far has been the Acambay Fault in the Acambay Graben, due to the large event there in 1912 which has left an indelible impact on the people and science of earthquakes here in Mexico. Studies by this author have shown that repeated large events have occurred on the Acambay Fault during the Holocene and prior to 1912. The slip rate for the Acambay Fault is low (c. 0.1-0.2 mm/yr) and therefore the calculated repeat or recurrence time for these events is comparable to that observed in trenches. In this regard, the Acambay Fault probably is typical of TMVB normal faults.

Other paleoseismic studies in central Mexico have been carried out near Morelia and in surrounding areas by Garduño and others, and by workers from the Centro de Geociencias in Juriquilla. The latter study was done in 2002 and involved trenching a fault scarp in urban Queretaro related to water draw-down. This trench showed that though there is no evidence for Holocene faulting, that the presence of deposits of this age did not preclude active basin subsidence, and therefore faulting. Faults such as the Venta de Bravo and Pastores Faults have potential as faults that have had macroseismic activity and may yield sites worthy of trench investigations.

Other work that has potential links to paleoseismology include historical re-analysis of accounts from the colonial era in Mexico, such as that published by Suarez et al. from Jalisco. These historical accounts can direct us toward a rupture source (fault) that can be trenched for a longer earthquake record.

PLÁTICA INVITADA Lunes 1º de Noviembre, Salón Mariposas I, 11:15 hrs.

MINERAL WEATHERING AND SURFACE WATER CHEMISTRY: LOCAL AND GLOBAL QUESTIONS

Drever James I.
Dept. of Geology & Geophysics, University of Wyoming, USA
drever@uwyo.edu

Mineral weathering is the major control on the composition of unpolluted surface waters. It is also the most important long-term control on the CO₂ concentration of the atmosphere and hence global temperature. Early attempts to explain the compositions of waters draining silicate terrains were based on concepts of mass balance and chemical equilibria among secondary phases. More recent approaches have focused on mineral dissolution kinetics and on field studies, particularly studies that link soil profiles to runoff chemistry. There has been a great deal of laboratory work on mineral dissolution kinetics but the outcome in terms of predicting or understanding weathering rates in the field (and hence surface water compositions) has been disappointing. This is probably because of the importance of transport processes as distinct from reaction kinetics in determining field weathering rates, and because of the importance of coupling between physical erosion and chemical weathering. The role of vegetation is complex. It is not an explanation for the common observation that weathering rates in the field are much slower than would be predicted from laboratory experiments using inorganic acids and salts.

Overall, the most important controls on weathering rate appear to be runoff, temperature, and physical erosion rate. The important geographic locations of CO₂ consumption by weathering are volcanic terrains in the tropics, where temperature, rainfall, and erosion rates are all high. The direct effect of glaciation on global weathering rates seems to be relatively small.

Some of these principles will be illustrated by data from the Rio Ameca basin in Jalisco and Nayarit.

PLÁTICA INVITADA Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 09:00 hrs.

LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA CENOZOICA DEL SUR DE MÉXICO: AVANCES Y PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Morán Zenteno Dante Jaime, Cerca Mariano y Keppie Duncan

Instituto de Geología, UNAM

dantez@servidor.unam.mx

Los avances recientes en el conocimiento de la estructura y la estratigrafía cenozoicas del sur de México revelan una evolución compleja caracterizada por eventos de deformación orogénica iniciados en el Cretácico Tardío, seguidos por episodios de truncamiento de la margen continental y extinción gradual del magmatismo de arco en la Sierra Madre del Sur, antes del desarrollo del Cinturón Volcánico Mexicano.

El patrón de extinción general del magmatismo desde el Cretácico Tardío y Paleoceno en Colima y Jalisco, hasta Mioceno medio en la parte central y suroriental de Oaxaca, presenta, a la luz de los datos geocronológicos recientes, variaciones que rompen con un esquema simple de extinción hacia el SE. El plutonismo del Paleoceno reconocido en la región de Manzanillo convivió con un episodio magmático de la misma edad en la parte central de la Sierra Madre del Sur, para el cual se han reportado algunas afinidades adakíticas. El eje principal del magmatismo entre el Eoceno medio y el Oligoceno, se desarrolló a lo largo de la margen continental actual pero también hubo considerable volcanismo en una franja ubicada entre 100 y 200 km hacia el interior del continente. Los caracteres geoquímicos de este magmatismo indican en general una baja asimilación de la corteza continental.

Para el Eoceno e inicios del Oligoceno se han reconocido dos periodos de fallamiento lateral que variaron en tiempo y espacio y que activaron fallas de orientación NW-SE y N-S. Este último conjunto de fallas parece haber sido activo solo en el norte de la Sierra Madre del Sur, mientras que el primero siguió activo durante el Oligoceno en la margen continental de Oaxaca. Estos episodios indican que las direcciones de extensión relacionadas variaron de NNW-SSE a NE-SW y que localmente activaron durante el Oligoceno fallas normales en discontinuidades preexistentes.

Existen todavía problemas fundamentales respecto a la interpretación de los procesos de tectónica de placas que originaron los regímenes de esfuerzos que activaron los diferentes conjuntos de fallas laterales que han sido documentados hasta ahora y los factores que causaron los patrones de migración magmática observados y el truncamiento continental. Por una parte, han permanecido inciertos algunos de los argumentos sostenidos para postular la presencia del bloque de Chortis frente a la actual margen continental del suroeste de México. Por otro lado, los modelos que explican los desplazamientos restringidos con respecto al bloque Maya y sin una juxtaposición con la margen SW de México, sugieren más bien un truncamiento continental producido por erosión por subducción y un papel muy activo del ridge de Tehuantepec como factor de cambio en la geometría de la subducción y en la deformación por acortamiento en el sureste de México. Este tipo de modelos dejan, sin embargo, abiertas las causas del patrón de extinción magmática observado en la Sierra Madre del Sur.

PLÁTICA INVITADA Martes 2 de Noviembre, Salón Juárez 1, 16:00 hrs.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LAS CADENAS PLEGADAS Y CABALGADAS DEL OCCIDENTE DEL GOLFO DE MÉXICO: SIERRA MADRE ORIENTAL-SIERRA DE ZONGOLICA-SIERRA DE CHIAPAS

Padilla y Sánchez Ricardo José

Facultad de Ingeniería, UNAM

ricardoj_padilla@yahoo.com.mx

La evolución geológica de la Sierra Madre Oriental-Sierra de Zongolica-Sierra de Chiapas está íntimamente ligada con los procesos tectónicos que dieron origen al Golfo de México. La fragmentación y dispersión de la Pangea en el área que hoy ocupa la porción oriental de México comenzó durante el Triásico Tardío (~220 ma). La apertura del Golfo de México dió paso a la formación de un sistema de grabenes alargados, estrechos y orientados NW-SE en la parte que corresponde al occidente de la ubicación actual de esta cuenca oceánica. En esas depresiones se depositaron lechos rojos en condiciones continentales desde el Triásico Superior hasta el Jurásico Medio (Bajociano, 169 ma) que posteriormente fueron cubiertas por aguas marinas para depositar grandes volúmenes de sal durante el Calloviano (164-159 ma). El área del actual Golfo de México estaba entonces ocupada por el Bloque Yucatán, mismo que se desplazó muy rápido hacia el sur-sureste, del orden de 400 km, hasta la posición que ocupa actualmente, en un lapso de tiempo de 5 millones de años. Como consecuencia de ese movimiento tan súbito, hablando en tiempo geológico, se creó un desequilibrio isostático importante que provocó largos periodos de subsidencia en la parte central del Golfo de México, acompañados de importantes levantamientos en las áreas continentales y en los bordes de la cuenca oceánica. Las Cadenas Cabalgadas y Plegadas del oriente de México se formaron por un deslizamiento gravitacional hacia

la gran depresión del Golfo de México como una consecuencia de ese desequilibrio isostático; el nivel de décollement sobre el que se deslizaron las secuencias sedimentarias marinas mesozoicas se ubica en las rocas dúctiles Jurásicas del Oxfordiano-Tithoniano. La edad de la deformación en la Sierra Madre Oriental es más antigua (Paleoceno-Eoceno), que la deformación en la Sierra de Zongolica (Eoceno-Mioceno Medio), o que en la Sierra de Chiapas (Mioceno Medio). Se presenta una reconstrucción de tectónica de placas sustentada en datos geológicos de campo, datos geofísicos e información paleogeográfica.

PLÁTICA INVITADA Miércoles 3 de Noviembre, Salón Claustro 2, 09:00 hrs.

AVANCES EN LA INTEGRACIÓN GEOLÓGICA-GEOFÍSICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS PETROLEROS EN EL GOLFO DE MÉXICO PROFUNDO

Navarro Hernández Rebeca¹, Miranda Canseco E.¹, Rojas Rosas R.¹, Ruiz Osorio A.S.¹, Rodríguez Arvizu L.I.¹, Carrillo Montiel I.Y.¹ y Méndez Vázquez J.²

¹ Exploración y Producción, PEMEX

² Instituto Mexicano del Petróleo

rebeca@hotmail.com

En la parte mexicana del Golfo de México Profundo, la zona con batimetría mayor a los 500 m de profundidad constituye un área de potencial interés petrolero dada su clara definición como parte de una cuenca sedimentaria de dimensiones regionales, de la que solo sus bordes externos han sido explorados y reconocidos de manera sistemática. Dicha zona profunda cuenta característicamente con muy poca información directa y constituye un área frontera donde se están aplicando estudios regionales de acuerdo al proceso exploratorio.

El trabajo que aquí se presenta forma parte de una serie de estudios encaminados a evaluar el potencial petrolero de esa megacuenca y consiste en la interpretación geológica geofísica de las principales secuencias presentes en el Golfo así como sus respectivas facies sísmicas. Se interpretó toda la información sísmica adquirida en el golfo de México incluyendo las campañas más recientes. Es importante mencionar que a este proyecto sísmico se han agregado algunas líneas aleatorias 2D generadas a partir de cubos sísmicos, con la finalidad de tener amarres más confiables con pozos y con áreas de mayor control estratigráfico.

En las áreas cercanas a la costa se tienen pozos que permiten tener un control estratigráfico hasta el inicio del talud, ya que en la planicie abisal únicamente se cuenta con los pozos del Deep Sea Drilling Project. La interpretación regional se definió en función de 9 transectos regionales, llevando la correlación de la planicie abisal hacia la costa en forma radial.

La columna estratigráfica definida en este estudio consta de 16 secuencias sísmicas y esta sustentada al norte por la correlación de información de pozos y líneas sísmicas compradas a los Estados Unidos; al Este, Sur y Sureste de la cuenca la interpretación es amarrada por los pozos que bordean la costa del Golfo de México. Esta interpretación permitió definir las provincias geológicas que conforman el Golfo de México Profundo, sus estilos estructurales y épocas de deformación.

Una vez establecido el marco cronoestratigráfico, se identificaron las facies sísmicas dentro de cada una de las principales secuencias estratigráficas, generándose 12 mapas de facies. En algunas secuencias se pueden identificar varios ciclos sedimentarios, pero debido al carácter regional de este proyecto se tomó de manera generalizada la reflexión predominante dentro de cada secuencia estratigráfica. Los principales parámetros para la descripción de las facies fueron: configuración de la reflexión, amplitud y continuidad. De manera general, las principales configuraciones de reflexión identificadas en este proyecto son las paralelas, subparalelas, hummocky, caóticas y algunas combinaciones de ellas. Este análisis ha permitido elaborar mapas de facies, definir depocentros y nos da elementos para predecir la ocurrencia de rocas generadoras, almacenadoras y sellos.

La información obtenida en este estudio se está integrando con los estudios tectónicos regionales y con la información geoquímica obtenida de pozos perforados en la plataforma continental y del muestreo de fondo marino para realizar el modelado de los sistemas petroleros del Golfo.

PLÁTICA INVITADA Jueves 4 de Noviembre, Salón Mariposas 1, 11:45 hrs.

CORRELATION PALEOZOIC AND PROTEROZOIC TERRANES OF SOUTHERN MEXICO WITH THE NORTHERN ANDES BASED ON U-PB GEOCHRONOLOGY OF DETRITAL ZIRCONS

Ruiz Joaquin¹, Talavera Oscar² y Gehrels George¹

¹ Department of Geosciences, University of Arizona, USA

² Universidad Autónoma de Guerrero

jrui@geo.arizona.edu

Much has been written about the relationship of the Proterozoic Oaxaca complex and Paleozoic Acatlán Complex of southern Mexico with the northern Andes. Here we show new U-Pb geochronology of detrital zircons of all the units of the Acatlán Complex and some of the Paleozoic cover of the Oaxacan Complex that show that the provenance and the depositional history of the Acatlán Complex and the age of source rocks and their orogenic affinities is from either Gondwana, Laurentia or Oaxaquia, even though the sedimentary packages are presently juxtaposed. These new data clearly show that our understanding of the history of the Acatlán Complex is poor, at best.

The zircons from the Paleozoic strata of the Oaxaca Terrane have ages of 993 Ma with subordinate clusters of 358 and 472 Ma. The mid-Proterozoic ages suggest a proximity of this terrane with northwestern South America, as southwestern portions of the Amazon craton and possibly basement massifs in the northern Andes contain igneous rocks of appropriate age. Grenville rocks of North America yield older ages.

The U-Pb zircon ages from the Xayacatlán Formation range from 447 to 3115 Ma. Only five zircons show U/Th ratios >10 indicating that most zircons are magmatic. The cumulative age pattern shows the most important zircon clusters at 447-550 (peak at 477 Ma) and 590-795 (peaks at 603 and 708 Ma). Smaller but distinctive populations occur at 800-1400 (peaks at 946 and 1128 Ma) and 1651-1964 (peak at 1821 Ma) with a few grains in the range 2550-3115 Ma. Zircons from the Cosoltepec Formation yield U-Pb ages ranging from 341 to 3451 Ma. The age-probability curve shows important populations at 500-750 Ma (peaks at 543 and 568 Ma). Minor populations occur in the range 341-450 Ma (peaks at 345, 394 and ~410 Ma), 800-1000 Ma (peaks at 936 and 975 Ma) and 1780-2197 Ma (peaks at 1960, 2087 and 2197 Ma). Detrital zircons from two Chazumba samples (which likely correlates with the Silgará Fm of Colombia) yield nearly ages ranging from 249 to 1772 Ma. The large majority of zircons from Chazumba show low U/Th ratios typical of magmatic zircons. The cumulative age patterns show dominant zircon clusters in the range 249-440 Ma (peaks at 275 and 304 Ma) and 720-1400 Ma (peaks at 744, 922-943 and 1123-1171 Ma)

Our data show that the main units of the complex have different depositional histories and were deposited in contrasting paleogeographic locations at different times. The Xayacatlán Formation represents a Laurentian fragment, whereas that the Cosoltepec Formation is a South American (Gondwanan) suite. The Chazumba and the underlying Magdalena Formation contains zircons compatibles with both Laurentia and Gondwana sources. Our data further indicate that the Xayacatlán and Cosoltepec Formations evolved independently at least until the Silurian. The Chazumba and Magdalena Formations were deposited during Early Permian time and accordingly, their amalgamation with Cosoltepec and Xayacatlán Formations could not have occurred until the final assembly of Pangea.

PLÁTICA INVITADA Viernes 5 de Noviembre, Salón Juárez I, 09:00 hrs.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ORIGEN GEOTÉRMICO EN MÉXICO

Abril Gaspar Alejandro
Comisión Federal de Electricidad
alejandro.abril@cfe.gob.mx

Aunque la generación de energía eléctrica de origen geotérmico empezó en México desde noviembre de 1959, cuando entró en operación una planta de 3.5 MWe en el campo geotérmico de Pathé, Hidalgo, la geotermoelectricidad comercial moderna y sostenida se inicia catorce años después, cuando en abril de 1973 entra en operación la primera unidad de 37.5 MWe del campo geotérmico de Cerro Prieto, BC. En la actualidad, más de 31 años después, México tiene una capacidad geotermoelectrica neta de 953 MWe integrados a la red de distribución, constituida por 36 unidades generadoras a condensación, a contrapresión y de ciclo binario, cuyas capacidades individuales van de los 1.5 a los 110 MWe. Hay otra pequeña unidad aislada de 300 kWe operando en Chihuahua. Todas esas unidades fueron diseñadas y construidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE opera actualmente cuatro campos geotérmicos, dos ubicados en la provincia de la Faja Volcánica Mexicana (Los Azufres y Los Humeros), otro ubicado en una cuenca transtensional del sistema de fallas de San Andrés (Cerro Prieto) y otro más asociado a la tectónica activa del Golfo de California (Las Tres Vírgenes). En ellos funcionan continuamente 205 pozos productores, con profundidades de 500 a más de 3 mil metros, que en lo que va del año 2004 han producido casi 7,700 toneladas por hora (t/h) de vapor geotérmico, acompañadas de 6,600 t/h de salmuera. Durante el año pasado, los campos geotérmicos generaron 6,282 gigawatts-hora (GWh), lo que representó el 3.1% de la electricidad generada total en México. Si bien éste es un porcentaje ciertamente pequeño a nivel nacional, la electricidad generada en el campo de Cerro Prieto representó más de la mitad de la energía eléctrica consumida en el sistema de distribución Baja California de la CFE. Actualmente, la CFE tiene planes para instalar 50 MWe adicionales en el campo de Los Humeros, Pue., y 75 MWe en el prometedor campo de Cerritos Colorados, ubicado en los alrededores de Guadalajara, Jal.

Sesión

**Climatología, Cambios Climáticos y
Atmósfera**

Lunes 1

Salón Claustro 3

CCA-1

SEQUÍA EN EL NORESTE DE JALISCO

Alvarez Pozos Sandra Luz, Tereshchenko Irina y Filonov Anatoliy
 Depto de Física, Universidad de Guadalajara
 sandral@cencar.udg.mx

Se analiza el comportamiento de la sequía en 39 municipios del Estado de Jalisco, en el periodo de 1961-2000. Para evaluar el fenómeno en cuanto a su intensidad, severidad, se aplica a las series de precipitación el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) por McKee, 1993, y el coeficiente de correlación espacial para la identificación de la regiones mas vulnerables ante la presencia de sequía (Walpole, 1993).

Los resultados muestran que la sequía de 1969 tiene un fuerte impacto durante el mes de junio en la región Noreste del Estado. Ocurriendo sequías severas a extremas con indicadores de -1.0 a -2.0 de acuerdo al IEP. Los municipios mas vulnerables son: Ocotlan, Teocaltiche y Jalostotitlan, Jal. Ocurriendo precipitaciones mensuales de 13 mm para la región.

CCA-2

CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA APLICANDO SPI PARA EL ESTADO DE CHIHUAHUA (1970-2002)

Rodríguez Pineda J. Alfredo, Nuñez López Daniel y Muñoz Robles Carlos
 Instituto de Ecología, A.C.
 alfredo@sequia.edu.mx

Los estados del norte de México son afectados por eventos de sequía recurrentes, en algunas ocasiones de catastróficas consecuencias; a pesar de la recurrencia y nivel de daño las características principales de la sequía eran desconocidas. Este trabajo presenta la caracterización de los eventos de sequía que han ocurrido en Estado de Chihuahua durante las ultimas tres décadas, incluyendo la sequía de la segunda mitad de la década de los 90's.

Datos de precipitación total mensual del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de los últimos 30 años colectados en treinta estaciones meteorológicas distribuidas en el Estado fueron estandarizados mediante la técnica del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) (McKee, et al., 1993). Los valores SPI fueron calculados para tres periodos de tiempo (3, 12 y 24 meses) y analizados en conjunto para cada una de las tres regiones climáticas principales del Estado (templada, semidesértica y desértica) para obtener el periodo de retorno y la probabilidad de ocurrencia de varias intensidades de sequía en los próximos 5, 10 15, 20 y 30 años.

Los resultados muestran que en el Estado de Chihuahua no existe una diferencia estadística significativa entre los tres periodos de tiempo utilizados (3, 12 y 24 meses) El análisis muestra que entre los tres tipos de clima del Estado no existe una diferencia significativa del número total de periodos secos, independientemente del valor SPI, aunque la zona de clima templado, en la Sierra Madre Occidental (SMO), mostró una frecuencia ligeramente mayor de valores más negativos de SPI que la zona desértica, en el Desierto Chihuahuense. Lo opuesto ocurre para valores SPI menos negativos, los cuales son

mas frecuentes en la zona desértica. Esto parece indicar que en la SMO se presentan con mayor frecuencia sequías más intensas que en el Desierto Chihuahuense, cuando menos en el Estado de Chihuahua. Los periodos de retorno (Tr) y su error estándar (σ_x), ambos en años, del valor SPI a nivel estatal para el análisis de 12 meses son los siguientes: 1) Tr para $SPI < 0 = 2$ años ($\sigma_x=0.4$), 2) Tr para $SPI \leq -0.5 = 3.7$ años ($\sigma_x=0.6$), 3) Tr para $SPI \leq -1.0 = 8$ años ($\sigma_x=1.4$), 4) $SPI \leq -1.5 = 18.5$ años ($\sigma_x=1.4$), 5) $SPI \leq -2.0 = 30$ años ($\sigma_x= 6.7$). Los resultados no detectaron valores de $SPI \leq -3$ en el periodo de tiempo analizado. Como puede esperarse, las probabilidades de ocurrencia de eventos de sequía es muy alta para sequías moderadas y decrece conforme la intensidad se incrementa.

La cobertura geográfica de los eventos de sequía normalmente envuelve todo el Estado de Chihuahua a pesar de la gran superficie estatal, por lo que el fenómeno afecta todas las zonas climáticas. La gran recurrencia y alta probabilidad de años secos y de sequía nos muestra la urgente necesidad de establecer programas permanentes que planifiquen y administren los recursos hídricos existentes durante los periodos húmedos para que durante los próximos eventos de sequía se mitiguen los daños a la sociedad y a la naturaleza en su conjunto.

CCA-3

UNA CLIMATOLOGÍA DE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL MAR DE LAS AGUAS OCEÁNICAS ADYACENTES A LAS COSTAS DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN, MÉXICO: 1996 - 2003

Gallegos García Artemio¹, Zavala Hidalgo Jorge², Rodríguez Sobreyra Ranulfo¹, Lecuanda Camacho Raymundo¹ y Márquez García Erik³

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³ Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA

gallegos@mar.icmyl.unam.mx

Se analizaron 2,300 imágenes satelitales de temperatura de la superficie del mar de una franja del océano de 500 km de ancho paralela a la costa, desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Lázaro Cárdenas, Michoacán, correspondientes al período de enero de 1996 a diciembre 2003. Los resultados revelan un gradiente térmico promedio de norte a sur de 0.05 °C por cada 10 km y una banda de 30 km de ancho de agua de superficie relativamente fría, a lo largo de la costa. Muestran también, en la evolución anual de la temperatura de la superficie del mar, un notable descenso de 1.8 °C de agosto a septiembre seguido de un ascenso equivalente, de septiembre a octubre. Se propone que este mínimo relativo de temperatura es consecuencia del intenso intercambio de energía en la interfase océano-atmósfera que sucede durante la etapa culminante de la temporada de huracanes del Océano Pacífico oriental y que consiste de una transferencia de calor del estrato superficial del mar a la atmósfera de 2.77 W m⁻² por cada metro de profundidad del estrato mezclado. El calentamiento ulterior ocurre cuando regresan las condiciones de días calmos, soleados y despejados, que favorecen la estratificación térmica y el incremento de la radiación neta en el estrato superficial del mar, aunada a la posible invasión de agua de superficie de la alberca caliente del Pacífico mexicano, localizada justo al sur del área de estudio. Este drástico proceso local de enfriamiento-calentamiento no había sido documentado antes. La presente climatología de la temperatura de la superficie del mar para esta región oceánica sirve como marco de referencia para advertir, en los

datos térmicos de la imaginería satelital actual, fluctuaciones interanuales asociadas a episodios como El Niño y tendencias aliadas al cambio climático global cuyos impactos locales pudieran vulnerar el rendimiento de la industria pesquera regional.

CCA-4

PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LOS CICLONES TROPICALES DEL PACÍFICO ORIENTAL

Cornejo López Víctor Manuel, Tereshchenko Irina y Filonov Anatoly
 Depto de Física, Universidad de Guadalajara
 vic@astro.iam.udg.mx

En este trabajo fue formado un banco de datos de Ciclones Tropicales (CT) desde año 1949 hasta 2003, fuente: National Hurricane Center de Miami Fl. (NHC). En México hay referencias de CT desde la colonia, sin embargo estos datos hacen más bien referencia a efectos destructivos en puertos. Sin embargo, los datos son confiables para procesos estadísticos, desde 1969 cuando se pudo vigilar la zona con métodos satelitales. Por eso, se hace un análisis espacial y estadístico de los CT desde el año de 1969 hasta 2003.

Dicha serie fue revisada con control crítico, corregida y adaptada para procesarlo con estadística básica y análisis espectral. Los resultados obtenidos nos permiten localizar los puntos de origen, puntos donde fenecen y la distribución espacial de todos los CT del Pacífico oriental, representada con isolíneas mensuales de frecuencia sobre toda la cuenca.

En esta línea destaca la zona conocida como "Olla Caliente" cercana al Golfo de Tehuantepec donde se origina cerca del 60% de los ciclones tropicales de dicha cuenca. Esta área es enmarcada en 1x1 grados de longitud y latitud que nos permitió calcular cuantos CT tienen origen en cada cuadrado y que rumbo han tomado durante las primeras horas. Trabajo semejante lo hicieron por primera vez Cry y Haggard en 1959 para la cuenca del Atlántico norte en base a metodología de esa época.

Los resultados estadísticos nos describen, entre otras cosas, distancias recorridas por los organismos, tiempo de vida y velocidad promedio de desplazamiento para cada CT en los distintos meses de la temporada.

La información emanada de este estudio, puede servir para verificar los modelos numéricos de trayectoria de los CT, también es ayuda gráfica de primera mano para oficinas de meteorología y climatología encargadas de la orientación pública en presencia de estos eventos como son: Protección Civil, Semarnat y el Servicio Meteorológico Nacional, etc.

Al alcanzar mayor conocimiento de las características de los CT se contribuye a la formación de personal docente y a la formación de recursos humanos de alto nivel en esta área de la meteorología.

CCA-5

VARIABILITY AND PREDICTABILITY OF THE NORTH AMERICAN MONSOON RAINFALL

Cavazos Tereza¹ y Gershunov Alexander²
¹ CICESE
² Scripps Institution of Oceanography
 tcavazos@cicese.mx

In this study we investigate the climate variability and predictability of monsoon rainfall based on climatic teleconnections. We construct regional characteristics (indices) of seasonal precipitation and intraseasonal statistics such as monsoon onset and daily extremes from all the stations with more than 30 years of daily data. These regional indices are used to explore local and remote climatic links to quantify the predictability of selected features of the monsoon. We provide a statistical methodology that relates the large-scale climate states to features of the monsoon rainfall that could be used for seasonal forecasts at lead times of several months.

CCA-6

LA PRECIPITACIÓN DE GUANAJUATO Y LA OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO: UNA POSIBLE RELACIÓN

Montesinos Silva Genaro y Mendoza Celedón Briseida
 Depto. de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato
 genaros@dulcinea.ugto.mx

El análisis de la muestra de 1895 a 1994 del registro de la precipitación anual del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, utilizando promedios móviles de 7 años, permitió identificar fluctuaciones en su tendencia y diferenciar cuatro ciclos lluviosos: 1985-1918, 1919-1959, 1960-1985 y 1986-1994; a su vez la comparación de las medias de los ciclos concluyó que la tendencia de la precipitación media ha sufrido cambios a lo largo del periodo de estudio.

La variabilidad anual del clima en México es modulada principalmente por la presencia del fenómeno global "El Niño/Oscilación del Sur" o ENSO, así lo confirman diferentes trabajos que han demostrado que dicha manifestación climática produce impactos notables en el verano, principalmente en las precipitaciones del centro y sur del país, y en el invierno, en las lluvias del noroeste y noreste de México, así como en la temperatura de la mayor parte de la república. Por lo anterior, en los últimos años dicho fenómeno ha sido utilizado como elemento fundamental en los pronósticos climáticos estacionales con resultados alentadores.

Actualmente, se discute que además del efecto del ENSO, el clima de nuestro país recibe la influencia de otros fenómenos climáticos que se presentan en diferentes escalas espacio-temporales, como la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), descubierta a mediados de los 90's, como resultado de los estudios de las conexiones entre los ciclos de producción del salmón en Alaska y el clima del Pacífico. Dicho fenómeno ha presentado en el último siglo cuatro fases: de 1890 a 1924, de 1925 a 1946, de 1947 a 1976 y, de 1977 a 1995, las cuales han sido caracterizadas en forma alternada como fría y caliente respectivamente.

La comparación gráfica entre los registros anuales de la precipitación del Observatorio Meteorológico de Guanajuato y del Índice de la Oscilación Anual del Pacífico, reconoció una cierta similitud en la presencia de los cuatro períodos, por lo que se realizó este trabajo a fin de comparar estadísticamente ambos archivos anuales, considerando el lapso de 1900 al 2003. Las correlaciones entre el Índice de la ODP y la precipitación del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, y de éste con la desviación de la precipitación del mismo observatorio, ambas tienen un valor de $r = 0.1542$ y no son estadísticamente significativas al nivel del 5% ($p = 0.1180$). Pero la correlación entre los valores promedio obtenidos en el proceso de identificación de la tendencia de ambos registros, usando promedios móviles de 7 años, posee un valor de $r = 0.1941$ y es significativa al nivel del 10% ($p = 0.0555$).

Los resultados obtenidos en este análisis representan una nueva faceta del estudio de la variabilidad climática de la precipitación del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, en donde trabajos previos habían detectado la presencia de ciclos con periodicidad de entre 2 a 7 años asociados a la señal del ENSO, y en períodos de 22 a 44 años relacionados a los ciclos solares.

CCA-7

PATRONES METEOROLOGICOS DE LA ZONA METROPOLITA DE GUADALAJARA A FINALES DEL SIGLO XX Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XXI EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Tereshchenko Irina, Filonov Anatoliy y Figueroa Montaña Arturo
Universidad de Guadalajara
itereshc@ccip.udg.mx

En el presente trabajo se estudia el comportamiento temporal de las variables meteorológicas registradas por las ocho estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMG, para el periodo Enero 1994-Diciembre 2002. La red registra las variables meteorológicas de: Temperatura, Humedad Relativa, Dirección y Velocidad del Viento. Se aplicaron dos métodos de tratamiento de los datos: Análisis temporal y análisis espectral. En el primero de ellos se utilizó un método de filtración móvil de 15 días, a fin de compactar los datos para facilitar el manejo y análisis de los mismos, pero sin sacrificar su calidad. Basado en esta metodología se realizó un análisis profundo de las variaciones diarias de todas las magnitudes meteorológicas de la ZMG. De las series de tiempo analizadas, los datos de viento tuvieron un tratamiento distinto para la construcción de la rosa de viento temporal. Los resultados del cálculo nos muestran que en casi todas las estaciones el viento presenta dos ciclos, desde noviembre a mayo (periodo con poca lluvia) el viento muestra una rotación diaria; y desde junio a octubre, una dirección dominante con vientos sureños (periodo de lluvias). Respecto a la magnitud del viento, se observó la escasa capacidad ventilatoria en el Suroeste de la metrópoli donde la magnitud del viento apenas supera los 2 m/s. Por otro lado las zonas de mayor ventilación son el Norte, Noroeste y Centro de la ciudad, donde los patrones de viento juegan un papel importante en la acumulación y/o dispersión de los contaminantes en la ZMG. La aplicación del análisis espectral detectó periodos principales con un rango de variación en todos los campos de las magnitudes analizadas que van desde los periodos diurnos y semidiurnos hasta de dos semanas. La variabilidad de los parámetros meteorológicos en zonas reducidas como la ZMG es afectada por las condiciones regionales, las características topográficas y la conformación urbana.

CCA-8

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE DISTINTAS BASES DE DATOS DE VIENTO EN AMBOS EXTREMOS DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Romero Centeno Rosario, Zavala Hidalgo Jorge y Binimelis de Raga Graciela
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
rosarioromero50@hotmail.com

La región del Istmo y Golfo de Tehuantepec es de gran interés científico por los vientos intensos que ahí se desarrollan. La influencia de estos vientos en procesos locales como la generación de remolinos oceánicos y el desarrollo de oleaje han dado origen a diversos estudios. En este trabajo se analizan distintas bases de datos de viento en la zona.

La variabilidad diurna y estacional de la rapidez y dirección del viento en dos puntos localizados en los golfos de México y Tehuantepec, en ambos extremos del Istmo, son analizadas a partir de los datos del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF 40-Years Reanalysis) y del segundo reanálisis del National Centres for Environmental Prediction (NCEP/DOE AMIP II o NCEPR2) para el periodo 1979-2002. Algunos de los resultados se comparan con los obtenidos a partir de datos de los observatorios de Salina Cruz y Coatzacoalcos y de la estación anemométrica de La Venta, localizada sobre la planicie costera del Golfo de Tehuantepec cerca de la salida del corredor de vientos del Istmo. Los resultados muestran algunas diferencias importantes en el ciclo anual y en la amplitud de la señal estacional de las componentes y de la rapidez del viento, así como en la distribución de frecuencias de la dirección del viento. La marcada bimodalidad en la distribución de frecuencias de la rapidez del viento observada en los datos de La Venta no se observa en los demás conjuntos de datos.

En este trabajo se analizan también datos del escaterómetro QuikSCAT, interpolados en una malla de $1^\circ \times 1^\circ$ de resolución, para el período de agosto de 1999 a diciembre de 2002. Con estos datos se estudian las variaciones diurnas y estacionales del viento en ambos extremos del Istmo de Tehuantepec. Los resultados se comparan con los obtenidos a partir de los datos del ECMWF y del NCEPR2 para este mismo período. En general, los datos del escaterómetro muestran promedios mensuales de rapidez del viento en el Golfo de Tehuantepec mayores a los obtenidos con los datos del ECMWF y del NCEPR2.

CCA-9

PATRONES DE FLUCTUACION Y PERIODOS DE RECURRENCIA EN LA LLUVIA DE VERACRUZ

Alvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
alvarezgasca@hotmail.com

Se presenta un análisis de la lluvia media mensual en 42 estaciones termoplumiométricas de Veracruz, utilizando algoritmos de descomposición espectral como el espectro tiempo-frecuencia de Wigner, ondeletas de Paul y Morlet, determinándose los principales periodos de recurrencia en eventos extremos. Se evalúan criterios de regionalización climática basados en patrones de variabilidad en el periodo 1961-2000, hallándose evidencia estadística de "saltos" y discontinuidades en la serie de temperatura y lluvia media mensual.

Se examina adicionalmente la evolución de la fase de Hilbert de las series de lluvia detectándose los escenarios precursores de No-linealidad. Todos los indicios encontrados son con cotejados con Reanálisis.

CCA-10

DOS ECUACIONES QUE ESTIMAN LAS CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-PERÍODO DE RETORNO DE LA LLUVIA: UNA PROPUESTA

Pereyra Díaz Domitilo¹ y Pérez Sesma José Antonio²

¹ Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana

² Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
dpereyra@uv.mx

En este estudio se proponen dos modelos matemáticos no lineales que estiman las curvas intensidad-duración-período de retorno de la lluvia (IDT), los cuales se ajustaron a registros pluviométricos de la ciudad de Xalapa, Veracruz; Cañon Fernández, Durango y Cazadero, Zacatecas. En el primer caso se utilizaron datos de precipitación de las tormentas más intensas de cada año, registradas en el observatorio climatológico del Servicio Meteorológico Nacional (1927-1998) y en la estación climatológica de la Zona Universitaria (1999-2002). En el segundo y tercer caso se utilizaron las precipitaciones más intensas, de cada año, para el intervalo de tiempo utilizado en el ajuste, de los períodos 1941-1978 y 1963-1978, respectivamente. Conocida la intensidad de la lluvia, i , para la duración, d , y el período de retorno correspondiente, T , se resolvieron las ecuaciones de cada modelo utilizando el método de aproximaciones sucesivas de Quasi-Newton, en el módulo de estimación no-lineal del software STATISTICA v.5.5. También, se realizó el análisis de residuales y se estimó el error estándar de estimación. Lo anterior mostró que el modelo dos es el que mejor explica la intensidad de la lluvia, con base en la duración de la tormenta y al período de retorno asignado, con $R^2 = 0.988$ y error estándar de estimación $Re = 3.5$ mm/hr, seguido por el modelo uno con $R^2 = 0.932$ y $Re = 8.8$ mm/hr. Por lo que se recomienda utilizar, como primera opción, el modelo dos si se cuenta con herramienta computacional y como segunda opción el modelo uno, por su sencillez, ya que este modelo no requiere, necesariamente, de herramienta computacional.

CCA-11

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN EL ÁREA CAFETALERA DE HUATUSCO VER.

Bravo Cabrera José Luis, Gay García Carlos y Conde Cecilia
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jlbravo@atmosfera.unam.mx

El objetivo del presente trabajo es describir detalladamente el comportamiento de la precipitación y la temperatura en el área cafetalera de Coscomatepec, Huatusco Chicuelar y Huatusco Elotepec, así como también describir la relación existente entre los mencionados parámetros meteorológicos y el fenómeno ENOS. Se hace una validación de los datos obtenidos de la base de datos ERIC II para estas estaciones y para 10 estaciones en la vecindad del área. Se calculan las tendencias de la precipitación y temperatura para el intervalo de estudio que va desde 1961 a 1997 y se ajustan a la precipitación distribuciones Gamma y a sus valores extremos distribuciones Gumbel.

Se estudia una posible parametrización de la lluvia mediante la temperatura y se calculan las funciones empíricas de distribución probabilística empleando la parametrización y la temperatura como predictores de la lluvia y se compara con la época de lluvia como predictor alternativo para la lluvia.

Se hace correlación entre el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) con la precipitación en el área y con la intensidad de la Canícula mostrándose que se puede usar el índice multivariado de ENOS para predecir la intensidad de la lluvia. Se calculan los intervalos de confianza para las predicciones.

Se estudia también la relación entre el principio de la temporada de lluvias y la intensidad del fenómeno ENOS encontrándose que cuando hay Niño fuerte la temporada de lluvias no se adelanta.

CCA-12

DETERMINACIÓN POR MEDIO DE IMÁGENES SATELITALES DEL CLIMA Y RADIACIÓN SOLAR EN EL ESTADO DE PUEBLA Y LA GEOHIDROLOGÍA DE SU ZONA NORTE

Ramos A. Rogelio¹, Juárez N. Apolonio¹, Flores R. Yahilyire¹ y Máximo R. Patricia²

¹ Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP

² Posgrado Facultad de Ingeniería, BUAP
rogelio_ramosa@yahoo.com

Este trabajo presenta las características de modelación de condiciones climáticas en el Estado de Puebla, los resultados han sido comparados con mediciones satelitales y se han obtenido resultados muy importantes para contribuir a las Ciencias Atmosféricas en el Estado de Puebla.

CCA-13

ZONIFICACIÓN DEL CLIMA TÉRMICO EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TARIFAS ELÉCTRICAS DOMÉSTICAS

Utrera Zárate Alberto, Méndez Pérez Irving Rafael y Tejeda Martínez Adalberto

Grupo de Climatología Aplicada, Universidad Veracruzana
autreraz@yahoo.com

Según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, las tarifas eléctricas domésticas se deben establecer a partir de las temperaturas medias mensuales del quinquenio más reciente durante los seis meses más cálidos de cada región, con el inconveniente de que no en todos los centros poblacionales se ubica una estación termométrica. Por lo tanto, es necesario aplicar un procedimiento de interpolación, que en trabajos previos, para el oriente del país, ha sido una función lineal de la temperatura media mensual a partir de la altitud.

Para el occidente de México –estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero– los sistemas de circulación atmosférica dominantes y la orografía, obligaron a dividir la zona de estudio en dos subregiones a partir de las cimas de la Sierra Madre Occidental: la vertiente del Pacífico y la vertiente interior.

Se utilizaron 220 estaciones climatológicas con información del quinquenio 1998 al 2002, proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La correlación lineal entre las temperaturas medias mensuales y la altitud

fue superior a 0.80 en la vertiente del Pacífico y 0.85 para la vertiente interior (con errores estándar de estimación de 0.9°C y 1.6°C respectivamente).

Los modelos de los regímenes térmicos así generados, permitirán establecer las tarifas eléctricas domésticas en esta región a nivel de localidad y no por municipio como se realiza actualmente.

Por último, se presenta un procedimiento para corregir las tarifas en función de una temperatura representativa de la sensación térmica en climas cálidos húmedos, como es la llamada Temperatura Efectiva. Se hacen estimaciones de la corrección adicional que debería incluirse, cuando este criterio sea tomado en cuenta en la normatividad respectiva.

CCA-14

INFLUENCIA DEL USO DEL SUELO EN LAS MEDICIONES DE BALANCE ENERGÉTICO ATMOSFÉRICO EN BARCELONA (ESPAÑA) Y CIUDAD DE MÉXICO

Luyando López Elda¹, Tejeda Martínez Adalberto² y Jáuregui Ostos Ernesto¹

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

² Universidad Veracruzana
ellu@atmosfera.unam.mx

Las mediciones de balance energético (BE) en ciudades tienen por objeto determinar la forma en que se reparte la energía solar disponible (o neta) que incide sobre un tipo de tejido urbano dado. Así, en un barrio densamente edificado con muros gruesos, calles estrechas y escasa vegetación, la mayor parte del calor solar se almacena en las edificaciones, mientras que en aquellas áreas suburbanas de calles amplias y mayor arbolado la energía solar incidente se gasta en la evapotranspiración. Lo anterior tiene relevancia en el impacto que tiene esta repartición de energía en la temperatura. Como resultado de esta repartición, el aire en las áreas centrales es más tibio (eg. Isla de calor) que en los suburbios. En las mediciones de BE se presenta el problema de determinar la medida en que los diversos tipos de uso de suelo influyen las observaciones instrumentales en las diversas direcciones del viento. En el presente trabajo se presentan resultados de la aplicación de un método a las observaciones de BE en dos ciudades (Barcelona y D.F.) para determinar las áreas de influencia detectadas por los sensores. En ambas ciudades, el comportamiento de las componentes del balance energético, a pesar de las diferencias latitudinales y altitudinales entre ellas, corresponden a las de sitios densamente construidos y poblados.

CCA-15

EL COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y TENDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Figuerola Montaña Arturo, Tereshchenko Irina y Filonov Anatolij
Universidad de Guadalajara
figuerola@ccip.udg.mx

En este trabajo se presenta el análisis temporal de los contaminantes criterio (PM10, O3, CO, SO2, y NO2) que impactan la atmósfera urbana de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Los datos corresponden a los registros horarios del monitoreo continuo de

8 estaciones automáticas pertenecientes a la Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de Jalisco (SEMADES), para el periodo Enero 1994 a Diciembre 2002. Los resultados del estudio refieren a las partículas fracción respirable (PM10) y el ozono (O3) como los contaminantes mayores; pues en un buen número de días del año rebasan los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad ambiental mexicana (150 µg/m3 y 0.11 ppm de acuerdo a las normas oficiales mexicanas: NOM-025-SSA-1993 y NOM-020-SSA-1993, respectivamente). En particular la concentración promedio mensual de PM10 muestra dos picos de concentraciones elevadas a lo largo del día (08:00-12:00 hrs, y de las 19:00-22:00 hrs) lo que parece estar relacionado con lo que denominamos las hora pico en la ZMG. Desde el punto de vista estacional, la acumulación de partículas en la atmósfera de la ZMG, muestra una alta relación con el periodo invernal, pues se observa que en los meses de diciembre a febrero se presentan las concentraciones más altas en comparación con el resto del año. Por otro lado, las mas altas concentraciones de ozono, ocurren en el intervalo de tiempo de las 10:00- 20:00 hrs, donde sobresalen los niveles alcanzados en octubre de 1996 cuando los valores registrados superaron casi por tres veces el valor normado debido a la situación sinóptica especial. Contrario al comportamiento estacional de PM10, el ozono se intensifica en la época más calurosa (Marzo-Mayo). Finalmente, del resto de los contaminantes estudiados se puede decir que el monóxido de carbono es el que en tercer término incide en el deterioro de la calidad del aire, pues registra concentraciones máximas que apenas superan el valor normado de 11 ppm (NOM-021-SSA-1993), presentando además, un patrón de distribución característico de la dinámica del tráfico vehicular en la ciudad. El bióxido de nitrógeno (NO2), junto con el bióxido de azufre (SO2) son los contaminantes que menos impactan la calidad del aire en la Zona Metropolitana, pues rara vez se ha llegado a superar el valor normado de 0.21 ppm y 0.13 ppm establecido en las normas oficiales mexicana (NOM-023-SSA-1993 y NOM-022-SSA-1993). Del análisis de los datos se observa también que las zonas donde la calidad del aire sufre el mayor impacto son el Suroeste de la ciudad, donde las características físicas y orográficas de la zona son de importancia para la acumulación y/o dispersión de los contaminantes. En base a este estudio también se pudo observar una clara tendencia a la baja de la contaminación atmosférica a partir de 1997 en que las autoridades estatales y los gobiernos locales establecieron una serie de programas y medidas para abatir la contaminación.

CCA-16

DETECCIÓN DE ZONAS INHOMOGÉNEAS DE CONCENTRACIÓN DE GOTAS DE LLOVIZNA DURANTE EVENTOS DE NIEBLA

García García Fernando y Montero Martínez Guillermo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ffgg@atmosfera.unam.mx

Se llevaron a cabo mediciones de parámetros microfísicos para la caracterización de zonas inhomogéneas de concentración de gotas durante eventos de niebla con llovizna. Las concentraciones y distribuciones por tamaños de gotas se obtuvieron en un sitio localizado en la Sierra Madre Oriental de México, y para ello se utilizaron dos espectrómetros montados en una camioneta instrumentada para muestreos en movimiento: uno de dispersión frontal (PMS-FSSP-100) y uno de arreglo óptico (PMS-OAP-2DC), con rangos nominales de detección de 2 a 70 y de 20 a 640 micrómetros de diámetro, respectivamente. La técnica de muestreo y

el esquema de análisis utilizados permiten estudiar simultáneamente las estructuras microfísicas de niebla y llovizna para la identificación de zonas con alta y baja concentración de partículas a escalas espaciales de entre algunos centímetros y kilómetros. Los resultados previos acerca de inhomogeneidades en niebla muestran que el espectro se ensancha (mayor proporción de partículas con diámetros mayores) para el caso de zonas de menor concentración de gotitas. En este trabajo se muestra que el comportamiento de la llovizna es consistente con el de la niebla cuando ambos fenómenos se presentan simultáneamente, especialmente a escalas en las que ocurren los procesos básicos de crecimiento de gotitas de nube.

CCA-17

EVOLUCIÓN DE ESPECTROS DE GOTAS EN EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO

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

El estudio de las distribuciones por tamaños de las gotas de lluvia proporciona información acerca de los procesos microfísicos y dinámicos de la formación de las nubes y sus interacciones en el ambiente. Los modelos de lluvia caliente indican que los espectros de gotas varían con la distancia de caída a partir de la base de la nube y con el tiempo, hasta alcanzar una distribución de equilibrio independiente del espectro inicial. Dicha distribución de equilibrio presenta tres tamaños preferentes (modas) de gotas y existe mayor probabilidad de observarse durante eventos de lluvia prolongados o de intensidades extremas de precipitación. En el presente trabajo se muestran resultados de mediciones de concentraciones por tamaños de gotas de lluvia en superficie durante eventos de precipitación intensa ocurridos en la Ciudad de México. Para ello, se utilizaron dos espectrómetros de arreglo óptico: un PMS-OAP-2DC y un PMS-OAP-2DP, con rangos nominales de detección de de 20 a 640 y de 200 a 6400 micrómetros de diámetro, respectivamente. Los datos obtenidos muestran la evolución temporal de los espectros de gotas durante eventos de precipitación extrema, llegando a observarse en algunos casos características similares a las que predicen los modelos de lluvia caliente para lluvia en equilibrio.

CCA-18

ANOMALÍAS TÉRMICAS Y DINÁMICAS DEL GOLFO DE MÉXICO ASOCIADAS A HIDROMETEOROS

Alvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
alvarezgasca@hotmail.com

Se presenta un análisis de mesoescala de las condiciones de temperatura y velocidad de las corrientes superficiales del océano en el Golfo de México, en asociación con variaciones del periodo libre de heladas y ocurrencia de granizo en la Sierra Madre Oriental. Las condiciones del Golfo son examinadas con datos históricos y reanálisis. Se encuentra que las anomalías de TSO influyen en el régimen de heladas, así como la circulación de menor escala asociada a las montañas. Se muestra que predominan las heladas advectivas sobre las radiativas en una alta proporción sobre los estados costeros del Golfo de México.

CCA-19 CARTEL

SEQUÍAS HISTÓRICAS EN LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO: SU RELACIÓN CON EL NIÑO, ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y ACTIVIDAD SOLAR

Mendoza Ortega Blanca¹, Jáuregui Ostos Ernesto², García Acosta Virginia³, Díaz Sandoval Rosa⁴, Velasco Herrera Víctor¹ y Cordero Tercero Ma. Guadalupe¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

⁴ Laboratorio de Cronobiología Médica, EMH, IPN
blanca@geofisica.unam.mx

Llevamos a cabo el análisis de las series históricas de sequías en la parte central de México durante el periodo 1450-1900. Identificamos periodos de frecuentes sequías cuya duración es de varias décadas, centrados alrededor de los años 1483, 1533, 1571, 1601, 1650, 1691, 1730-1750, 1783, 1818 y 1860. En particular, las sequías en la Ciudad de México identificadas a través del crecimiento deficiente de los anillos de árboles coinciden con las sequías presentadas aquí. Además encontramos que la ocurrencia de sequías es estadísticamente significativa durante eventos El Niño fuertes y muy fuertes. Las sequías también parecen coincidir con erupciones volcánicas. Existe una periodicidad bi-decenal muy conspicua en sequías que podría estar asociada a la actividad magnética solar.

CCA-20 CARTEL

REGULARIZACIÓN EN LA L2-NORMA DEL PROBLEMA DE CONTROL A CORTO PLAZO PARA CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PASIVOS

Parra Guevara David y Skiba Yuri
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

En una región donde son frecuentes los eventos de estabilidad atmosférica, y en la cual se concentran una gran cantidad de fuentes industriales, es muy importante definir criterios cuantitativos para controlar las emisiones de corto plazo e incluirlos en un programa regional integral para el control de la contaminación. La idea central de estos criterios cuantitativos, o estrategias de control, es evitar que durante un evento de mala dispersión de los contaminantes (inversión térmica) se acumulen las sustancias nocivas hasta alcanzar, en cuestión de horas, concentraciones que causen efectos nocivos en los seres humanos, los ecosistemas o los materiales.

Una estrategia para el control de la contaminación a corto plazo consiste en el rediseño de las tasas de emisión con las que deben operar las diferentes fuentes industriales durante el evento de estabilidad atmosférica, o al menos, definir límites (cotas) que no deben exceder las tasas de emisión en cada planta industrial. Estas estrategias pueden ser muy restrictivas para algunas factorías, sin embargo, éstas sólo se deben aplicar hasta que las condiciones atmosféricas favorezcan la dispersión de los contaminantes.

El problema de reconstruir las tasas de emisión en el control de corto plazo es un problema inverso de identificación de fuentes, el cual es posible formular a través de ecuaciones integrales de Fredholm de primer tipo donde el kernel está determinado por la solución de un

modelo de dispersión adjunto. Dicho kernel pondera las tasas de emisión de los contaminantes primarios así como la distribución inicial de dichas sustancias en la región de estudio; y contiene la información meteorológica (viento, difusión turbulenta) y las características geométricas (distribución espacial de las fuentes) contenidas en el problema de dispersión. Este problema inverso, que presenta una infinidad de soluciones, es posible regularizarlo como un problema variacional (control óptimo).

En este trabajo el problema variacional consiste en minimizar la norma en L2 de la diferencia de las tasas de emisión actuales y las de control, y el espacio de factibilidad queda definido cuando el principio de dualidad para la concentración promedio del contaminante se acota por la norma de la calidad del aire correspondiente. Se muestra la existencia y unicidad de la solución del problema de control óptimo, así como un algoritmo de proyecciones ortogonales sucesivas para obtener su aproximación numérica.

Para mostrar la técnica se presenta un ejemplo sintético bidimensional que considera el control de una fuente puntual que emite material particulado. Las soluciones de los modelos de dispersión y su adjunto se determinan con un esquema numérico de separación de operadores componente por componente y diferencias finitas sobre una malla doble tipo-C de Arakawa. Dicho esquema de aproximación es absolutamente estable, simétrico y de orden dos.

Sesión

Exploración Geofísica

Viernes 5

Salón Claustro 4

EG-1

ESTIMACIÓN DE LA POROSIDAD A PARTIR DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES EN ROCAS VOLCÁNICAS

Vázquez Contreras Adolfo y Saucedo Quiñones Daniel
Comisión Federal de Electricidad
adolfo.vazquez@cfe.gob.mx

A partir del registro eléctrico de pozo Archie (1942) determinó relaciones empíricas entre la saturación, la porosidad y las resistividades del fluido saturante y la roca almacenadora. Estas relaciones pueden aplicarse también a formaciones de rocas ígneas y metasedimentarias.

Aunque la resistividad verdadera de la formación, R_t , se obtiene regularmente de los registros eléctricos de pozo, las curvas de sondeo eléctrico vertical (SEV) guardan una analogía con aquellos, porque manifiestan la variación vertical de la resistividad a una escala diferente. La fórmula de porosidad de Archie fue aplicada a 60 estaciones de SEV que se ubican en la margen izquierda de la presa El Bosque, Michoacán, sobre rocas volcánicas, obteniéndose un modelo detallado de resistividad mediante un programa de inversión para determinar el parámetro R_t a diversas profundidades. En la estimación de la porosidad de las brechas andesíticas y las andesitas de la zona de estudio se tomaron valores representativos de los parámetros de Archie: constante de proporcionalidad (a), exponente de cementación (m), resistividad del agua de formación (R_w) y exponente de saturación (n), considerándose el nivel freático existente en la fecha de las mediciones de campo.

Los valores estimados de porosidad se utilizaron para configurar una sección de porosidad, cuya información facilita la localización de posibles zonas de mayor filtración en las rocas. Asimismo, los datos de perforación de 6 barrenos que se encuentran en la sección permitieron estimar porosidades teóricas para los dos tipos de andesita que predominan en el área.

EG-2

CÁLCULO DE PERMEABILIDAD EN LAS ROCAS APLICANDO REDES NEURONALES CON BASE EN INFORMACIÓN DE REGISTROS GEOFÍSICOS POZOS

Estrada Galicia Jorge, Iturrarán Viveros Ursula, Anguiano Rojas Pedro, Spurlin James y Dorantes Huerta Daniel
Instituto Mexicano del Petróleo
estradar@imp.mx

La caracterización de yacimientos es de suma importancia en la industria petrolera pues conociendo las propiedades petrofísicas de éstos, se puede hacer óptima su explotación. El objetivo de este trabajo es generar una metodología de predicción de curvas de permeabilidad, entrenando redes neuronales artificiales con información de registros geofísicos de pozos.

Para poder aplicar una estrategia efectiva de explotación es necesario conocer la distribución espacial de las propiedades de las rocas que forman el yacimiento. Una de las principales propiedades de un yacimiento es la permeabilidad. Comúnmente este parámetro se mide en núcleos (que son muestras de rocas extraídas de los pozos durante la perforación).

La permeabilidad es el parámetro más difícil de determinar y predecir. Por esta razón existen diferentes técnicas para calcularla, siendo las más comunes, las correlaciones empíricas, el análisis de registros geofísicos (incluyendo los registros actuales como los de resonancia magnética nuclear RMN). Aunado a estas técnicas un método conocido como medición virtual hace uso de las redes neuronales artificiales, para determinar la permeabilidad. Debido al alto costo económico que representa la extracción de núcleos y a que sólo representan medidas puntuales, dentro de los pozos, generalmente se aplican técnicas matemáticas para encontrar los modelos que relacionan la información de los registros geofísicos con los datos de los núcleos. Estos modelos son usados para predecir la permeabilidad en pozos con y sin información de núcleos. Actualmente se utilizan los registros de RMN para determinar una curva de permeabilidad, sin embargo la adquisición de este tipo de registros también representa un muy alto costo económico y en muchos pozos no es posible adquirirlo, por estas razones utilizamos las técnicas de redes neuronales artificiales, para determinar la permeabilidad en los pozos en los cuales no se adquirió dicho registro.

La metodología que proponemos consiste en entrenar una red neuronal en pozos en los que se cuenta con la información de registros convencionales y registros de RMN. Una vez entrenada la red podemos predecir la curva de permeabilidad en pozos en los cuales únicamente se tiene información de registros convencionales. La curva de permeabilidad que se obtiene con la red, la comparamos con los valores de permeabilidad medidos en los núcleos.

Hasta el momento el error cuadrático medio en el entrenamiento está en un rango de 4 a 6 por ciento y en las pruebas en un rango de 8 a 10 por ciento. Estos resultados son muy satisfactorios si consideramos que podemos predecir la curva permeabilidad que resultaría de tomar el registro RMN; además del beneficio económico que esto representa.

EG-3

ANÁLISIS DE LAGUNARIDAD EN TRAZAS GEOFÍSICAS PROVENIENTES DEL YACIMIENTO DE CANTARELL

Arizabalo Salas Rubén Darío¹, Oleschko Lutkova Klavdia²,
Lozada Zumaeta Manuel¹ y Ronquillo Jarillo Gerardo¹
1 Instituto Mexicano del Petróleo
2 Instituto de Geología, UNAM
rarizaba@imp.mx

Aplicación del parámetro de Lagunaridad a trazas de carácter geofísico del yacimiento de Cantarell.

De acuerdo con la definición matemática de Lagunaridad, la cual es proporcional a la razón de la varianza respecto al promedio al cuadrado de un conjunto de datos, proponemos la utilización del método multivariado de Análisis de Componentes Principales, con el fin de discriminar la distribución de magnitud de la varianza en cada una de los integrantes de un ensamble de trazas (reducción de dimensionalidad). Una vez determinadas las trazas relevantes, estimamos la magnitud de Lagunaridad de cada constituyente considerado del ensamble. El conjunto de datos analizados comprende imágenes de núcleos, registros geofísicos de pozo y trazas sísmicas, pertenecientes a un campo productor de hidrocarburos del Golfo de México.

Del análisis efectuado podemos concluir que en el caso de imágenes de núcleos el concepto de Lagunaridad resultó apropiado para estimar la homogeneidad de la distribución espacial de la porosidad, así como la invarianza traslacional de las imágenes originales; es aplicable al análisis de los registros de pozos y útil para cuantificar la distribución de propiedades petrofísicas del yacimiento, así también la amplitud de lagunaridad varía según la resolución de cada fuente de datos geofísico y se manifiesta como una herramienta complementaria a las estimaciones de la dimensión fractal en los problemas de caracterización estática de yacimientos.

EG-4

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE REGISTROS DE POZOS EN EL YACIMIENTO MARINO DE CANTARELL

Flores Ruiz Jesús¹, Arizabalo Salas Rubén Darío², Lozada Zumaeta Manuel² y Ronquillo Jarillo Gerardo²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto Mexicano del Petróleo
jesush@geofisica.unam.mx

Se analizó con técnicas geoestadísticas y de análisis multivariado, algunos de los registros de pozos más representativos del yacimiento de Cantarel del sureste del Golfo de México en su unidad cronoestratigráfica de la brecha Terciaria-Cretácico Superior (BTPKS).

Primero se generaron un ensamble de 14 registros sintéticos aleatorios de características fractales, utilizando las técnicas de sumas aleatorias sucesivas, ondículas (wavelets) y series de Fourier respectivamente; después se consideraron 14 registros de pozos que incluyen los registros de porosidad (NPHI), densidad (RHOB), radiactividad natural (GR, CGR, POTA, URAN, THOR) y de resistividad (MSFL, LLS, LLD).

Aplicando técnicas de variogramas a los registros sintéticos, éstos manifiestan tener variogramas no-acotados de varianza infinita, es decir son "no-estacionarios", lo que se interpreta que tienen características de tipo fractal. Por otra parte, el ensamble de registros de pozos, tienen variogramas acotados (asintóticos) que indican su naturaleza no-fractal y por lo que presentan estacionariedad de segundo orden (wss). Posteriormente, se estimó la correlación multivariable de cada uno de los ensambles (sintéticos y de pozos), utilizando la técnica de dendrogramas, resultando del análisis respectivo, que los registros sintéticos tiene correlación menor a 70%, lo que permite inferir que estos vectores son linealmente independientes. Por otro lado, los registros de campo presentan mayores factores de correlación respecto a los primeros (sintéticos), del orden de 94.4% (CGR-POTA); 89.8% (GR-URAN); 78.9%, (POTA-THOR) y 68.9% (RHOB-LLD), lo que indica que la radiactividad natural esta asociada a los altos valores relativos de porosidad. Finalmente, se realizó el análisis de componentes principales del ensamble de campo, resultando que los primeros 6 registros de pozos (NPHI, RHOB, CGR, LLS, MSFL y GR) tienen el 93 % del peso acumulado del total de los 14 registros analizados.

Como conclusión se sugiere en este caso, que para futuras caracterizaciones de campos localizados en yacimientos petroleros en nuestro país y en particular en el Campo Cantarell, utilizar la metodología de análisis cuyos resultados y elementos se presentan, para así obtener mayores resoluciones de las propiedades petrofísicas del yacimiento a evaluar y contribuir de esta manera, a su explotación racional y programas recuperación secundaria.

EG-5

PROMEDIOS ESPACIALES 2-D DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A PARTIR DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS

Rodríguez Ramírez Joel, Gómez Treviño Enrique y Esparza Hernández Francisco

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

Mediante la combinación de redes neuronales Hopfield, impedancias magnetotelúricas serie y paralelo, y soluciones analíticas para las funciones de influencia de las mediciones ha sido posible encontrar modelos promedio de la conductividad eléctrica. La técnica resultante es simple y a la vez robusta; es la versión 2-D de la aproximación de Niblett-Bostick para perfiles unidimensionales. La solución se busca en una sola iteración, como en los problemas lineales, partiendo de promedios pesados que preservan parte de la no linealidad presente en el problema original. En nuestro algoritmo no es necesario un modelo inicial para recobrar el modelo del subsuelo, la relación entre el modelo y los datos, considera automáticamente muchos semi-espacios cuyas conductividades eléctricas varían de acuerdo a los datos. El uso de impedancias serie y paralelo, un par invariante autocontenido del tensor de impedancias, evita la necesidad de elegir los mejores ángulos para la separación tradicional TE y TM; los datos de campo, sin mucho procesamiento, pueden servir de entrada directa al algoritmo. La solución se encuentra mediante un algoritmo de red neuronal tipo Hopfield, el que incluye las características promediantes del modelo. Las aplicaciones del algoritmo incluyen modelos sintéticos así como los datos de campo COPROD2.

EG-6

EJEMPLOS DE LA APLICACIÓN DE LA IMPEDANCIA SERIE Y PARALELO EN LA INTERPRETACIÓN DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS

Antonio Carpio Ricardo G.¹, Romo Jones José Manuel¹, Oliver Ocaño Francisco Miguel² y Villela y Mendoza Almendra¹

¹ División de Ciencias de la Tierra, CICESE

² Universidad de Sonora
rantonio@cicese.mx

La interpretación de la impedancia magnetotelúrica tradicionalmente se basa en la definición de dos modos independientes de polarización, los llamados modos TE (transversal eléctrico) y TM (transversal magnético). Estrictamente, estos modos de polarización sólo aparecen en situaciones bidimensionales (2-D) ideales. Por esta razón, en situaciones geológicas complicadas, en donde la geometría del subsuelo está lejos de ser 2-D, la aplicación de estos conceptos es por lo menos cuestionable. Recientemente se ha propuesto una nueva manera de abordar el problema, utilizando las impedancias serie y paralelo, que son funciones de respuesta más robustas y válidas en cualquier geometría. En este trabajo usamos estas nuevas funciones de respuesta para encontrar modelos de la conductividad eléctrica del subsuelo en distintas situaciones. Se presentan resultados de un caso sintético y tres ejemplos con datos reales: uno en campo geotérmico de Las Tres Vírgenes (BCS), otro en la cuenca de Vizcaíno (BCS) y un tercero sobre la falla de San Miguel, una falla activa cercana a Ensenada, BC. Los modelos resultantes de invertir las impedancias serie y paralelo están de acuerdo con el conocimiento geológico y con la información del subsuelo disponible en cada uno de estos sitios.

EG-7

MODELADO DE DATOS 3-D DE CONDUCTIVIDAD APARENTE EN EL LÍMITE RESISTIVO UTILIZANDO CÓMPUTO PARALELO

Ramírez Cortina José Guadalupe¹, Méndez Delgado Sóstenes² y Vidal Gimeno Vicente³

¹ Instituto Tecnológico de Linares

² Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

³ Depto. de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, España
jgrcortina@hotmail.com

El avance tecnológico en las computadoras, así como el desarrollo de los algoritmos de manipulación y solución de sistemas de ecuaciones lineales, hace posible abordar y analizar problemas reales de gran dimensión con mayor precisión y mejores prestaciones. Se realiza una descripción del área de interés para la aplicación y el planteamiento del problema electromagnético en geofísica. Dicho problema se modeliza mediante ecuaciones diferenciales parciales. Para la discretización de las Ecuaciones Diferenciales Parciales (PDE's), se utiliza el método de elemento finito en 3-D. La discretización del problema nos lleva a un sistema de ecuaciones que puede ser resuelto utilizando métodos iterativos secuenciales y paralelos. En particular se presentan las ecuaciones para el modelado de datos de conductividad aparente que se obtendrían desde mediciones electromagnéticas en el límite resistivo con equipos como el EM-34 de Geonics, Ltd., con las configuraciones de bobinas y distancias que opera normalmente. Para la solución del sistema se desarrolló la aplicación en MATLAB, utilizando el formato de almacenamiento CSR para matrices dispersas, a futuro se desarrollará en MPI para su versión paralela utilizando lenguaje FORTRAN.

EG-8

INTERPRETACIÓN MEDIANTE MODELADO INVERSO 3D DE LA ANOMALÍA MAGNÉTICA PANGA DE ABAJO

García Abdeslem Juan y López Guzmán Minerva
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
jgarcia@cicese.mx

Se ha derivado un nuevo método para modelado directo que permite calcular la anomalía magnética de campo total causada por un estrato uniformemente magnetizado. El techo y la base del estrato se definen analíticamente mediante una combinación lineal de funciones básicas. El problema inverso es no lineal y se resuelve de manera iterativa, a partir de una solución inicial, permitiendo inferir la geometría del estrato que causa la anomalía magnética.

Se presentan los resultados de la aplicación del método de inversión en la interpretación de una anomalía magnética dipolar, que se localiza justo al oriente de la punta sur de la Sierra El Mayor, en la margen occidental de la Provincia Extensional del Golfo de California. de la Fuente y Sumner (Geofís. Int., 1978) denominaron Panga de abajo a esta anomalía, y sugirieron la posibilidad de un centro de dispersión similar a Cerro Prieto. Tomando en cuenta el entorno geológico, la interpretación se realizó suponiendo una magnetización que corresponde al valor promedio reportado para el gabro (~3 A/m). Los resultados de la inversión sugieren que la anomalía es debida a un cuerpo que yace a una profundidad de

~1700 m y un espesor máximo de ~1200 m. Esta interpretación se compara con la alcanzada utilizando una colección de prismas contiguos.

EG-9

IMÁGENES SOMERAS DE GEORADAR DE FALLAS GEOLÓGICAS ACTIVAS Y NO ACTIVAS EN SITIOS DE NEVADA, CALIFORNIA Y BAJA CALIFORNIA

Lázaro Mancilla Octavio¹, Leyva Sánchez Elia², Ramírez Hernández Jorge¹ y Reyes López Jaime¹

¹ Instituto de Ingeniería, UABC

² Facultad de Ingeniería, UABC

olazaro@iing.mx, uabc.mx

De fines de 2001 a mediados de 2004 se realizaron estudios de georadar con la finalidad de caracterizar fallas geológicas activas y no activas en sitios de Nevada y California en Estados Unidos y Baja California en México. Los datos fueron adquiridos a frecuencias de 25, 50, 100 y 200 MHz y posteriormente fueron procesados e interpretados. La información georadar se complementó con información de zanjas, pozos y datos de sísmica de reflexión y de refracción. Se presentan los resultados e imágenes de radar de los sitios investigados asociados a las siguientes fallas:

- Falla Raymond en el Valle de San Gabriel en Los Angeles CA.
- Falla de Crescent Valley en Nevada.
- Falla de Coyote Creek en El Centro CA.
- Falla de Cerro Diente en Mexicali, B.C.
- Falla del flanco Oeste de la Sierra El Mayor en B.C.
- Falla del flanco Este de la Sierra de San Pedro Mártir.
- Fallas de Las Auras en Tecate, B.C.

En la mayoría de los casos, las imágenes de radar permiten visualizar la estratificación del terreno en el caso de capas sedimentarias y ubicar el contacto suelo basamento en zonas de suelos derivados de erosión de rocas graníticas. Aunque las imágenes obtenidas nos permitieron constatar la presencia de fallas, en unos sitios la frecuencia utilizada no nos permitió representar adecuadamente las mismas.

EG-10

MODELO DE VELOCIDADES EN EL SUBSUELO FRENTE A LAS COSTAS DE ROSARITO B.C. MÉXICO, A PARTIR DE DATOS SÍSMICOS USANDO SISMÓGRAFOS DE FONDO MARINO

Peynador Sánchez Carlos F.¹, Antonio Carpio Ricardo G.¹, Dorcasberro Ronald Ives² y Jannis Makris²

¹ Lorax Consultores S.A. de C.V.

² GeoPro GmbH

cpeynador@lorax.com.mx

Los estudios geofísicos utilizando métodos sísmicos, son los mejores para estudiar una zona desde un punto de vista estratigráfico y estructural, principalmente si se trata de un área marina en donde usar otro tipo de metodologías presenta muchas complicaciones técnicas.

Utilizar sísmica de reflexión marina convencional en 2-D, no proporciona suficiente información del modelo de velocidades de las unidades estratigráficas del subsuelo debido a que se miden

únicamente ondas compresionales con detectores (hidrófonos) montados en un cable (Streamer). Si se agregan a la sísmica de reflexión marina convencional sismógrafos de fondo marino (OBS) se obtiene el modelo de velocidades y una mejor interpretación de la sísmica convencional.

Un OBS es una estación sísmica marina cuya finalidad es medir señales sísmicas y acústicas con geófonos de tres componentes y un hidrófono en un rango de frecuencia de 1 a 60 Hz, se utilizan en dos modalidades sísmicas: pasiva y activa.

Se presentan resultados de un estudio de prospección geofísica realizado frente a las costas de Rosarito B. C. utilizando sismógrafos de fondo marino. Se llevaron a cabo 3 perfiles sísmicos activos. Cada uno de los perfiles contó con 16 OBS separados 500 metros entre sí. Con las mediciones realizadas se obtuvo el modelo de velocidades en el subsuelo. Asimismo, a partir de la información generada se determinó la respuesta sísmica, la estratigrafía y el modelo estructural a lo largo de los perfiles. Estos resultados son los primeros en el área y de gran interés para conocer la estructura interna frente a las costas de Rosarito B. C. México.

EG-11

ANISOTROPY ANALYSIS TO IMPROVE 3D SEISMIC DATA

Dena Oscar

Geological Sciences, University of Texas at El Paso, USA
dena@geo.utep.edu

Isotropic media of propagation, near vertical incident rays and scalar velocity fields are assumptions only, which make wave equation solutions easier. However, anisotropy is present at different scales in different geological settings; for example 75% of the sedimentary basins are composed of shales, which are highly anisotropic. Thus, disregarding anisotropy effects might introduce errors during the processing of the seismic data that would deteriorate the final product (image) making interpretation misleading. The purpose of this work is to take into consideration the effects of anisotropy in several steps of the data processing workflow to evaluate how the quality of the final stacked sections is improved.

EG-12

ANÁLISIS DE EVENTOS REFRACTADOS EN MEDIOS ANISÓTROPOS

Meléndez Martínez Jaime¹, Calderón Macías Carlos² y Ramos Martínez Jaime²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto Mexicano del Petróleo
jmm@scientist.com

En estudios de refracción sísmica es común suponer estratos isotrópicos y homogéneos. Sin embargo, la presencia de estratificación delgada en lutitas, por ejemplo, es causa de un comportamiento anisótropo en la propagación de ondas sísmicas. Así pues, el ignorar este tipo de comportamiento en lugares que lo presenta puede conducir a errores en la interpretación de los datos, y en específico, de los tiempos de viaje tanto de eventos reflejados como refractados. Es por esto que en años recientes ha habido un interés creciente por entender e incorporar a la anisotropía sísmica en el proceso e interpretación de los datos.

En sismología de exploración los estudios de anisotropía están enfocados principalmente a eventos reflejados, existiendo pocos estudios relacionados al análisis de eventos refractados. Sin embargo, estos eventos son de particular relevancia en la caracterización de objetivos someros en estudios de geotecnia, así como en exploración de yacimientos de hidrocarburos, para mejorar imágenes del subsuelo contaminadas por la presencia de heterogeneidades someras.

En este trabajo se tiene el propósito de realizar un análisis de eventos refractados medidos con sensores multi-componente ante la presencia de anisotropía del tipo VTI (Isotropía Transversal con eje de simetría Vertical) en los estratos más someros. Se pretende entender el efecto que tiene la anisotropía en el ángulo crítico y las ventajas que puede tener el analizar los eventos reflejados y refractados en forma conjunta para determinar los parámetros anisótropos del medio.

EG-13

HIDRATOS DE GAS SUBMARINO EN EL MARGEN CHILENO: ANÁLISIS SÍSMICO PRELIMINAR DEL REFLECTOR SIMULADOR DEL FONDO (BSR)

Rodrigo Ramirez Cristian¹, González Fernández Antonio¹, Vera Sommer Emilio², Díaz Naveas Juan³ y Morales Gamboa Esteban³

¹ Depto. de Geología, CICESE

² Universidad de Chile

³ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile
crodrigo@cicese.mx

La presencia de los hidratos de gas en los sedimentos marinos ha sido inferida, principalmente, por señales características en registros de sísmica de reflexión. Estas señales están representadas por el "Reflector Simulador del Fondo" o BSR (Bottom Simulating Reflector), del cual se deduce que marca la base de la zona de estabilidad de hidratos de gas, caracterizándose por poseer una gran amplitud de reflexión, polaridad negativa y por tender a seguir la forma del fondo marino.

Existe una amplia distribución de los hidratos de gas en los márgenes continentales del mundo. En recientes exploraciones sísmicas a bordo del R/V "Sonne" de Alemania y el AGOR "Vidal Gormaz" de Chile, se ha encontrado extensas áreas con BSR en el margen continental de Chile Central. Con el propósito de mostrar la variabilidad y características sísmicas principales del BSR en esta zona, se seleccionaron dos líneas sísmicas multicanal obtenidas en las exploraciones anteriores (SO161-26 y VG01-10).

A través del procesamiento estándar de las líneas sísmicas, se observan las características estructurales principales asociadas al BSR. Por medio de técnicas de modelado directo se establece la estructura preliminar de velocidad sísmica en la zona de hidratos de gas, como primer paso para determinar concentración y volúmenes de hidratos en los sedimentos.

Para la línea SO161-26 el BSR está ubicado en el talud continental entre las profundidades de 2050-2880 m, aproximadamente, y existe un espesor de alrededor 0.45 s TWT entre el fondo del mar y el BSR. Este reflector tiende a ser paralelo al piso marino. Su inicio, en el lado E de la línea, no es tan claro debido a la presencia de fallas y, en su lado W, finaliza en la zona de máxima pendiente del talud. A diferencia de la línea anterior, en la VG01-10, el BSR no tiene una tendencia paralela con respecto al piso marino y corta los estratos sedimentarios que allí se encuentran. Este BSR se localiza entre las profundidades de 600 y 1725 m, aproximadamente,

y el espesor promedio entre el fondo del mar y el BSR es de cerca 0.3 s TWT. Además, en su lado más al E, se intersecta o llega muy próximo al piso marino, en cambio en su lado W, es más parecido a las características encontradas para el BSR del SO161-26. Lo anterior indica que existen diferencias en la estabilidad de los hidratos de gas, quizás relacionadas a desiguales procesos de formación o estructura interna. Probablemente, algunos procesos tectónicos influyen en la distribución y en las propiedades físicas de los hidratos de gas.

EG-14

BATIMETRÍA EN EL SW DEL GOLFO DE MÉXICO PARA DOCUMENTAR LA EXPLORACIÓN REGIONAL DE LA ZONA DE TRANSICIÓN TERRESTRE-MARINA

Sandoval Ochoa J. Héctor¹, De la Llata Romero Rolando¹, Aguayo Camargo Joaquín Eduardo¹, Araujo Mendieta Juan², Cárdenas Soto Martín¹, González G. Guadalupe¹, Castrejón Pineda Ricardo¹ y Amador Terrazas Eduardo¹

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Exploración y Producción, Instituto Mexicano del Petróleo
jhsandovalchoa@cancun.fi-a.uman.mx

Se realizó un levantamiento batimétrico en el suroeste del Golfo de México para documentar y apoyar los trabajos de investigación multidisciplinarios del Proyecto FIES 96171 entre la UNAM y el IMP: "Proyecto de Investigación sobre la Geodinámica Marina de Suroeste del Golfo de México, del Neógeno al Reciente" para la región integral submarina y continental cuyos logros fueron:

1. Cartografiar los rasgos morfobatimétricos del relieve marino y terrestre debidos al tectonismo y al diapirismo salino, e interpretar las relaciones con la morfología de los depósitos sedimentarios subsuperficiales.
2. Mediante el muestreo sistemático de sedimentos y sus atributos granulométricos, se caracterizaron e interpretaron los procesos hidrodinámicos que gobiernan su transporte y depósito en los ambientes litorales y del fondo marino.
3. Se enmarcaron los compartimientos y subprovincias petroleras terrestres y marinas dentro del modelo tectonosedimentario e hidrodinámico regional, para contribuir con el conocimiento científico de los depósitos sedimentarios marinos recientes, y así predecir en el subsuelo profundo, a sus análogos antiguos atractivos como generadores y almacenadores en trampas estratigráficas de los hidrocarburos.

El trabajo se inició con:

El perfilaje batimétrico continuo y el muestreo sistemático de sedimentos del fondo marino a bordo del B/O "Justo Sierra", de febrero 28 a marzo 4, 1998.

La verificación de campo y muestreo sistemático de sedimentos en el litoral del sureste de México, marzo 26 a abril 4, 1999.

Perfilaje morfobatimétrico continuo y muestreo sistemático de sedimentos del fondo marino a bordo del B/O "Justo Sierra" en la porción suroccidental del Golfo de México, julio 6 al 16, 1999.

Las metodologías empleadas en la integración geológica y geofísica, iniciaron en los análisis de la Geomorfometría Avanzada aplicada a la exploración petrolera regional a partir de la cartometría

en la zona transicional terrestre-marina, del litoral hasta la Depresión de Sigsbee. Se confeccionaron los planos terrestre-marinos, topográfico-batimétrico y orohidrográfico, como los documentos del trabajo, mediante la modificación de los planos de las Secretarías de Marina (1980), de la Defensa (1958), de Bryant y colaboradores (1984), Registros del B/O "Justo Sierra" de la UNAM.

Se ha mostrado que los análisis cartográficos de la Morfometría, es decir: La configuración topográfica (i.e. batimétrica e hipsográfica), y La configuración de redes orohidrográficas mediante los thalwegs terrestres y submarinos, son capaces de acusar, con el cruce de los datos geofísicos y geológicos, algunas relaciones que existen entre: la estructura tectonosedimentaria, la morfología y la litología. Asimismo, de expresar la organización estructural profunda y somera, de su comportamiento neotectónico actual.

EG-15

LA MAGNETOMETRÍA COMO MÉTODO AUXILIAR EN LA PROSPECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

López Loera Héctor
IPICYT
hlopezl@ipicyt.edu.mx

En este trabajo se presentan los métodos magnéticos como una herramienta fundamental en la prospección de las aguas subterráneas, ya que además de ser altamente versátiles, son económicos, rápidos y deberían ser utilizados en general como método primario o de reconocimiento en todo tipo de exploración del subsuelo.

En México, en la mayor parte de la república, se cuenta con información aeromagnética realizada por el Consejo de Recursos Minerales (CoReMi), que está disponible a todo público. Una carta aeromagnética del CoReMi escala 1:250,000 cubre un área de 11,000 km² (110 km x 100 km), con lo cual la litología y las estructuras geológicas regionales pueden ser interpretadas relativamente fácil. En las cuencas hidrogeológicas se pueden analizar rápidamente rasgos estructurales como fallas y/o fracturas que sirven como zonas de recarga a los acuíferos de la zona. Estos rasgos geológicos son en la mayoría de las ocasiones claramente identificables en la información aeromagnética, ya que al permitir la circulación del agua subterránea a través de ellos, oxidan a los minerales magnéticos, convirtiendo a la magnetita en hematita, lo cual en general se identifican con contrastes negativos de susceptibilidad magnética, es decir, generan bajos magnéticos alineados. Una vez identificadas estas estructuras geológicas en la aeromagnetometría, se deben realizar verificaciones magnéticas terrestres, en donde se compruebe la interpretación aérea, midiendo además de la intensidad del campo magnético total (cmt), sus gradientes vertical y horizontal, este último se calcula a partir del cmt y de la distancia entre estaciones de medición. Las mediciones magnéticas nos pueden indicar si las rocas están sanas o si están fracturadas o bien si tienen algún rasgo estructural asociado. Una vez interpretada la magnetometría terrestre se priorizan las zonas en las cuales se deben realizar otro tipo de estudios geofísicos como por ejemplo sondeos eléctricos verticales de resistividad y polarización inducida o métodos electromagnéticos (TEM), para comprobar la existencia y profundidad de la humedad en el subsuelo. Los métodos magnéticos terrestres, pueden tener una productividad que va de los 2 a 6 km lineales diarios dependiendo de la zona y del objetivo, el cual puede ser la localización de rasgos geológicos pequeños, locales o regionales, dependiendo de eso, serán los espaciamientos entre estaciones de lectura de la intensidad del cmt y sus gradientes. Dado que el método

magnético es un método natural, es decir potencial, los datos de campo se deben corregir por deriva horaria y diaria. La interpretación cuantitativa con el método magnético requiere de estudios paleomagnéticos para conocer los constituyentes del magnetismo remanente natural e inducido, por lo que generalmente en los trabajos relacionados con la prospección de aguas subterráneas se basan en la identificación de las litologías y estructuras geológicas y esto nos permite priorizar nuestra zona de estudio. Los métodos magnéticos no reemplazan a los estudios geológicos y/o foto geológicos, sino que los complementan y orientan, ya que son capaces de "observar" (interpretar) rocas y rasgos geológicos cubiertos por depósitos sedimentarios, que con la geología no podrían observarse y mucho menos interpretarse.

EG-16

LA GEOFÍSICA COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LAS INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS DE LA HABANA VIEJA

Gonzalez Caraballo Ramon

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE,
Cuba

ramon@civil.cujae.edu.cu

Las investigaciones Arqueológicas en la Habana Vieja se vienen realizando desde hace mucho tiempo y para ello se utilizaron las formas tradicionales de esta modalidad donde el papel fundamental para la elección de los sitios a excavar y de los puntos de excavación se hace sobre la base de los elementos aportados por los documentos existentes y por la experiencia acumulada por los especialistas. Desde hace poco mas de 10 años se ha incorporado a todo ello la utilización de métodos geofísicos capaces de aportar elementos físico geológicos que permitan una mejor selección de los puntos de excavación.

En el presente trabajo se muestran los resultados alcanzados mediante la utilización de la Microgravimetría en las investigaciones realizadas en iglesias, conventos, fortalezas militares y viviendas, dentro de cuyos patios, habitaciones y jardines existen objetos, restos de estructuras, pozos criollos, letrinas, enterramientos humanos, etc., que constituyen objetivos de interés por el aporte de elementos y conocimientos que los mismos encierran relacionados con la cultura y vida de nuestros antepasados.

EG-17

EL METODO SISMICO BIDIMENSIONAL, BASADO EN INDICIOS PRESENTES

Montelongo Duran Carlos

PEP, PEMEX

Carmonte50@hotmail.com

Llevar a cabo un estudio con el método sísmico Bidimensional, en la cuenca de Macuspana y Sierra de Chiapas, con una Brigada sismológica móvil utilizando diferentes fuentes de energía, así como patrones de detección comparativos, con el principal objetivo de ampliar la información y obtener datos de mejor calidad para poder evaluar las estructuras geológicas visualizadas en las secciones y cubos sísmicos, en áreas de pobre calidad y falta de información.

Las ventajas de los trabajos de prospección sísmica Bidimensional sería de conocer las características físicas del lugar, desde la generación del movimiento sísmico, los dispositivos para detectar la llegada de la onda sísmica y que proporcione la mejor la información del subsuelo.

EG-18

LA IMPORTANCIA DE LOS TRABAJOS PREVIOS EN LA OPERACION GEOFISICA

Gonzalez Zuñiga Jose Guadalupe

Exploracion y Produccion, PEMEX

gpeglz@hotmail.com

CON EL CONOCIMIENTO DE QUE LA OPERACION GEOFISICA ES UNA PARTE DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y COMO TAL SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE CUALQUIER ACTIVIDAD EXPLORATORIA VINCULADA AL DESARROLLO DEL PAÍS AUNADO AL CONOCIMIENTO DE QUE EN CUALQUIER PROCESO TODAS SUS ETAPAS SON IMPORTANTES NINGUNA ES MAS QUE OTRA, SI FALTASE UNA NO HABRIA PROCESO MUCHO MENOS PRODUCTO, PERO AL MENOS SE TENDRIAN OPCIONES SIN EMBARGO EL NO INICIAR UN PROCESO SERIA UN FRACASO.

LA IMPORTANCIA DE REALIZAR TRABAJOS PREVIOS EN CUALQUIER ESTUDIO A NIVEL MUNDIAL, DEBIDO A LA GRAN PROBLEMÁTICA EXISTENTE ACTUAL HA HECHO QUE TODAS LAS ENTIDADES Y COMPAÑIAS EXPLORADORAS REALICEN ESTE TIPO DE TRABAJOS EN FORMA PROFESIONAL Y OBLIGATORIA.

EN LA OPERACIÓN GEOFÍSICA LOS TRABAJOS DE CAMPO SON COMPLICADOS, POR LO QUE SE TRATA DE QUE AL INICIAR LOS TRABAJOS SE TENGAN CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS FUTUROS PROBLEMAS QUE PUDIESEN IMPEDIR LAS OPERACIONES GEOFISICAS, PARA ANTICIPADAMENTE COADYUVAR EN LA SOLUCION DE LOS PROBLEMAS FACTIBLES DE ATENDER Y LOS PROBLEMAS IMPOSIBLES DAR ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA REALIZAR LOS AJUSTES NECESARIOS.

LOS TRABAJOS PREVIOS SE PODRÍAN RESUMIR EN ACTIVIDADES CLARAS Y CONCISAS QUE SON: OBJETIVOS, ANTECEDENTES, PROBLEMAS ANTERIORES, PROBLEMAS ACTUALES, PLANEACIÓN, PROGRAMA, DETERMINACION DE PRIORIDADES, EXTRATEGÍA EXPLORATORIA Y EJECUCION DE LOS TRABAJOS Y POST MORTEM.

GRAN PARTE DEL EXITO DE OPERACION GEOFÍSICA SE DEBE A LAS LABORES PREVIAS DE REALIZAR UN EXTENSO E INTENSIVO ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO INCLUYENDO ASPECTOS SOCIALES Y POLÍTICOS AUNADO A LO TRADICIONAL DE LA OPERACION EN CAMPO COMO ZONAS DE TOPOGRAFÍA COMPLEJAS O EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR LAS DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES.

LOS TRABAJOS PREVIOS INCLUYEN ETAPAS IMPORTANTES COMO: ATENCIÓN PERSONALIZADA Y OPORTUNA A PROPIETARIOS PARTICULARES Y EJIATARIOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO, TRABAJO EN CONJUNTO CON LA COMUNIDAD. CUMPLIMIENTO A LAS NORMAS Y LEYES ESTABLECIDAS,

RESPECTO ECOLOGICO Y FOMENTAR LA SEGURIDAD HACIENDO EXTENSIVO A LAS COMUNIDADES LOS SERVICIOS NECESARIOS PARA LA SALUD.

LOS PUNTOS OBJETIVOS EN LOS TRABAJOS PREVIOS SERÍAN; MÍNIMA CANTIDAD DE RECLAMOS POR PARTE DE LOS PROPIETARIOS Y LA COMUNIDAD, MÍNIMO TIEMPO PERDIDO POR PROBLEMAS DE PERMISOS, CREDIBILIDAD PARA LOS PROPIETARIOS Y COMUNIDAD DE QUE LAS ENTIDADES Y COMPAÑÍAS REALICEN TRABAJOS EN ARMONIA, NO SE DEJEN PRECEDENTES GARANTIZANDO QUE LOS FUTUROS TRABAJOS SE REALICEN DE LA MEJOR FORMA, MÍNIMO IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD MÁXIMA EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS EN CAMPO.

LA ADECUADA IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJOS PREVIOS EN CUALQUIER OPERACIÓN GEOFÍSICA, PERMITIRÁ: DAR CUMPLIMIENTO A LOS PROGRAMAS ESTABLECIDOS, CUMPLIR CON LOS COMPROMISOS Y CONTRATOS EN TIEMPO Y FORMA, MANTENER BUENAS RELACIONES CON LAS COMUNIDADES DONDE SE LLEVE A CABO EL ESTUDIO, NO TENER QUE RESOLVER GRANDES PROBLEMAS SOBRE LA OPERACION, SI SE TIENE UN TRABAJO PREVIO SE TIENE LA FACTIBILIDAD DE PODERLO REALIZAR, PERMITE IMPLEMENTAR UNA MEJOR LOGÍSTICA Y ESTRATEGÍA OPERATIVA, GENERAR DISEÑOS MAS APEGADOS A LA REALIDAD, CUMPLIR CON LAS NORMATIVAS LEGALES, MEJORAR LA IMAGEN DE EXPLORACIÓN A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL, REDUCCION DE COSTOS POR TIEMPOS MUERTOS O GASTOS NO RECUPERABLES, Y SOBRE TODO PERMITIR LA CONTINUIDAD DE LA CADENA DE PROCESO DEL VALOR EN ESTE CASO PETROLERO PARA EL INCREMENTO DE RESERVAS EN BENEFICIO DEL PAIS.

EG-19 CARTEL

MAPPING QUATERNARY FAULTS IN THE EL PASO-CIUDAD JUAREZ REGION USING DIGITAL GEOLOGY AND GRAVITY

Avila Amaya Victor y Esparza Oscar
 UTEP
 vmavila@utep.edu

The active Rio Grande Rift is an extensional system that runs through central New Mexico. It is the source of Quaternary deformation in the sedimentary basin between the Franklin Mountains (El Paso, Texas, USA) and the Sierra de Juarez (Juarez, Chihuahua, Mexico). There is suspicion of a Quaternary Fault associated with the East Boundary Fault which passes through downtown El Paso and Ciudad Juarez. This fault is cataloged as an active fault in the National Seismic Hazard Map with an estimated slip rate of 0.1 mm/yr. The eastern boundary fault is proposed to continue under El Paso-Ciudad Juarez through urbanized areas, based on well data. Precise gravity modeling will be performed to show the location of the fault through downtown El Paso-Cd Juarez. Surveying offset of geomorphic features, mapping of potentially correlative geomorphic surfaces, and GIS analysis of prominent lineaments will also be useful. These data, along with well information, will aid in the location of the faults in the El Paso-Ciudad Juarez region a key task in assessing seismic hazards.

EG-20 CARTEL

ANÁLISIS DE COEFICIENTES ARMÓNICOS PARA LOS REGISTROS GRAVIMÉTRICOS DE DOS ESTACIONES EN EL CENTRO DE MEXICO

Cifuentes Nava Gerardo¹, Cabral Cano Enrique¹, Correa Mora Francisco¹, Diaz Molina Oscar¹, Martin Del Pozzo Ana Lillian¹, Mena Jara Manuel¹, Rymer Hazel² y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² Department of Earth Sciences, The Open University
 gercifue@igeofcu.unam.mx

El estudio detallado de la evolución temporal de los campos potenciales brinda información fundamental para analizar procesos geológicos. En particular, el monitoreo gravimétrico y magnetométrico en volcanes activos es de gran utilidad para estudiar por métodos indirectos los procesos magmáticos que operan en ellos; por ejemplo, para conocer la dinámica de los pulsos de intrusión magmática o los eventos de presurización debido a la acumulación de gases.

En el volcán Popocatepetl se ha mantenido en operación desde hace 3 años un gravímetro LaCoste & Romberg modelo D en la estación POSW (flanco Noroeste) que también alberga un receptor GPS de doble frecuencia con transmisión de datos en tiempo real al Instituto de Geofísica. Por su parte la estación de la Cd. De México cuenta con un gravímetro LaCoste & Romberg modelo G.

Las series de tiempo (3 años en el caso del Popocatepetl y 9 meses para la Cd. de México) permiten determinar las componentes periódicas mediante el análisis de coeficientes armónicos y la posibilidad de discriminar anomalías de origen local a partir de los residuales sin la influencia de mareas terrestres o señales periódicas de origen externo. Estas anomalías consideradas de origen local son posteriormente correlacionadas con otras técnicas de monitoreo volcánico.

EG-21 CARTEL

ESTUDIO MAGNETOMÉTRICO Y GRAVIMÉTRICO DE LA RUTA OAXACA – POCHUTLA - PUERTO ESCONDIDO - LA PALMA, RESULTADOS PRELIMINARES

Cifuentes Nava Gerardo, Cabral Cano Enrique, Díaz Molina Oscar, Hernández Quintero Juan Esteban y Hurtado Díaz Alejandro
 Instituto de Geofísica, UNAM
 gercifue@igeofcu.unam.mx

La geometría de la zona de subducción de la placa de Cocos bajo la placa de Norteamericana a lo largo de la costa de Oaxaca ha sido previamente modelada por diversos métodos geofísicos como sismología, gravimetría y magnetometría. Sin embargo, muchos de estos trabajos se basan en levantamientos geofísicos que presentan limitaciones, dadas las condiciones logísticas e instrumentales de la época. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de las prospecciones magnetométrica y gravimétrica llevados a cabo en junio y julio de 2004 a lo largo de la ruta carretera Oaxaca-Pochutla-Puerto Escondido-La Palma que forman la primera fase de un estudio geofísico y geodésico regional.

Las mediciones y posicionamiento preciso en las estaciones gravimétricas y magnetométricas se llevaron a cabo con instrumentos de alta precisión (magnetómetros Geometrics G856, gravímetro

Lacoste and Romberg Graviton EG y receptores GPS Trimble 5700). Se desarrollo una metodología de observación de alta calidad para tener la mejor convergencia de datos durante las observaciones en cada sitio. Para la magnetometría se instaló una estación base en Mazunte, Oaxaca, que a su vez se comparó con los registros magnéticos del Observatorio Magnético de Teoloyucan. Para obtener el mejor control posible de las observaciones gravimétricas se llevaron a cabo transferencias de bases absolutas desde el centro de México hasta los Valles Centrales y la región costera de Oaxaca y tener así un control preciso de la deriva instrumental y de los valores reales de cada sitio de observación.

Cada estación se ha documentado ampliamente con fotografías, descripciones de sitio y la implantación de puntos de referencia metálicos que permitan una futura reocupación de cada sitio y aseguren la repetibilidad de las observaciones. El control de elevación en cada punto de observación se ha llevado a cabo mediante la instalación de estaciones GPS continuas y de ocupación periódica en toda la zona de estudio que han servido como bases para el posicionamiento mediante técnicas GPS diferenciales.

Los resultados preliminares muestran una gran consistencia. Se enumeran los procesamientos pendientes para poder realizar un modelado de la geometría con un mínimo de incertidumbre. Los autores agradecen la participación de Cesar Caballero Franco, Gerardo Sánchez Dávila y Elba Sierra Arellano, estudiantes del Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Sesión

Física Espacial

Miércoles 3

Salón Mariposas 2

FE-1

LEY DE TITUS BODE EVALUADA CON PLANETAS EXTRASOLARES

Peña Cabrera Vaneza, Romero Sanchez Maria del Consuelo y Durand Manterola Héctor Javier
 Depto. de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
 gpe_vanezy@yahoo.com

La Ley de Titus Bode ha sido cuestionada puesto que describe la manera como se distribuyen algunos de los planetas en Nuestro Sistema Solar, los recientes descubrimientos de exoplanetas nos dan la oportunidad de comprobar si dicha distribución es aplicable en otros sistema planetarios o bien si es que este hecho ha sido mera casualidad. Nosotros hemos hecho un análisis acerca del comportamiento distribucional de los planetas extrasolares los resultados muestran una distribución especial en la cual se muestran huecos en la ubicación de estos cuerpos.

FE-2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PLANETAS SOLARES Y EXTRASOLARES

Romero Sánchez Maria del Consuelo¹, Durand Manterola Héctor Javier¹ y Rivera Lopez Ana Leonor²
¹ Depto. de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
² Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM
 chelors@correo.unam.mx

Realizamos una comparación con los datos de los 122 planetas extrasolares encontrados hasta hoy con los de los planetas conocidos del Sistema solar, así como con las lunas jovianas, saturnianas, uranianas y neptunianas. Entre los datos de cada planeta que presentamos (tanto en una tabla como en forma gráfica) se encuentran: masa, período, semieje mayor, excentricidad, estrella a la cual está ligado (y datos de la misma como tipo espectral, masa, metalicidad, período de rotación, luminosidad, temperatura y magnitud aparente). Con las gráficas confirmamos la Tercera Ley de Kepler tanto para las lunas de los planetas Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, como para los planetas extrasolares. Además comprobaremos que existe un límite inferior a cierta distancia a la que un planeta puede estar de su estrella.

FE-3

COMO OBTUVIERON LOS MAYAS LA PRECISIÓN DE SU CALENDARIO

Durand Manterola Hector Javier
 Depto. de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
 hdurand_manterola@yahoo.com

Según los estudios arqueológicos alrededor del año 300 a.c. surgió la civilización maya. La primera fecha maya registrada corresponde al 6 de julio del año 292 después de Cristo. Cuando llegaron los españoles a Yucatán comprobaron que los mayas median la duración del año en 365.2420 días. Este valor era mas preciso que el usado en Europa y la civilización occidental no alcanzó este nivel de precisión hasta finales del siglo XIX. ¿Cómo lograron los mayas este nivel de exactitud si no tenían aparatos de de precisión? En este trabajo propongo un posible método que consiste en simplemente contar días y años a través de un lapso largo de tiempo y luego

simplemente dividir el número de días entre el número de años. El problema que presenta este método es que el lapso de tiempo que se necesita para alcanzar el número 365.2420 es mas largo que el tiempo de duración de la cultura maya.

FE-4

EL CICLO SOLAR EN EL ESPACIO FASE

Rivera Lopez Ana Leonor y Castaño Meneses Victor
 Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM
 analeonor@fata.unam.mx

A pesar que la actividad solar afecta la Tierra todavía no existe un modelo del Sol que permita predecirla por lo que se usan métodos estadísticos sobre el ciclo solar para su predicción. En este trabajo presentamos una nueva forma de analizar los datos del ciclo solar ahora en el espacio fase mediante la función de distribución de Wigner y utilizando wavelets.

FE-5

EL COMPORTAMIENTO DE EVENTOS DE PROTONES SOLARES

Meléndez Venancio Raúl¹ y Pérez Enríquez Román²
¹ Depto. de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
² Centro de Geociencias, UNAM
 raulmv@servidor.unam.mx

Los eventos de protones solares (SPEs) detectados cerca de la Tierra son debidos a la actividad solar. Ellos siguen el ciclo de la actividad solar y, algunas veces, afectan el ambiente terrestre. Hay varias misiones espaciales que registran estos eventos. Los GOES desde 1976 y SOHO desde 1996 son dos de ellos. En este trabajo la distribución de tiempo inter evento de SPE fue obtenido para SPEs para el periodo 1976-2002. Inesperadamente no fue encontrado un comportamiento de ley potencial pero la distribución semeja una distribución log-normal así que, aparentemente, existe un rango de tiempo característico para la ocurrencia de estos eventos. Aquí discutimos estos resultados en términos de la teoría de criticalidad auto organizada. Tal teoría está basada en el paradigma de la pila de arena y es aplicada a sistemas complejos.

FE-6

INFLUENCIA DE ONDAS DE BAJA FRECUENCIA EN EL ACOPLAMIENTO CHOQUE-MAGNETOFUNDA-MAGNETOPAUSA

Blanco Cano Xochitl¹, Omid Nick² y Russell Christopher³
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² University of California, La Jolla, EUA
³ University of California, Los Angeles, EUA
 xbc@geofisica.unam.mx

Mediante el uso de simulaciones híbridas (iones como partículas, electrones como fluido) estudiamos la región de interacción del viento solar con la magnetosfera para diferentes orientaciones del campo magnético interplanetario. Las estructuras del choque y de la magnetofunda son determinadas por procesos cinéticos que ocurren en el plasma y por micro-inestabilidades que generan ondas en el antechoque y en la magnetofunda. En este trabajo describimos las características de las ondas de baja frecuencia río arriba del choque

y en la magnetofunda. En esta última región, las ondas tienen dos orígenes, mientras que algunas se generan localmente, otras son ondas que se han propagado desde el anteochoque. Estudiamos el papel de las ondas en la formación del choque y en el acoplamiento choque-magnetofunda-magnetopausa.

FE-7

CÓMO SE PUEDE EXPLICAR LA EXISTENCIA DE PARTÍCULAS ENERGÉTICAS EN LA REGIÓN MAGNETOSFÉRICA DE SATURNO

Martínez Gómez Elizabeth, Pérez de Tejada Jaime Héctor y Durand Manterola Héctor Javier
Instituto de Geofísica, UNAM
affabeca@avantel.net

En la magnetosfera kroniana se han detectado distintas regiones de plasma. Dentro de unos 400 mil kilómetros de Saturno existe un toro de gas formado por partículas de H^+ y de O^+ , cuya fuente probablemente sean las superficies de Dione y Tetis. A este toro se le han asociado fuertes emisiones de onda de plasma; mientras que en las regiones externas algunos iones han sido acelerados hasta alcanzar grandes velocidades (en temperaturas son de 400 millones a 500 millones de grados Kelvin). La presencia de estas partículas con altas energías hace pensar que en la magnetosfera externa de Saturno tiene lugar algún mecanismo de calentamiento (o aceleración de partículas).

Es por ello que en este trabajo se desarrolla un modelo de aceleración estocástica a partir de las fluctuaciones temporales del campo magnético medidas por las naves Voyager en su paso por la magnetosfera de Saturno. Con ellas se genera un campo eléctrico estocástico (a través de las ecuaciones de Maxwell y simulado por un método de Monte Carlo) que está directamente involucrado en el proceso de aceleración de partículas. Se consideró que los diferentes iones provienen de fuentes como la atmósfera de Saturno, la atmósfera de Titán y de la superficie de los satélites de hielo. Se encontró que los iones van adquiriendo energías cada vez mayores dependiendo del número de interacciones con el campo eléctrico estocástico.

FE-8

EL COMPORTAMIENTO FLUIDO DEL VIENTO SOLAR EN SU INTERACCIÓN CON IONOSFERAS PLANETARIAS

Pérez de Tejada Jaime Héctor
Instituto de Geofísica, UNAM
perezdet@igeofcu.unam.mx

La interpretación hidrodinámica de la interacción del viento solar con objetos planetarios proporciona una visión que no solamente está basada en problemas similares a los de la física de fluidos sino que, además, contiene el mismo tipo de planteamiento del que se emplea para explicar su presencia como plasma no colisional; esto es, un carácter de medio continuo producido por interacciones efectivas de corto alcance. A diferencia de la interacción que ocurre entre el viento solar y el campo magnético de la Tierra en donde partículas ionizadas inciden directamente sobre un obstáculo magnético las condiciones que existen alrededor de los planetas no-magnéticos (Venus y Marte) se conforman más al contexto fluido pues en este caso ocurre una interacción directa entre 2 plasmas, el viento solar y el material ionosférico. Mediciones realizadas en la vecindad de la ionosfera de ambos planetas muestran los efectos de tal interacción

pues el viento solar es fuertemente desacelerado a través de procesos que transfieren parte de su momento al plasma ionosférico. El resultado de este comportamiento se manifiesta no solamente en el movimiento cinético que adquiere la ionosfera planetaria sino también en su estructura y configuración (nubes y agujeros ionosféricos, filamentos de plasma a lo largo de la estela y regiones erosionadas en los polos magnéticos de la ionosfera). La implicación física que esta descripción implica en cuanto al origen de las interacciones que fundamentan el comportamiento fluido así como en la valoración de parámetros fundamentales apropiados al proceso de interacción (camino libre medio efectivo) son actualmente considerados como aspectos fundamentales en el estudio del comportamiento fluido del viento solar.

FE-9

NONLINEAR FREQUENCY CONVERSION OF ELF-ULF ACOUSTIC WAVES IN NON-ISOTHERMAL ATMOSPHERE AND IONOSPHERE

Grimalsky Volodymyr¹, Koshevaya Svetlana², Perez Enriquez Roman³ y Kotsarenko Anatoly³

¹ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

² CIICAP, Universidad Autónoma de Morelos

³ Centro de Geociencias, UNAM

vgrim@inaoep.mx

The acoustic channel of lithosphere-ionosphere coupling is investigated. The nonlinear excitation of ultra-low frequency (ULF, $\sim 0.1-5$ Hz) acoustic waves by extremely low frequency ones (ELF, $\sim 10-100$ Hz) is discussed. The ELF wave is excited as a burst-like envelope of finite transverse scale by sources of natural or artificial origin at the Earth's surface. Then, ELF wave propagates vertically upwards and is subject to both nonlinearity and dissipation. The nonlinearity leads to the generation of higher harmonics and to increase of the ULF part of the spectrum. The generation of higher harmonics results in a formation of saw-tooth-like structure, which dissipates completely at the altitudes 50–100 km, and only ULF part of the spectrum can reach the E-layer of the ionosphere. In simulations, the slowly varying profile method has been used. Within a framework of the rough approximation of isothermal ionosphere, it is possible to obtain correct results only for the ULF sound propagation through the E-layer of the ionosphere. Therefore, the real dependence of the ion temperature of the ionosphere should be taken into account [1]. More accurate simulations have demonstrated that the ULF acoustic or acousto-gravity waves can also reach the F-layer of the ionosphere (up till the heights 250–300 km), where there are the maximal values of the ion concentration of the ionosphere. In the F-layer ULF acoustic waves may influence an essential modulation of the density of the ionosphere plasma. A modulation of the density of the ionosphere plasma of the F-layer may lead to a significant change of transmission of radio signals from space objects, like quasars, at frequencies 15–25 MHz. Moreover, increase of transparency of the ionosphere for radio signal propagation may occur. It is shown that an influence of the geomagnetic field is essential for such a change of transparency. A comparison of the results of simulations and experimental data on the modulation of radio transparency of the ionosphere plasma due to powerful ELF sound pulses, excited by sound antennas, is given.

The obtained results are of some interest for searching precursors of earthquakes in the middle and upper ionosphere.

FE-10

POSIBLE ORIGEN DE LAS CÁRCAVAS EN EL RELIEVE DE MARTE

Flores Cedillo Yolanda y Durand Manterola Héctor Javier
 Depto. de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
 yolanda@soho.igeofcu.unam.mx

En el relieve del planeta Marte se han encontrado los rasgos geomorfológicos denominados cárcavas.

En el año 1999, la nave Mars Global Surveyor detectó estos rasgos y desde entonces surgió la controversia acerca de su origen: si se formaron por la acción de un fluido (agua o bioxido de carbono) o por material seco como avalanchas de detritos rocosos.

FE-11 CARTEL

STATISTICAL STUDY OF COMPOSITION AND MAGNETIC STRUCTURE OF ICMEs AT 1 AU

Aguilar Rodriguez Ernesto¹, Blanco Cano Xochitl¹ y Gopalswamy Nat²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² NASA Goddard Space Flight Center
 ernesto@lepvax.gsfc.nasa.gov

We present preliminary results of a study of the charge state ratio as well as the magnetic structure characteristics of interplanetary coronal mass ejections (ICMEs) observed at 1 AU by the ACE and Wind spacecrafts. Measurements of charge state composition in the solar wind combined with magnetic field structures are important to understand the physical conditions in the source regions of the solar wind. We used magnetic field, plasma and ion composition data over a period of time from 1998 to 2002. According to their magnetic field structure, these events were classified as magnetic cloud, non-cloud and complex ICMEs. The later one is referred to a magnetic clouds that are followed and/or preceded by another ICME. We discuss the differences and similarities of our results with those of previous studies.

FE-12 CARTEL

ESTADO DEL ARTE EN LA RELACIÓN METEORÍTICO-ASTEROIDAL

García Martínez José Luis
 Instituto de Geología, UNAM
 pepeluis@correo.unam.mx

Sabemos que la evolución colisional del sistema de asteroides así como la posición de la tierra con respecto a este último dentro del sistema solar, explican de forma natural la presencia de fragmentos asteroidales en la vecindad terrestre así como el ingreso y caída de material meteorítico a la superficie de la tierra. Igualmente, si el sistema asteroidal es el principal proveedor de muestras meteoríticas, se esperaría una correspondencia entre los diferentes tipos de asteroides observados con las diferentes clases de meteoritos de las colecciones en tierra. Sin embargo, tal correspondencia es sistemáticamente evasiva, de tal manera que solo a una minoría de los meteoritos se les puede asignar paternidad confiable mientras que, para el resto, que son la mayoría, no es posible aún. En este trabajo se hace una evaluación de las causas que aparentemente impiden dicha correspondencia.

Sesión

Geohidrología

Martes 6

Salón Mariposas 1

GEOH-1

INTERACCIÓN LAGO-ACUÍFERO, CASO: LA LAGUNA DE ALCHICHICA, EDO. DE PUEBLAAlcala Rodríguez Armando¹ y Escolero Fuentes Oscar²¹ Facultad de Ingeniería, UNAM² Instituto de Geología, UNAM
armas_alcala@yahoo.com.mx

La Cuenca Libres-Oriental localizada en los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz constituye hidrológicamente una fuente de abastecimiento de agua subterránea muy importante para los habitantes de la región. La elevada capacidad de almacenamiento del acuífero lo convierte en uno de los más importantes para el edo. de Puebla y lo hace atractivo para ser considerado como una alternativa para el suministro de agua potable para la ciudad de Puebla, ello se debe a la presencia de material altamente permeable en las zonas bajas que favorecen la infiltración inmediata de los escurrimientos pluviales lo que origina que el patrón de drenaje superficial hacia las partes bajas sea prácticamente inexistente.

En la Cuenca Libres-Oriental se encuentran, entre otras estructuras volcánicas, seis maeres o conos de explosión freática o freatomagmática cuyo fondo esta cubierto por agua que presentan firmas hidroquímicas diferentes.

El propósito de este trabajo es elucidar sobre la interacción que existe entre el agua superficial y subterránea, particularmente entre el acuífero y el maar de Alchichica y con ello explicar las posibles causas de abatimiento de los niveles de agua de los maeres de la cuenca.

La metodología consistió en elaborar un reconocimiento hidrogeológico a detalle de la zona incluyendo el censo de aprovechamientos, nivelación de brocales de pozos y descripción estratigráfica de los cortes en las paredes de las norias, en los bordes del cráter y en las muestras colectadas producto de la perforación de un pozo a 100 m. dentro de la zona de estudio. Como resultado se estableció la red de flujo de agua subterránea en la zona, se construyó la columna estratigráfica y se propone el esquema de funcionamiento del acuífero en relación con la distribución de la salinidad en el agua subterránea y en la laguna de Alchichica.

GEOH-2

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DE ACAPETAHUA, CHIAPAS, MÉXICOSánchez Ramírez Eva¹ y Steinich Birgit²¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Centro de Geociencias, UNAM
evasr@geofisica.unam.mx

Se realizaron veinticuatro sondeos de resistividad y se analizaron 60 muestras de agua con el fin de determinar las características básicas del acuífero, como son la geometría y sus reservas de agua dulce.

Se realizó el análisis e interpretación química de un muestreo de aguas de la parte superficial de un segmento del acuífero costero de Acapetahua, Chiapas, el cual se localiza en una planicie con ligera inclinación hacia el mar y que consiste en una unidad hidroestratigráfica compuesta de sedimentos continentales del Cuaternario y Plioceno y un basamento cristalino formado por rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico y Paleozoico.

Se empleó muestreo con volúmenes pequeños y se efectuaron análisis químicos por potenciometría, cromatografía de iones y espectrometría de absorción atómica.

La topografía del basamento se caracteriza por cumbres y valles profundos. La profundidad del basamento varía entre unos pocos metros y varios cientos de metros. Los altos del basamento se encuentran a lo largo de la línea costera, a distancias entre 4 y 15 Km de la costa, reduciendo considerablemente el espesor del acuífero.

Se propuso una división del área de estudio, incluyendo la zona de recarga, con base en la distribución de suelos. Con esta división se establece la influencia que tienen los suelos sobre algunos parámetros fisicoquímicos y químicos del acuífero. Los índices de saturación de las fases minerales presentes en el área de estudio, así como la clasificación de las familias de agua, avalan esta propuesta.

Se establece que la hora de muestreo repercute significativamente en la temperatura del agua subterránea en los primeros cinco metros del acuífero.

La zona de transición entre el agua dulce y el agua salada coincide en el espacio con los altos del basamento, tal y como lo demuestran los resultados del análisis iónico de las muestras de agua subterránea y la tendencia de distribución de concentraciones de los iones principales y de parámetros tales como el pH.

Los valores de concentración de nitratos y nitritos indican que en el área de estudio existe un problema de calidad del agua, que puede generar problemas de salud en la población humana y animal de las localidades involucradas, debido a la asociación existente entre la presencia de nitratos y bacterias coliformes.

GEOH-3

INTERACCIÓN AGUA-ROCA ASOCIADA AL REUSO DE AGUA RESIDUAL EN LA AGRICULTURA EN EL ACUÍFERO DE TECAMACHALCO, PUEBLA, MÉXICOMariani Eloisa Dominguez¹, Miretzky de Vior Patricia² y Carrillo Chavez Alejandro²¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM² Centro de Geociencias, UNAM
eloisa@geociencias.unam.mx

Ha sido probada la interacción entre el agua superficial que se aplica al riego y el agua subterránea desde el punto de vista hidráulico, químico, microbiológico e isotópico. Se ha s materiales que constituyen el acuífero somero, el mayor en explotación en la zona, está integrado por carbonatos de origen meteórico, por lo que su comportamiento está asociado a un acuífero de triple porosidad. El objetivo del presente es mostrar los cambios en la dinámica de disolución-precipitación en las discontinuidades del medio geológico asociados con la infiltración de agua superficial en el acuífero.

Mediante el modelado de la cinética con PHREEQC se muestra que simultáneamente a la mezcla y la precipitación de carbonatos, se presenta el incremento de las concentraciones de CO₂, lo que induce a continuación un nuevo periodo de disolución. Se determinó por el modelado, elevadas concentraciones de CO₂ en el agua subterránea del Distrito de Riego, que tendrían justificación por cualquiera de los siguientes procesos: la oxidación de materia orgánica que se infiltra en el acuífero, procesos metabólicos de microorganismos presentes en el medio saturado y la actividad de la zona radicular de la vegetación en

superficie. La presencia de fuentes continuas de este gas permitirá la renovación de la capacidad de disolución, lo que permitirá la infiltración en mayor medida de agua de riego. Por lo que la presencia de microorganismos indicadores como coliformes y estreptococos que se han encontrado en el agua subterránea, habrían tenido como vía de entrada los canales de disolución del medio.

La mezcla entre agua residual y subterránea favorecerá el incremento de la conductividad hidráulica con lo cual, los procesos de atenuación de contaminantes se verán reducidos y se favorecerán las modificaciones en la calidad del agua subterránea. Este estudio marca un aspecto diferente de los estudios del reuso de agua residual en la agricultura que se ha enfocado preferentemente a los aspectos sanitarios de esta práctica.

GEOH-4

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA POR ARSÉNICO EN ALDAMA, CHIHUAHUA

Rodríguez Pineda J. Alfredo¹, Reyes Cortés Ignacio², Hernández Ramírez Oscar², Cruz Medina Rodybeth² y Muñoz Robles Carlos¹

¹ Instituto de Ecología, A.C.

² Universidad Autónoma de Chihuahua
alfredo@sequia.edu.mx

Este resumen presenta resultados preliminares del estudio piloto desarrollado en la zona de Aldama, Chih. enfocado a definir el origen del As en el agua subterránea del Estado de Chihuahua. En los últimos diez años se ha detectado la presencia de arsénico en varios acuíferos de la zona centro y sur del Estado de Chihuahua (C.N.A., 1997) en concentraciones medias cercanas a la Norma Oficial Mexicana vigente durante esos años (0.05 mg/l), aunque en algunos casos específicos se rebasó dicho parámetro. Los estudios realizados no determinaron el origen del metaloide tóxico, únicamente uno de ellos en la zona de Aldama, Chih. estableció que el As provenía del entorno geológico dominado por rocas ígneas Terciarias y sedimentarias Paleozoicas (Rodríguez, 2000) que conforman la Sierra del Cuervo, ubicada a 30 km al noreste de la ciudad de Chihuahua.

La metodología de estudio incluye un análisis integral compuesto por muestreo de rocas, sedimentos y agua, análisis de reflexión espectral de los componentes geológicos y análisis estadísticos discriminitorios. De esta manera se han obtenido los primeros resultados del origen del As en el acuífero que es utilizado como fuente de agua potable para las ciudades de Chihuahua y Aldama.

Los resultados iniciales muestran que la Sierra del Cuervo es la fuente del arsénico en la zona. Tobas Terciarias consolidadas presentan altos contenidos de arsénico, hasta de más de 500 ppm aunque también otras tobas presentan valores de un dígito. Las lutitas Paleozoicas muestran concentraciones intermedias en un rango de valores de un dígito hasta 100 ppm en el caso de algunas lutitas mineralizadas. Otras rocas como calizas, conglomerados e intrusivos presentan valores insignificantes. Los sedimentos depositados en el valle presentan la misma tendencia que la roca madre. El agua subterránea presenta una concentración media de As que no rebasa el valor actual máximo permitido para agua potable permitido por la modificación a la norma NOM-127-SSA1-1994 (0.035 mg/l). Por su parte, el agua suministrada a la población de Aldama se presenta por debajo de los límites permitidos. El análisis espectral de imágenes satelitales TM 5 logró discriminar las rocas ígneas con contenidos de arsénico del resto de los componentes geológicos de la sierra.

Estos resultados nos dan los primeros indicios de que el arsénico en el agua subterránea del Estado de Chihuahua es principalmente de origen geológico, siendo algunas de las tobas Terciarias una de las principales fuentes; las tobas Terciarias es un componente primario de la geología estatal. Sin embargo, no se descarta que en distritos mineralizados y zonas agrícolas el As provenga de fuentes más específicas. Una segunda etapa de investigación propuesta aplicará el modelo conceptual desarrollado en Aldama para su valoración y aplicación en una zona de mayor dimensión y problemática.

Los resultados obtenidos en esta investigación son gracias al financiamiento obtenido a través de la convocatoria sectorial SEMARNAT-CONACYT 2002-01 del proyecto SEMARNAT-2002-C01-0165.

GEOH-5

COMPORTAMIENTO HIDROGEOQUÍMICO EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE AGUASCALIENTES

Ortiz Pérez Manuel y Steinich Birgit
Centro de Geociencias, UNAM
mortiz@geociencias.unam.mx

El valle de Aguascalientes se localiza entre los 22° 27' y 21° 38' de latitud norte y entre los 101° 53' y 102° 52' de longitud oeste, en la porción central de la República Mexicana, a una altitud media de 1946 metros snm. El valle es de origen tectónico, está limitado al este y al oeste por sierras y lomeríos. La fosa estructural contiene principalmente materiales aluviales semiconsolidados, constituidos por capas de arena, grava y materiales limo-arenosos de aproximadamente 300 m de espesor. La parte subyacente está constituida por rocas ígneas compactas con diferentes grados de fracturamiento y espesores comprendidos entre 150 y 450 m. El acuífero del valle tiene una extensión estimada de 4.167 km² donde se han identificado dos sistemas de flujo subterráneo que circulan en medios geológicos distintos con propiedades hidráulicas y calidad de agua diferentes. El sistema de flujo superior es de tipo libre, y está conformado por los materiales del medio granular se explota dentro de los primeros 200 a 400 m. de profundidad. Más allá de ésta, se explota el sistema de flujo inferior, mismo que se encuentra separado del primero por tobas impermeables o lavas e ignimbritas que constituyen el medio fracturado en el cual el agua subterránea se desplaza por fracturas a una velocidad comparativamente mucho mayor que en el medio poroso. El acuífero inferior es de tipo semiconfinado. La calidad química y la temperatura termal son características de esta unidad. La caracterización hidrogeoquímica e isotópica del acuífero se realizó en una red de monitoreo representativo de 86 pozos en marzo del 2004. Con el propósito de evaluar la calidad y cambios Hidrogeoquímicos del agua subterránea, la determinación del origen y mecanismos de recarga, la relación temperatura- profundidad en zonas fracturadas. De acuerdo a los valores de temperatura en los pozos de agua que se presentan al oriente, poniente y centro del valle se puede apreciar que en las zonas de falla se manifiestan temperaturas de 48°C en promedio y estas va disminuyendo conforme se alejan al centro del graven asta su valor de fondo anual, exhibiendo un medio granular con un cono de abatimiento que se refleja en su nivel estático de 3m/anales ante este fenómeno el acuífero manifiesta el incremento de la temperatura anualmente. Por otra parte podemos apreciar que los pozos ubicados al poniente y oriente del valle en el medio fracturado que coinciden con la zona de falla presentan menor tiempo de residencia y son pozos más profundos con temperaturas de 48°C. Por lo que concluimos que el agua subterránea del valle de

Aguascalientes cuenta con una importante fuente hidrotermal y que se manifiesta en zonas de falla que va en aumento con forme se profundiza la fuente de abastecimiento, manifestándose de igual forma en el medio granular disipando la temperatura del agua la mezcal generada en este medio conforme se aleja de la zona de falla.

GEOH-6

EVALUACIÓN GEOHIDROLÓGICA DEL TIRADERO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OAXACA, PARA CUMPLIR CON LA NORMA ECOLÓGICA NOM-083/ECOL-1996

Gijón Yescas Neftali, Aragón Sulik Manuel, Navarro Mendoza Susana y Belmonte Jiménez Salvador
CIIDIR, IPN, Oaxaca
maragon@ipn.mx

Se presenta la evaluación del tiradero municipal de la ciudad de Oaxaca, el cual tiene un funcionamiento de 20 años, y donde se disponen cerca de 683 tn/día de desechos sólidos provenientes de 17 municipios conurbados.

La evaluación se realizó mediante la determinación de los parámetros geohidrológicos incluidos en los métodos DRASTIC y el Factor de Tránsito. El material del subsuelo es básicamente arenisca intemperizada y fracturada, se midieron profundidades al nivel estático en promedio de 14m, el material predominante de suelo es grava arcillosa, además que las conductividad hidráulica medidas están en un rango de $1e-04$ a $6e-04$ m/s y se obtuvo un coeficiente de escurrimiento de 0.17.

Los resultados indican que este tiradero a cielo abierto no cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-83/ECOL-1996.

GEOH-7

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ESCORRENTÍA DE LOS PRINCIPALES RÍOS QUE ATRAVIESAN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Arreygue Rocha Eleazar, Alcalá Ochoa Salvador y Garduño Monroy Víctor Hugo
UMSNH
arrocha@zeus.umich.mx

La red hidrográfica que atraviesa la ciudad de Morelia está constituida por tres ríos, los cuales son: el río Grande, el río Chiquito y el río la Hoya o arroyo de Tierras. Estos ríos han llamado nuestra atención para realizar el presente estudio, debido a que hasta hace pocos años eran unos de los pocos ríos de aguas claras que existían en México. Sin embargo, los asentamientos humanos en zonas cercanas al nacimiento de estos ríos y en zonas urbanas hoy altamente pobladas, han venido afectando enormemente la calidad de las aguas que estos cauces transportan y del cual se abastecen los mantos acuíferos de la región.

El Río Grande de Morelia nace en la unión de varios arroyos en la zona montañosa que se extiende al sur de la ciudad y mantiene un curso suroeste – noreste, además recibe varios tributarios por su margen derecha, antes de cruzar por la ciudad de Morelia. En Zacapendo, cambia bruscamente su dirección hacia el norte, entrando a la planicie de Álvaro Obregón-Queréndaro con un curso divagante, para desembocar en el lago de Cuitzeo. La cuenca del río Grande de Morelia tiene una superficie de 1500 km², aproximadamente.

La escorrentía del río Chiquito y la Hoya o arroyo de Tierras, corren de sureste a noroeste. Nacen en la Sierra de Mil Cumbres y se unen al Río Grande después de recorrer su tramo urbano. El recorrido del Río Chiquito por la ciudad es de casi 7 km, el arroyo de Tierras es de 6 km, se ha observado un incremento en el gasto de aguas negras que circulan sobre los lechos de estos ríos. Las aguas que alimentan estos cauces son principalmente aguas negras del sur de la ciudad y aguas pluviales en los períodos de lluvias.

El objetivo principal del estudio es poder identificar los tipos de agua o contaminantes que descargan al río y que finalmente llegaran al lago de Cuitzeo, lugar donde se cría el Charal y de donde dependen bastantes familias de pescadores de la ribera del lago. El agua que escurre por el río es utilizada para el riego de alfalfa, hortalizas, maíz, trigo, etc., principalmente estos cultivos se localizan en la planicie de Álvaro Obregón y que dichas hortalizas posteriormente son llevadas a los mercados de la localidad.

GEOH-8

DESCRIPCIÓN Y MODELACIÓN DE LAS ESCORRENTÍAS DEL SISTEMA DE PRESAS DEL RÍO YAQUI SONORA

Cruz Medina Roberto
Instituto Tecnológico de Sonora
rcruz@itson.mx

La descripción y modelación de las escorrentías es de gran importancia porque permite la estimación del volumen total anual del agua disponible para uso doméstico, industrial y agrícola. Para la estimación y modelación de los volúmenes anuales disponibles se utilizaron las series de datos históricos de la CNA de 1942-2002 para la presa "La Angostura" y de 1965-2002 para las presas "El Novillo" y el "Oviachic" del Río Yaqui Son. La descripción de la escorrentías permite establecer que se dispone en promedio de 3,564 hm³ para uso general, sin embargo, debido a la aleatoriedad de los escurrimientos, el volumen programado para utilizar en cada año debe depender tanto del almacenamiento actual como de los escurrimientos esperados en el año siguiente, esto significa, por ejemplo, que si los embalses están llenos en un año específico, el volumen programado para uso puede ser mayor al volumen promedio esperado; pero si el volumen de los embalses es escaso, digamos del 10% de la capacidad total, se debe programar el uso de un volumen inferior a este promedio captado de 3,564 hm³.

Para incrementar la precisión en los pronósticos de las escorrentías, es conveniente investigar si existen variables auxiliares que permitan mejorar el ajuste de los modelos utilizados. En este trabajo se analizó, por medio de análisis de correlaciones y funciones de transferencia, la posible dependencia de esta variable hidrológica con los fenómenos atmosféricos a gran escala conocidos como "El Niño" y la "La Niña" utilizando los índices y variables que tratan de caracterizar a estos fenómenos. Los análisis muestran que las autocorrelaciones de las escorrentías anuales no son significativas y la estadística de Ljung y Box (1978), que se utiliza para probar la hipótesis nula de que todas las autocorrelaciones con desfases de 1 a k son iguales a cero, permiten concluir que las escorrentías pueden considerarse como variables aleatorias independientes lo cual justifica el ajuste de una distribución de probabilidad a las escorrentías anuales y la elaboración de pronósticos con estas funciones que asumen que las observaciones son independientes. Otro aspecto importante de los escurrimientos es su distribución mensual a través del año. Como era de esperarse, esta distribución es semejante a la distribución de las precipitaciones. Durante los meses de Agosto,

Septiembre y Octubre, durante el llamado "monzón mexicano", se colecta aproximadamente el 50% de las escorrentías anuales. Los escurrimientos mensuales sí muestran autocorrelaciones significativas por lo que no es posible suponer que son variables aleatorias independientes. Para modelar la distribución mensual de los escurrimientos se utilizaron modelos que incluyen variables clasificatorias para los meses y modelos ARIMA (autoregressive integrated moving average), las variables clasificatorias aunque disminuyen significativamente a la desviación estándar residual de las escorrentías no eliminan las autocorrelaciones que sí fueron explicadas por las funciones de transferencia que incluyen a las variables clasificatorias y a los modelos ARIMA.

GEOH-9

GROUNDWATER DIFFERENTIATION OF THE AQUIFER IN THE VIZCAINO BIOSPHERE RESERVE, IN BAJA CALIFORNIA PENINSULA

Brito Castillo Luis y Méndez Rodríguez Lía Celina
CIBNOR
lbrito04@cibnor.mx

The National Water Commission of Mexico (CNA) has considered the aquifer located in the Vizcaino Biosphere Reserve (the Reserve) as one water body. The Vizcaino aquifer is one of the most important aquifers in the Baja California Peninsula. Using groundwater quality data from 163 wells, the aquifer in the Reserve was differentiated. Varimax-rotated empirical orthogonal function (EOF) analysis was applied to 135 wells using chemical analysis data of 12 groundwater parameters. Information from 28 remaining wells was useful to confirm the results obtained from EOF analysis. Our results indicate that water quality in this aquifer within the Reserve is differentiated into eastern area, western area, and central area. The eastern area is characterized by high concentration of bicarbonate ions caused by the reactions of water with rocks that define a medium-K calc-alkaline suite. The western area is characterized by high concentrations of Na⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻ and TDS, a result from the dissolution of gypsum, halite and polyhalite minerals. The central area is the most important because of the farming activities. The groundwater shows high concentrations of soluble nitrates, a product of agricultural fertilizer. Because of high withdrawals in the central area, some seawater intrusion is already evident. The results of this study can be useful to CNA and the public interested in a better groundwater management of this aquifer.

GEOH-10

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA SUBCUENCA SAN LÁZARO BAJA CALIFORNIA SUR: UNA APROXIMACIÓN A SU MANEJO

Burciaga Rendón Jesús¹, Wurl Jobst¹, Martínez Gutiérrez Genaro¹ y Breceda Solís-Cámara Aurora²
¹ UABCS
² CIBNOR
jwurl@uabcs.mx

En el sur de la península de Baja California el fuerte desarrollo de la población y un sector turístico en expansión ha afectado un alto consumo de agua subterránea que excede la recarga natural del acuífero de San José del Cabo. Por tal motivo, es necesario realizar un estudio de manejo de la cuenca para evaluar la recarga del acuífero como parte de un manejo integral de la cuenca de San José del Cabo.

Una alternativa para la evaluación, lo integran los sistemas de modelación hidrogeológica ya que permiten obtener un pronóstico sobre el comportamiento de los acuíferos.

La recarga mayor en la región tiene su origen en la Sierra de la Laguna con alturas que superan los 2000 m. El clima en la región es semidesértico con precipitaciones que alcanzan hasta los 700 mm en la parte alta (Sierra de la Laguna). La geología regional la integran rocas ígneas y metamórficas de edad Cretácica.

El área de estudio se localiza a 175 km al sur de la ciudad de La Paz y corresponde a la subcuenca San Lázaro con un área de 3.38 km². El modelo conceptual para la subcuenca está formado por una unidad hidrogeológica impermeable que permite el flujo de agua y su infiltración posterior sobre los depósitos aluviales permitiendo la recarga de la parte baja de la cuenca de San José del Cabo.

Se aplicó el modelo Watershed Modeling System 7.0 para obtener hidrogramas teóricos de los escurrimientos de algunos eventos de los últimos 5 años. La base de la modelación está integrada por un modelo digital de elevación 30x30, mapa de suelos, mapa de uso de suelos y datos de precipitación; además de los modelos GSSHA, HEC-1 y TOPAZ.

Estos conocimientos permitirán conocer la cantidad y distribución para alimentar al modelo Processing ModFlow 5.0.

Fue posible obtener hidrogramas sintéticos y calibrar el modelo con datos de escurrimientos actuales.

En conjunto (el presente trabajo y la modelación para la parte baja) incluyendo los resultados de otros grupos de trabajo dentro del proyecto "PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA CUENCA HIDROLÓGICA-FORESTAL SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR" permitirá obtener un modelo integral de la recarga y descarga de la cuenca.

GEOH-11

MODELACIÓN DEL ACUÍFERO DE SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR, UTILIZANDO EL PROGRAMA MODFLOW

Araiza Verdugo Raúl Alberto¹, Wurl Jobst¹, Burciaga Rendón Jesús¹, Martínez Gutiérrez Genaro¹ y Breceda Solís-Cámara Aurora²
¹ UABCS
² CIBNOR
jwurl@uabcs.mx

El modelo Modflow una herramienta utilizada para modelación hidráulica en medios porosos saturados (modelación del flujo superficial y subterráneo). Es un modelo en 3D y se encuentra entre los más desarrollados y utilizados, ya que tiene su aplicación en la modelación del flujo.

El objetivo principal de esta modelación fue integrar el conocimiento existente en un modelo para cuantificar la cantidad de agua que se infiltra sobre los arroyos y la recarga de los acuíferos, los cuales son un requisito para calcular pronósticos para el comportamiento de la cuenca en un futuro y para su manejo sustentable.

La cuenca de San José del Cabo está ubicada al sur de la península de Baja California con una extensión de 1,278 km². El arroyo principal de esta cuenca es el San José, que fluye en dirección norte-sur y es alimentado principalmente por las sierras La Laguna y La Trinidad. La frontera entre las sierras formadas por rocas metamórficas y los sedimentos depositados en la parte oeste, es el sistema de falla San José que se encuentra en dirección norte-sur con una extensión aproximada de 80 km y una zona de influencia de 200 m. Los sedimentos del Terciario y Cuaternario forman un acuífero libre constituido fundamentalmente por depósitos de origen fluvial, comprendiendo arenas desde finas hasta gruesas, gravas, clastos, etc.

Dentro de la cuenca se clasificaron cuatro acuíferos, los cuales se obtuvieron de 12 perfiles geofísicos archivados por la CNA. Dentro de la cuenca se clasificaron cuatro acuíferos, los cuales fueron definidos por: 1.- arenas y gravas con o sin arcillas no saturadas, 2.- arenas y gravas con arcillas saturadas, 3.- arenas de grano fino a grueso y gravas sin contenido de arcillas y saturadas, 4.- granito alterado.

Para conocer la hidráulica de los acuíferos, fue necesario reinterpretar 23 pruebas de bombeo de los pozos más profundos en la cuenca, los cuales se realizaron en estudios anteriores. En todos los arroyos de la cuenca se tomó muestra de sedimento para conocer la porosidad eficaz y permeabilidad a la superficie. Se obtuvieron 51 muestras de sedimento, lo cual arrojó un promedio de la conductividad hidráulica de 9.7 E-4 m/s.

Para la calibración del modelo fue necesario realizar mediciones de escurrimiento

El próximo paso fue la discretización del área en una malla de 79 x 34 celdas (500 por 500 m para el lado oeste, donde la información fue menos densa y 250 por 250m para el lado este, donde la información fue más densa).

Como pre- y postprocesor se utilizó el programa Processing Modflow. Para el manejo del flujo superficial y la infiltración se utilizó el módulo de Streamflow. Los hidrográmas del flujo superficial inicial para el modelo se obtuvieron de mediciones directas de escurrimiento en el campo y de hidrográmas sintéticos.

Como base para la calibración del modelo se utilizó los niveles freáticos desde 1990–2004) de 40 pozos documentados por la CNA.

Posteriormente se realizaron cálculos de escenarios después del huracán Julieta y un pronóstico basando en hidrográmas sintéticos.

GEOH-12

ALCANCES Y LÍMITES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA MODELACIÓN DE LOS ACUÍFEROS

Masuch Oesterreich Dirk
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
dmasuch@ccr.dsi.uanl.mx

Mientras la metodología del análisis hidrológico con los métodos de los SIG ya está bien establecida, la modelación de las propiedades hidráulicas, de la geometría, y de la hidrodinámica de los acuíferos todavía presenta un problema que en ocasiones no tiene una solución satisfactoria. Esto es debido a que en la mayoría de los paquetes de software SIG no están implementadas adecuadamente las leyes del flujo subterráneo en los métodos de interpolación y en los generadores de superficies.

La representación de la geometría de un acuífero requiere como mínimo de modelos de la superficie de la tierra, de la morfología del nivel piezométrico, y de la base del acuífero, los cuales deben de tener el formato de un "grid". Una vez establecidos, estos grids permiten el cálculo de los modelos de la distancia entre la superficie de la tierra y el nivel freático, el espesor de la zona no saturada, el espesor del acuífero, y las distancias entre la superficie del terreno y el nivel piezométrico hacia la base del acuífero. En el sistema ArcGIS, estos cálculos son operaciones simples en el módulo GRID. Un problema se manifiesta en la generación del grid de la morfología del nivel piezométrico, lo cual debe de cumplir con la ley de Darcy, para ser considerado como hidráulicamente correcto. ArcGIS contiene cinco generadores de superficies (IDW, Kriging, Trend, Spline, Topogrid), de los cuales el "Spline" parece ser el más adecuado para esta tarea, por su capacidad de generar superficies suaves que pasan por los puntos de la toma de los datos piezométricos.

Para la modelación dinámica, el ArcGIS contiene el comando "Darcyflow", el cual es utilizado para el control de la consistencia de los datos hidrogeológicos a través del balance del agua para cada celda, y para la modelación bidimensional. "Darcyflow" requiere de grids de la transmisividad, de la conductividad hidráulica, de la porosidad efectiva, y de la piezometría. El resultado depende de la calidad y de la consistencia de los grids de estos parámetros. La dificultad entonces no es la aplicación del "Darcyflow", sino la generación de los grids de los parámetros hidráulicos. Además, es importante considerar que el modelo de datos de los grids es una representación en solamente dos dimensiones, lo cual implica que cada celda representa un valor promedio del respectivo parámetro hidráulico hacia la profundidad del acuífero. Las heterogeneidades en la composición de los acuíferos y la variación vertical de los parámetros hidráulicos son difíciles de integrar en el modelo. Además, el empleo del "Darcyflow" en rocas consolidadas no sería adecuado.

Aunque los Sistemas de Información Geográfica no son paquetes de software específicamente desarrollados para la modelación de los acuíferos, son herramientas analíticas muy útiles en la evaluación de los parámetros hidráulicos, de las dimensiones y de la dinámica de los acuíferos. Sin embargo, los resultados dependen mucho del empleo del método adecuado de interpolación y de la experiencia del analista y sus antecedentes profesionales en cuestiones de la hidráulica de los acuíferos.

GEOH-13

EL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

Salinas Calleros Gabriel
Comisión Nacional del Agua
gabriel.salinas@cna.gob.mx

Uno de los problemas en cuanto a la información de aguas subterráneas del país, era la falta de coincidencia entre las diferentes fuentes de recopilación. Los nombres de los acuíferos no siempre coincidían, además de que en algunos estados el número de acuíferos era diferente de una fuente a otra.

Se consideraban las áreas donde la explotación del recurso era intensiva, y las de recarga eran consideradas sólo parcialmente. Esta poca atención puesta en los límites de un acuífero, y en especial a su zona de recarga se debe a que la evaluación del recurso subterráneo no precisaba mayor detalle, ya que las áreas donde se llevaba a cabo el balance correspondiente, no estaban involucradas en el proceso de la administración de las aguas nacionales.

Con la modernización del manejo del agua, se ha convertido en una exigencia ineludible, señalar límites a los acuíferos para lograr una más justa distribución de las extracciones por parte de los usuarios, quienes necesitan someterse a la autoridad para conseguir un permiso o concesión y para hacer algún tipo de transacción sobre el bien con el cual ya pueden negociar con otro usuario, dentro de lo estipulado en la actual Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Se realizó un trabajo de selección de argumentos para lograr que los acuíferos fueran cuidadosamente delimitados, ya que con la maduración de los nuevos conceptos del manejo del agua subterránea y con la nueva normatividad, nos encontramos inmersos en procesos que permitirán mayor transparencia en el cuidado del bien nacional.

La administración del recurso hídrico subterráneo necesita de tres elementos para funcionar: el lugar en donde se aplicarán las reglas; la cuantificación del recurso y, entre quiénes será repartirlo.

Para el primero de los elementos arriba mencionados, es necesario establecer los límites de las fuentes de abastecimiento.

Por tal razón, afín a los objetivos, tanto para la evaluación del recurso, como para la administración del agua subterránea, se establecieron una serie de criterios técnicos que a nivel nacional fueron aplicados para marcar los límites de los acuíferos y sus zonas de recarga, de una manera sistemática y práctica, con la salvedad de que varios acuíferos deberán de ser considerados bajo análisis especiales, por el funcionamiento propio de las aguas del subsuelo.

Los criterios técnicos mencionados son los siguientes:

- Criterio Hidrográfico
- Criterio Geológico
- Criterio Piezométrico y de Calidad Natural del Agua.
- Criterio Geomorfológico
- Criterio Geopolítico

El Estado de Querétaro está dividido para el manejo de las aguas subterráneas en 11 unidades hidrogeológicas o acuíferos. Estos criterios se han aplicado para delimitar los acuíferos de los diferentes estados obteniéndose resultados, hasta hoy favorables.

Para la determinación de la disponibilidad de agua, se utilizaron los métodos de cálculo que se basan en la aplicación de balances de masa a las unidades de gestión, dando como resultado una baja disponibilidad en la mayoría de los acuíferos dentro del estado.

GEOH-14

PROBLEMATICA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD INDUSTRIAL DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MEXICO

De Leon Gomez Hector¹, Kurt Schetelig², Jorg Werner³, Rafiq Azzam², Navarro De Leon Ignacio¹, Ramirez Salinas Octavio⁴, Barrera Medina Francisco¹, Masuch Oesterreich Dirk¹, Alva Niño Efrain¹ y Rangel Rodriguez Martin¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Universidad de Aachen, Alemania

³ Universidad de Freiburg, Alemania

⁴ Servicios de Agua Potable y Drenaje de Monterrey
hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx

La situación geográfica del estado de Nuevo León con climas templados y secos, morfología marcada, hidrografía pobre, precipitaciones bajas y evaporaciones altas, así como el explosivo

crecimiento demográfico, ha generado que el abastecimiento de agua potable a las ciudades y poblaciones sea insuficiente desde 1979. La ciudad principal, mayor poblada y de relevancia industrial, lo constituye Monterrey y su área metropolitana. Allí se concentran casi el 95% de la población total del estado de Nuevo León. Actualmente cuenta con casi 4.0 millones de habitantes (INEGI, 1990) y presenta una demanda de agua actual para los usos domésticos, municipales e industriales de un poco más de 17 m³/s (CAPDM, 1990).

El abastecimiento de agua potable actual es cubierto un poco más de la mitad de la demanda actual a través de las fuentes subterráneas (Campo de pozos Mina, Sistema Santa Catarina, Sistema Santiago I y Campo de pozos Monterrey) y las fuentes superficiales (Sistema Santiago II, Sistema Regional Linares-Monterrey y el Sistema Regional China-Monterrey). Las fuentes subterráneas se localizan geológicamente en los acuíferos calcáreos con coeficientes de almacenamiento y transmisividades altos de las formaciones Aurora/Cupido del Cretácico medio. El agua subterránea que circula a través de esas calizas, se debe principalmente a fenómenos kársticos, así como a zonas fracturadas y falladas. Las fuentes superficiales se localizan en el antepaís de la Sierra Madre Oriental y las constituyen las presas La Boca, Cerro Prieto y El Cuchillo; cuyas aguas de origen fluvial y subterráneo son captadas por las redes hidrográficas de sus cuencas respectivas.

La demanda actual para Monterrey basada en el número de habitantes y en una dotación diaria media per cápita de 370 litros es de aprox. 17.20 m³/s (CAPDM, 1990). Sin embargo dicha demanda es cubierta aprox. con 11.69 m³/s, es decir un 35% a través de las fuentes superficiales y un 65% a través de las fuentes subterráneas (SAyDM, 2002). Comparando la demanda total (17.20 m³/s) con el suministro real actual (11.69 m³/s) resulta un déficit de 5.51 m³/s.

A través de estudios geológicos, hidrogeológicos, geología ambiental se evaluaron las fuentes subterráneas y superficiales con la meta de conocer su comportamiento y estado actual en el Sistema de Abastecimiento Regional de Monterrey.

Se propusieron medidas de remediación y saneamiento a las fuentes evaluadas, cuya meta principal es la de aumentar la oferta actual a la población de Monterrey.

GEOH-15

ANÁLISIS DE LA INTRUSIÓN DE AGUA DE MAR EN EL ACUÍFERO DE LA PAZ, B.C.S.

Torres Onofre Sandra¹ y Escolero Fuentes Oscar²

¹ Instituto Politécnico Nacional

² Instituto de Geología, UNAM

sandra_torres@prodigy.net.mx

El Acuífero de La Paz, localizado al sur del Estado de Baja California Sur, presenta una extracción intensiva de agua subterránea (sobrexplotación) la cual ha provocado la intrusión de agua de mar hacia el acuífero, amenazando a las fuentes actuales de abastecimiento de agua potable a la ciudad de La Paz.

Con objeto de analizar el efecto provocado por diversas políticas de explotación del agua subterránea, se realizó un modelo de simulación de flujo y transporte de solutos (agua marina). Este modelo se realizó con el programa HST3D, bajo el ambiente de ARGUS ONE. Este software simula el transporte de soluto en tres dimensiones al resolver tres ecuaciones simultáneamente, la ecuación de flujo, ecuación de transporte de calor y ecuación de transporte de soluto.

La geometría del modelo es de 72x55 celdas con 22 capas, esta geometría se discretizó a partir de la información sobre la geología superficial y subterránea del acuífero de la Paz, B.C.S.

En la etapa de predicción se procesaron seis escenarios, para analizar diferentes comportamientos: 1) Status Quo, 2) Relocalización de pozos, 3) Reasignación de volúmenes de agua, 4) Intercambio de agua, 5) Equilibrio entre recarga y extracción y 6) Seguir la tendencia Inercial.

Uno de los escenarios muestra que de seguir con el ritmo de extracción actual, la calidad del agua se verá afectada con incrementos de hasta 300 ppm de sólidos totales disueltos, en los próximos 10 años, en la porción central del Valle de La Paz.

Mientras que otro de los escenarios muestra que al incrementarse la extracción de agua subterránea en 5 Millones de metros cúbicos en la porción sur del Valle de La Paz, disminuirá la entrada de agua marina a 0.66 Mm³/año, y se acentuará el abatimiento del nivel estático en esta zona, hasta 2.6 m/año, problema que no se presenta actualmente.

De acuerdo al escenario de intercambio de agua, en el cual se dejan de extraer 5 millones de metros cúbicos en los pozos cercanos a la costa y se intercambian por agua residual, este genera recuperaciones de hasta 1 m/año en la zona al oriente del Aeropuerto, mientras que la calidad del agua en esta zona mejora hasta 20 ppm de sólidos totales disueltos en los próximos diez años.

Del análisis de los diversos escenarios planteados y simulados, se puede concluir que ninguno de ellos, aplicado de manera aislada puede resolver por sí solo el problema de la intrusión marina. Sin embargo, una combinación adecuada de ellos, que tome los elementos positivos de cada uno de ellos sí podría incidir de manera positiva para detener y eventualmente reducir la intrusión de agua de mar, para proteger las fuentes de agua para usos prioritarios.

GEOH-16

MONITOREO CONTINUO DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO

Vázquez González Rogelio¹, Glowacka Nita Ewa² y Díaz Fernández Alejandro¹

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

² Depto. de Sismología, CICESE
rvazquez@cicese.mx

En marzo del 2000 se instalaron dos medidores de nivel piezométrico de registro continuo en pozos ubicados en la zona geotérmica de Cerro Prieto, con la finalidad de determinar las variaciones de período corto que afectan los niveles en el acuífero. Estas observaciones complementaron el programa de monitoreo trimestral del nivel de agua en una red de pozos emplazados en el acuífero superficial presente en la zona. En junio del 2003 se instalaron y entraron en operación 5 equipos adicionales, completando una red de monitoreo continuo del nivel piezométrico en el acuífero superficial, como parte de un proyecto multidisciplinario dirigido a estudiar relaciones dinámicas, entre la deformación superficial, la actividad sísmica, y el cambio del nivel de agua en pozos de observación. La instrumentación incluye grietómetros e inclinómetros de superficie y de pozo, y está emplazada en la zona del campo geotérmico de Cerro Prieto.

Los medidores de nivel piezométrico se programaron para tomar lecturas con un período de muestreo de 5 minutos y tienen capacidad de almacenar hasta 24000 mediciones, por lo que pueden operar aproximadamente 2.7 meses de manera autónoma. Los equipos utilizados miden además del nivel, la temperatura del agua en el pozo, con el mismo período de muestreo. La ubicación de los sitios de medición se determinó tomando en cuenta los objetivos del proyecto multidisciplinario, cubriendo ambos lados de la traza de las fallas Imperial y Cerro Prieto, al noreste y suroeste del campo geotérmico respectivamente.

El análisis de las series de tiempo obtenidas permite determinar la frecuencia de las componentes principales e identificar la amplitud de las variaciones del nivel y la temperatura del agua, así como proponer la posible causa de éstas.

La determinación de la correlación de las variaciones del nivel del agua en los pozos, con la información obtenida en los instrumentos que miden la deformación superficial, está en proceso y de manera preliminar se ha identificado una oscilación con período de aproximadamente 7.5 días. En lo que respecta al nivel de agua, en los registros están presentes variaciones no correlacionadas entre sitios con períodos superiores a los 20 días. Es probable que sean producidas por modificaciones en las condiciones geohidrológicas locales.

Este trabajo es parte del proyecto Monitoring of surface deformation in the Mexicali Valley (B.C., México), financiado por el CONACYT. Se agradece a la Residencia General de Cerro Prieto de la CFE, los permisos de acceso a la zona de estudio.

GEOH-17

ESTIMACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA MEDIANTE PRUEBAS TIPO "SLUG TEST" UTILIZANDO EL MÉTODO DE HVORSLEV

Vázquez González Rogelio, Tejada Edgardo y Díaz Fernández Alejandro

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
rvazquez@cicese.mx

Las pruebas tipo "slug test" son utilizadas para determinar la conductividad hidráulica en pozos. La prueba consiste en modificar de manera instantánea la columna de agua en el pozo sumergiendo un cuerpo sólido. De esta manera se induce un incremento (o decremento al extraerlo) en el nivel del agua por encima del nivel estático, sin costosas operaciones de campo como en el caso de las llamadas pruebas de bombeo. El proceso consiste en la medición continua de la variación del nivel del agua en el pozo, en respuesta a una modificación súbita del mismo. Al igual que en las pruebas de bombeo, la interpretación de las mediciones de campo se realiza utilizando modelos matemáticos que, mediante una serie de suposiciones sobre simetría, homogeneidad y condiciones iniciales y de frontera, simplifican la relación entre las mediciones y los parámetros geohidrológicos del acuífero permitiendo la utilización de métodos gráficos.

La necesidad de medir en forma continua la evolución del nivel de agua y las limitaciones de instrumentos de medición del tipo sondas de electrodos, ocasionó que por regla general solo se aplicaran pruebas "slug test" en acuíferos de baja conductividad hidráulica. La aparición en el mercado de medidores de nivel de agua

programables a intervalos de muestreo menores a un segundo, ha abierto la posibilidad para la aplicación de este tipo de pruebas de manera efectiva y económica aún en acuíferos de alta conductividad.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de las pruebas "slug test" para tres pozos ubicados en el acuífero superficial en la región del Campo Geotérmico de Cerro Prieto. Los pozos presentan condiciones de media a alta conductividad hidráulica de 10-3 a 10-5 cm/s (~ .01 a 1.0 m/d). Para la medición de la variación del nivel del agua en los pozos, se utilizaron medidores de registro continuo programables con período de muestreo de 0.5 a 1.0 segundos. Para la interpretación de las pruebas se utilizó el método de Hvorslev que es apropiado para pozos que no penetran totalmente el acuífero, como es el caso de los pozos estudiados. Los resultados obtenidos concuerdan cualitativamente con los datos de aforo de los pozos. En la presentación se expondrán las operaciones de campo para cada pozo estudiado, el proceso de toma de datos y el modelo de interpretación utilizado.

Este trabajo es parte del proyecto "Muestreo y Análisis Químico en la Red Piezométrica de Cerro Prieto", realizado por el CICESE para la Residencia General de Cerro Prieto de la CFE, contrato 800119921.

GEOH-18

CIERRE HIDRÁULICO DEL PROYECTO HIDROELECTRICO EL CAJÓN, ESTADO DE NAYARIT

Sánchez Pérez Juan, Garrido Uribe José Luis y García Villegas Felipe
Comisión Federal de Electricidad
juan.sanchez@cfe.gob.mx

En los estudios geológicos para el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón, Nayarit, actualmente en construcción, se registró que el nivel freático (NF), en la margen izquierda, se encuentra a solo dos metros arriba del nivel del río y tiene un gradiente hidráulico del 2% hasta una distancia aproximada de 350 m del cauce; sin embargo, en algunos sondeos no se detectó el NF, por lo cual se decidió investigar su comportamiento. En el 2002, se reanudó el monitoreo y la investigación de los niveles del agua subterránea en la zona de la cortina, con exploración geofísica y la perforación de 2 sondeos por cada margen, separados unos 200 m del último barreno perforado en 1995. La exploración se realizó principalmente en la proyección del eje de la cortina en las laderas.

En el cauce del río aflora la Unidad TicU1; a lo largo del plinto, las unidades TicU2 y TicU3. En la parte superior del empotramiento de la cortina, en la margen izquierda, la Falla Puertecitos pone en contacto las ignimbritas con tobas de la Unidad Tvs.

Las ignimbritas de la Unidad TicU2 tienen calidad regular a buena (RT = 94% y RQD = 58 a 87%), con tramos poco permeables a algo impermeables. La Unidad TicU3 es de calidad excelente a regular (RT = 100% y RQD = 50 y 92%), y en ella predominan los tramos poco permeables. En los vulcanosedimentos (Tvs) que se localizan en la margen izquierda, se tiene roca de buena calidad (RT=100% y RQD > 75%), con tramos poco permeables a impermeables y algunas zonas permeables (correlacionadas con las fracturas o fallas principales).

El principal sistema de discontinuidades es el N30°W/66°NE; el segundo esta orientado N50-60°E, e incluye las fallas Puertecitos, Playón y Lagarto-Crucero, que son las más importantes para las condiciones de cierre hidráulico. La pseudoestratificación esta orientada N32°W/22°SW. En la margen izquierda el contacto Tvs-TicU3 se profundiza hacia el macizo rocoso, con una inclinación general inferior a los 10°; en esta zona se realizaron 145 pruebas de permeabilidad en 6 de los sondeos, resultando el 78% de ellas impermeables a poco permeables, mientras que el 22 % restante fueron permeables a muy permeables; por lo que, en general, se considera este paquete como un sello impermeable natural. La intersección de los dos sistemas de discontinuidad principales forma un escalonamiento de los bloques inclinados hacia aguas arriba, lo que es favorable contra el flujo de agua.

La unidad Tvs de la margen izquierda, resultó prácticamente impermeable; los tramos permeables en las ignimbritas de las unidades TicU3 y TicU2 (en ambas márgenes) son locales y están relacionados con la intersección de fracturas, por lo que, la pantalla de inyecciones programada esta orientada a mejorar la impermeabilidad del macizo rocoso y con ella, lograr el cierre hidráulico para el proyecto.

GEOH-19

EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE SISTEMAS RÍO-ACUÍFERO

Martínez Nájera Juan Diego y Talamantes Contreras Pablo
CFE
jdmtez@cfe.gob.mx

La investigación consiste en la implementación de un modelo matemático para simular las condiciones hidrológicas de sistemas río-acuífero. Dicho modelo tiene como finalidad evaluar, de manera cualitativa y cuantitativa los efectos de las obras de captación ante situaciones de mínima escorrentía del río, para con ello determinar el potencial de aportación del sistema ante situaciones críticas.

El modelo construido consiste en el acoplamiento conceptual y numérico de dos estructuras que toman en cuenta aspectos diferentes de los sistemas en consideración. La primera, llamada hidráulica de superficie efectúa el balance de masa y momentum a lo largo del recorrido del río, es decir en toda su longitud; mientras que la segunda estructura, llamada hidrogeológica, efectúa el balance de masa y energía en cada uno de los acuíferos de interés. Una de las características fundamentales de los modelos bien construidos concierne a su convergencia. Los modelos mencionados, por separado deben satisfacer los criterios de convergencia interna de sus procesos. En general vamos a decir que el modelo acoplado obtenido es satisfactorio si el proceso iterativo y los modelos usados convergen. Al respecto decimos que el proceso iterativo y los modelos convergen si satisfacen una tolerancia pequeña entre dos pasos sucesivos.

Una vez calibrados los dos modelos, y vaciados los parámetros de campo, el acoplamiento de los mismos se da en términos iterativos. Finalmente se presentan los resultados obtenidos, luego de aplicar la metodología propuesta al sistema río Papagayo y playones principales, en el Estado de Guerrero.

GEOH-20

CORRELACIONES ESTADÍSTICAS OBTENIDAS ENTRE PARÁMETROS GEOFÍSICOS E HIDROGEOLÓGICOS OBTENIDAS EN ACUÍFEROS CÁRSICOS CUBANOS

Valcarce Ortega Rosa María y Rodríguez Miranda Willy
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba
rosy@tesla.cujae.edu.cu

La tortuosidad y porosidad de las rocas controlan la conductividad eléctrica y la conductividad hidráulica de los acuíferos., o sea, estas propiedades son factores controladores del flujo de corriente eléctrica y del flujo del agua subterránea. Es por ello que la literatura especializada muestra un gran número de investigaciones donde se reportan relaciones empíricas entre parámetros geoelectrónicos e hidráulicos, fundamentalmente en medios porosos intergranulares no arcillosos.

En acuíferos cársicos, caracterizados por una elevada heterogeneidad y anisotropía, no es frecuente encontrar dependencias empíricas de esta naturaleza. No obstante, en la presente investigación, relacionando la Ley de Ohm y la Ley de Darcy, los autores reportan correlaciones estadísticas significativas entre parámetros geofísicos e hidráulicos en el acuífero cársico Cuenca Sur de La Habana. Para ello fueron interpretados registros geofísicos de pozo de 14 calas ubicadas en este acuífero resultando que:

La resistencia eléctrica transversal y la conductancia eléctrica longitudinal (conocidos como Parámetros de Dar Zarrouk) pueden correlacionar indistintamente con la trasmisividad del acuífero. Ello dependerá de la relación existente entre la conductividad eléctrica y la conductividad hidráulica del acuífero.

Cuando en el área de estudio el producto de la conductividad hidráulica y de la conductividad eléctrica es aproximadamente constante, la relación entre resistividad eléctrica transversal y trasmisividad hidráulica del acuífero es más significativa. Cuando es el cociente entre estos parámetros el que presenta poca variabilidad la correlación más significativa se obtiene entre la conductividad eléctrica longitudinal y la trasmisividad hidráulica.

Estas relaciones permiten elevar el poder resolutivo de los métodos geofísicos en las investigaciones hidrogeológicas de acuíferos cársicos, porque contribuyen al conocimiento de la distribución espacial de los parámetros hidráulicos. Ello es esencial para optimizar programas de explotación y para definir estrategias de protección y remediación de la calidad de las aguas subterráneas, tareas éstas aún más complejas en acuíferos de origen cársico.

GEOH-21

LA SUPERVISIÓN HIDROGEOLÓGICA CONTINUA ES INDISPENSABLE PARA LOGRAR POZOS DE ALTA EFICIENCIA. EN ÁLAMOS, SONORA. AGUA SUBTERRÁNEA DE CALIDAD POTABLE Y VOLUMEN SUFICIENTE. DESPUÉS DE 30 AÑOS DE EXPLORACIONES Y EXCAVACIONES FALLIDAS

Nájera Garza Jesús¹ y Ortiz Valdez José G.²
¹ Hidrogeólogo Consultor

² Centro de Bachillerato de Estudio Tecnológico Industrial y de Servicios
jng1207@hotmail.com

En el Municipio de Álamos, Estado de Sonora, se comprobó, una vez más, la INGENUE NECESIDAD de la SUPERVISIÓN HIDROGEOLÓGICA CONTINUA en la perforación, para poder lograr la mayor EFICIENCIA POSIBLE en la explotación racional y sustentable, de los acuíferos regionales, en concordancia con sus PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS, y NO con los PARÁMETROS HIDRÁULICOS de los pozos de la región. Con esta SUPERVISIÓN, en Álamos se logró aforar hasta más de 60 lps de AGUA SUBTERRÁNEA DE CALIDAD POTABLE Y VOLUMEN SUFICIENTE PARA LA POBLACIÓN DE MÁS DE 15,000 habitantes, PARA UN PERIODO DE MÁS DE 25 AÑOS; DESPUÉS DE 30 AÑOS DE EXPLORACIONES Y EXCAVACIONES FALLIDAS.

Los pozos generalmente, presentan datos que les son ESPECÍFICOS E INDIVIDUALES, que dependen desde las operaciones iniciales de perforación, y se continúan con las secuencias de acciones complementarias de su construcción; esencialmente, la dosificación de arcillas bentónicas, para la extracción del material perforado y PRIMORDIALMENTE PARA EL CONTROL DEL AGUA SUBTERRÁNEA, SELLANDO SUS APORTACIONES PARCIALES, QUE DIFICULTAN LA PERFORACIÓN, EN PERJUICIO DE SU AVANCE; Y AÚN MÁS, MERMANDO LAS UTILIDADES DE LA EMPRESA PERFORADORA.

Es obvio y claro, que hay CONFLICTO DE INTERESES, entre el que paga para obtener agua subterránea, y el que percibe honorarios por hacer un pozo, en el menor tiempo posible y con el menor esfuerzo y costo posibles, SIN COMPROMISO POR OBTENER AGUA EN NINGUNA CANTIDAD; aduciendo, en la gran mayoría de los casos, que en ese sitio el ACUÍFERO ESTA SOBRE-EXPLOTADO, o llanamente, en ese punto NO HAY AGUA SUBTERRÁNEA (caso actual, en Zona Industrial de Guadalajara, Jalisco-Agosto, 2004), porque la "corriente subterránea va por otro lado". Razón por lo que las localizaciones de sitios para perforar, se deben de definir por reconocimiento o información publicada de alcance regional, de la estructura geológica y la evolución tectónica, COMPLEMENTADA en el sitio determinado, con evaluaciones geofísicas como con sondeos eléctricos verticales (SEVs), y/o de otro tipo, que actualmente se utilizan para estos fines.

GEOH-22 CARTEL

CARACTERIZACIÓN FRACTAL DEL SISTEMA DE CUEVAS CALICA, QUINTANA ROO, MÉXICO

Gutiérrez Martínez Elsa Cristina¹, Monterrubio Velasco Marisol¹ y Escolero Fuentes Oscar²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM
elsacgm@yahoo.com.mx

El concepto de fractal fue introducido por Mandelbrot en 1983 para describir objetos que no varían con la escala. Los fractales son formas simples que se repiten infinitamente originando formas más complejas.

El primer estudio a base de fractales lo realizó Mandelbrot para medir la longitud de la costa de Inglaterra, con trabajos subsecuentes, los investigadores se han dado cuenta que muchos fenómenos en la naturaleza tienen un comportamiento fractal por lo cual ha sido ampliamente utilizado en recursos naturales. En el caso de aguas subterráneas se han publicado trabajos en los que se utiliza el análisis fractal para caracterizar acuíferos kársticos.

En este trabajo se analiza el sistema de cuevas Calica, ubicado al este de la península de Yucatán, en el Estado de Quintana Roo. Las entradas a este sistema son dos cenotes llamados Gran y Pequeño Cenote, con una longitud de 1246 y 1766 metros de desarrollo del sistema de cavernas respectivamente.

El objetivo de la investigación fue comprobar si el sistema de cuevas Calica tiene un comportamiento fractal y en su caso caracterizarlo. Para realizar este análisis utilizamos los mapas topográficos elaborados por un grupo de espeleobuzos los cuales fueron analizados con el software "Analysis Fractal", que se basa en el método de box counting. Se comprobó que las cuevas tienen un comportamiento fractal y se determinó la dimensión fractal de los sistemas de cavernas.

GEOH-23 CARTEL

MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DE SEDIMENTOS EN ARROYOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DE SAN JOSÉ DEL CABO POR MEDIO DE UN PERMEÁMETRO DESIGNADO PARA EL USO EN EL CAMPO

Wurl Jobst, Burciaga Rendón Jesús, Araiza Verdugo Raúl Alberto, Hernández Morales Pablo y Gaytan García Jesús
UABCS
jwurl@uabcs.mx

La cuenca hidrológica más importante con respecto a la extracción de agua subterránea en la Región del Cabo es la cuenca San José del Cabo, la cual tiene una superficie de 1,278 km².

Un factor importante en el estudio del balance de agua para la cuenca hidrológica de San José del Cabo está representado por la conductividad hidráulica de los depósitos aluviales en los arroyos. En investigaciones anteriores se describieron estos sedimentos como zonas de mayor recarga en la cuenca debido a la infiltración de los escurrimientos que provienen de las sierras ubicadas en el este de la cuenca.

El propósito de este trabajo fue medir la conductividad hidráulica en los arroyos para obtener datos confiables para la modelación de la infiltración del escurrimiento superficial en los acuíferos de la cuenca hidrológica de San José del Cabo.

Se construyó un permeámetro designado para el uso en el campo especialmente para mediciones de materiales gruesos como gravas y arenas. El promedio de los valores de conductividad hidráulica obtenidos mediante pruebas con el permeámetro de carga variable realizadas en 30 sitios fue de 8.8×10^{-3} m/seg.

Se utilizaron métodos geoestadísticos para generar aproximaciones de la distribución espacial de la conductividad hidráulica en los sedimentos a la superficie de los arroyos.

GEOH-24 CARTEL

ESTUDIO ESPELEOLÓGICO EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO Y SUS APLICACIONES EN LA PROSPECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Bustamante García Javier, Lara Castrejón Jesús y Fitz Bravo Cesar

Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
jaboroc@hotmail.com

El Estado de Guerrero cuenta con una diversidad de estructuras cársticas que tradicionalmente han sido exploradas por diversos tipos de personas: mineros, buscadores de tesoros, militares, turistas, investigadores y curiosos lugareños.

Una actividad nueva relacionada con la exploración de cavidades se encuentra centrada en los estudios espeleológicos para localizar sitios o zonas para abastecimiento de agua subterránea en comunidades o poblados localizadas en zonas montañosas.

El proyecto que actualmente se realiza, y del cual se presentan los avances, evalúa las condiciones geológicas y espeleológicas de una parte de la zona norte del Estado de Guerrero, entre los municipios de Taxco, Iguala, Teloloapan y Pilcaya.

En esta etapa de exploración se ha realizado el levantamiento geológico a escala 1: 50 000 de una superficie aproximada de 1000 kilómetros cuadrados, en los cuales se han determinado los diferentes tipos de rocas, su distribución y relaciones entre ellas, así como los principales sistemas de estructuras geológicas asociadas a varios sistemas cársticos y su aprovechamiento de agua.

Los trabajos geológicos, espeleológicos, la interpretación de imágenes de satélite y fotografías aéreas, han permitido definir de manera preliminar por lo menos diez sistemas cársticos a los que informalmente se les denomina como: 1) Cacahuamilpa-El Mogote 2) Las Joyas-Acuitlapan, 3) Tlamacazapa, 4) Puente Campuzano-Mexcaltepec, 5) Zapoapa-Tamazcalapa 6) Plaza de Gallos-El Zompante, 7) San Miguel Amealco, 8) Malhuanla-Los Naranjos 9) Noxtepec-Buena Vista del Águila y 10) San Pablo.

Cada uno de estos sistemas fue definido por sus características geológicas e hidrológicas con base a la distribución espacial que presentan sus cavidades. En cada sistema propuesto se sintetizan algunos datos informativos de las cavidades que han sido identificadas hasta este momento.

A la fecha se continúa con la exploración geológica y espeleológica de otras zonas de interés; así mismo se realizan trabajos en cada uno de los sistemas propuestos para identificar otras cavidades y proponer a futuro el funcionamiento geohidrológico individual y regional.

Los resultados de la investigación permitirán a futuro tener un panorama de la localización, distribución, uso, conservación y legislación de estos sitios como recurso natural, para posibles proyectos productivos para la exploración y explotación de aguas subterráneas y, de su aprovechamiento con fines turísticos, deportivos y de investigación.

GEOH-25 CARTEL

APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA DE LA COMUNIDAD EUROPEA EN EL ESTADO FEDERAL DE THURINGIA/ALEMANIA

Giese Steffen¹, Moncayo Gamez Gloria², Frausto Martinez Oscar³ y Wurl Jobst⁴

¹ Thuringia, Alemania

² Universidad Friedrich Schiller, Jena, Alemania

³ Unidad Academica Cozumel, Universidad de Quintana Roo

⁴ UABCS

steffen.giese@web.de

En el año 2003 entró en vigor la Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea. Tiene el objetivo de describir el estado actual del agua superficial y subterránea con la meta de mejorar la situación. El estado federal de Thuringia con su capital Erfurt se ubica en el sureste de Alemania. Tiene una superficie de 16,200 km² y 2.6 millones de habitantes. La morfología es de carácter montañoso con una cuenca en el centro y montañas elevadas hasta 900 m s.n.m. en el sur. Por la red del drenaje se formaron grandes valles en la dirección del flujo del sur al norte con los ríos Werra, Salle y Elster. La precipitación depende de la morfología con 1000 hasta 1200 mm/a en los altos de las montañas, 700 hasta 800 mm/a en las zonas montañosas bajas y 500 hasta 600 mm/a en la cuenca. Las rocas se constituyen en las montañas de esquistos, granitos y grauwacas de la edad paleozoica, en la cuenca de calizas y areniscas de la edad mesozoica y en los valles de arenas de tamaños variables de la edad neozoica. Con respecto a la geología y a las condiciones hidrológicas existen 150 pozos de observación aptos para el muestreo con la meta de estudiar las tendencias de evolución hidroquímica de componentes orgánicos e inorgánicos en los diferentes acuíferos. Se presta especial atención a las escalas temporales características de los distintos procesos naturales con el objetivo de distinguirlos de los procesos de modificación de la calidad por la actividad humana asimismo también al flujo de aguas y a la recarga y sus modificaciones por la influencia humana como natural en otros pozos de observación de los cambios del nivel estático (450 pozos). El muestreo de los pozos de la observación hidroquímica tiene una frecuencia de dos veces al año (otoño y primavera) con 40 y 99 parámetros en analizar (1500 Euros costo por pozo y año), la frecuencia del muestreo de los pozos de observación hidrodinámica consiste en 4 veces mensuales. Todos los datos tienen una entrada a un banco de datos digital con herramientas para evaluar estadísticamente las tendencias hidroquímicas e hidrodinámicas. Además está integrado un SIG en el banco de datos para presentar la ubicación de los pozos y la geología. Actualmente está en preparación la extensión de la red de monitoreo hidroquímico por 20 pozos con un costo 600,000 Euros. La situación actual en la evolución hidroquímica se mejoró en la mayor parte del estado con

respecto al impacto industrial pero todavía se anota la influencia de la agricultura aunque existen diferentes cuerpos de agua con la clasificación "at risk" (el acuífero no obtiene una buena calidad o cantidad a largo plazo) en las zonas minadas o de sitios industriales antiguos. Los niveles estáticos del agua subterránea han crecido por la disminución de la extracción de agua tanto por la industria como por el consumo humano. Se anotan ahora los cambios temporales del flujo y de la recarga.

Sesión

Geomagnetismo y Paleomagnetismo

Jueves 4

Salón Claustro 3

GEOPAL-1

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE ROCAS CRETÁICAS DE LA CUENCA VASCO-CANTÁBRICA: ORIGEN SECUNDARIO DEL ARCO VASCO

Calvo Rathert Manuel¹, Gogichaishvili Avto², Tubía J.M.³ y Cuevas J.³

¹ Depto. de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco, Bilbao, España
mcalvo@ubu.es

El Arco Vasco constituye el segmento norte de la cuenca Vasco-Cantábrica que se halla en la parte occidental de los Pirineos. El objetivo principal del presente estudio consiste en determinar si la actual forma del Arco Vasco tiene un origen primario, debido al desarrollo de cuencas sedimentarias relacionadas con la apertura del Golfo de Vizcaya, o secundario, debido a rotaciones en torno a ejes verticales.

Para la realización de los experimentos paleomagnéticos y de magnetismo de las rocas se tomaron muestras de nueve coladas submarinas de edad Albiense superior a Santoniense (100-83.5 Ma) y de dos afloramientos sedimentarios de edad Cretácico superior. Los experimentos de magnetismo de las rocas incluían la medición de curvas continuas de susceptibilidad en función de la temperatura, la determinación de parámetros de la curva de histéresis y la determinación de la anisotropía de la susceptibilidad magnética.

Se obtuvieron diez palaeodirecciones correspondientes a nueve de los sitios estudiados. Estos sitios pertenecen al sector occidental, al sector central o al sector oriental del Arco Vasco. Los valores de la inclinación obtenidos en los tres sectores ofrecen valores similares. Sin embargo la declinación del sector occidental muestra una desviación de 31° hacia el este, la del sector oriental una rotación de 69° hacia el oeste y la del sector central no muestra desviación significativa con respecto al norte. Estos resultados apuntan a que la forma actual del Arco Vasco no es de origen primario, sino secundario, producida por rotaciones en torno a ejes verticales.

GEOPAL-2

COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE DESMAGNETIZACIÓN PARA RESOLVER UN COMPORTAMIENTO DE LA MRN MULTIVECTORIAL: EL CERRO DE MERCADO, COAHUILA

Molina Garza Roberto y Chávez Cabello Gabriel
Centro de Geociencias, UNAM
rmolina@geociencias.unam.mx

El Cerro del Mercado en Coahuila central es un intrusivo de composición cuarzo-monzonítica con una edad del Eoceno Medio (ca. 44 Ma), interpretado como un cuerpo emplazado durante la orogenia Laramide, en el Cinturón Plegado de Coahuila. La magnetización remanente natural (MRN) es relativamente compleja, ya que es posible reconocer 3 componentes con espectros de coercitividad y temperaturas de bloqueo que se traslapan. La MRN incluye dos componentes secundarias; una magnetización viscosa (MRV) y componentes inducidas por descargas eléctricas (MRI), y una magnetización característica (MRCh) aparentemente primaria.

Desmagnetización térmica es generalmente ineficaz en la separación de componentes. Desmagnetización por campos alternos generalmente logra remover magnetizaciones secundarias, pero la MRCh está solo ocasionalmente bien definida. Una combinación de 4 a 5 ciclos de enfriamiento en nitrógeno líquido en un espacio de campo nulo, con desmagnetización por campos alternos permite la mejor definición de las tres componentes. Los ciclos de enfriamiento alcanzan a remover del 50 al 80% de las magnetizaciones secundarias y principalmente remueven una sola componente, que puede o no ser paralela a la componente que remueven campos alternos bajo 20 mT. Esto sugiere que las componentes secundarias residen en partículas de dominio múltiple de la serie de la magnetita. La MRCh es de polaridad reversa, excepto en un sitio en el lado noreste del intrusivo. La dirección media calculada a partir de direcciones aisladas en muestras piloto de 9 sitios (Dec=182.6, Inc=-61.1; k=41.3; alfa95=6.3, N=14) es discordante con respecto a la dirección esperada, indicando que el plutón está basculado hacia el norte. Esta deformación la asociamos a una fase tardía de la orogenia Laramide, evidente en otras regiones de Coahuila. La presencia de magnetizaciones de doble polaridad indica enfriamiento lento durante los cronos 20r y 20n, consistente con las edades de enfriamiento 40Ar-39Ar.

GEOPAL-3

MAGNETOESTRATIGRAFÍA Y FECHAMIENTOS K-AR EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARGO, CHIHUAHUA EN EL NORTE DE MÉXICO

Royo Ochoa Miguel¹, Alva Valdivia Luis², Urrutia Fucugauchi Jaime², Gogichaishvili Avto², Chávez Aguirre Rafael¹, Reyes Cortés Ignacio¹ y Chávez Rodríguez Adolfo¹

¹ Facultad de Ingeniería, UACH

² Instituto de Geofísica, UNAM
mroyo@uach.mx

Se presentan resultados obtenidos en los estudios geológicos, de magnetismo de rocas, paleomagnéticos, microscópicos, geoquímicos, isotópicos y de fechamiento relativos al Campo volcánico de Camargo (CVC) ubicado en el Estado de Chihuahua, en la parte norte de México. El campo está formado por rocas ígneas extrusivas máficas, alcalinas producto de volcanismo de intraplaca; es una meseta de basaltos y conos compuestos de flujos delgados de lava y capas de tefra, que se extiende por aproximadamente 2,500 km². La ocurrencia de xenolitos del manto y de la parte inferior de la corteza en las rocas basálticas alcalinas de la mina La Olivina, en la parte norte del campo, sugiere una tasa rápida de ascenso del magma. El estudio magnético se concentró en propiedades magnéticas de las rocas de los conos y en las lavas del campo, fueron colectadas 245 muestras orientadas en 29 unidades volcánicas. Las remanencias son portadas en la mayor parte de los casos por titanomagnetitas y magnetitas pobres en Ti, resultantes de la oxi-exsolución y oxidación deutérica de las titanomagnetitas originales durante el enfriamiento original de los flujos. Para pocas de las unidades, la remanencia parece ser portada por titanohematitas como lo atestiguan por los espectros de la temperatura de desbloqueo o por titanomaghemita secundaria. Considerando a partir de las razones de los parámetros de histéresis, todas las muestras caen en la región de dominio pseudo-simple. La mayor parte de las unidades (25) muestran magnetizadas con una polaridad reversa, mientras que solo 4 unidades muestran polaridad normal. Edades radiométricas recientes dan un rango de edades que concuerda con los datos disponibles para el campo entre 4.73 Ma y

0.09 Ma, las cuales junto con resultados magnetoestratigráficos sugieren un tiempo corto de emplazamiento para el campo volcánico, y la migración hacia el noreste de la actividad volcánica durante el Plioceno-Pleistoceno. La media de la dirección paleomagnética obtenida para el Campo volcánico de Camargo es $I=34.7^\circ$, $D=351.2^\circ$, $k=7$, $a95=16.6^\circ$, la cual tiene una desviación antihoraria desde la dirección estimada esperada de la trayectoria polar aparente de Norteamérica. Esto sugiere un eje vertical de rotación antihoraria de alrededor de 10° relativo al Cratón de Norteamérica.

GEOPAL-4

PALEOMAGNETISM OF MICHOACAN-GUANAJUATO VOLCANIC FIELD, (CENTRAL MEXICO): IMPLICATIONS TO THE PALEOSECULAR VARIATION OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD AT LOW LATITUDES

Conte Gennaro, Urrutia Fucugauchi Jaime y Gogichaishvili Avto
Instituto de Geofísica, UNAM
avto@geofisica.unam.mx

We report detailed rock-magnetic, paleomagnetic and paleointensity study of 24 late Pliocene to present volcanic units from the Michoacan-Guanajuato Volcanic Field (MGVF). The MGVF belongs to Trans Mexican Volcanic Belt (TMVB) and contains over 1000 late Quaternary volcanic centers. Almost 90% of them are cinder cones.

Rock-magnetic experiments show that remanence is carried in most of cases by Ti-poor titanomagnetite, resulting from oxy-exsolution of original titanomagnetite during flow cooling. Unblocking temperature spectra and high coercivities point to "small" pseudo-single domain magnetic grains for the titanomagnetite. Single component, linear demagnetization plots were observed in most cases. Seven sites yield reverse polarity magnetization while fifteen volcanoes are normally magnetized. Evidence of a strong, lightning-produced magnetization overprint was detected for one site (volcano).

The mean paleodirection obtained in this study is $I=28.4^\circ$, $D=357.9^\circ$, $k=21$, $a95=7.3^\circ$, which corresponds to the mean paleomagnetic pole position $Plat=85.7^\circ$, $Plong=104.5^\circ$, $K=27$, $a95=6.4^\circ$. This directions are practically undistinguishable from the expected Plio-Quaternary paleodirections, as derived from reference poles for the North American craton and previously reported paleodirections for TMVB. Absolute paleointensities, obtained from only two sites (twelve samples), gave the values close to the present geomagnetic field strength.

The combination of new results obtained in this study with all currently available paleomagnetic data from Central Mexico yield $Sf=15.4$ with $Su=19.6$ and $Sl=12.7$ (statistical parameters to estimate the dispersion of virtual geomagnetic poles), in good accordance with the model of McFadden (1988, 1991) for the last 5 Myr. The present study do not support the hypothesis that the central Pacific region might have been a region of low non-dipole geomagnetic field as suggested by several authors.

GEOPAL-5

ARCHAEOMAGNETIC STUDIES IN CENTRAL MEXICO USING NON-CONVENTIONAL MATERIALS

Soler Arechalde Ana Maria, Gogichaishvili Avto y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
anesoler@geofisica.unam.mx

For the first time results of an archaeomagnetic study of mural paintings and unburned lime-plasters from Mesoamerica are presented.

The magnetic measurements show that at least four murals (sites: Cacaxtla, Cholula and Templo Mayor) retain a remanent magnetization carried by a mixture of hematite and magnetite grains. In most specimens, a characteristic magnetization is successfully isolated by alternating field demagnetization. The mean directions are reasonably well determined for each murals and within the range of secular variation during the last centuries. Studied Mesoamerican murals apparently retain the direction of the magnetic field at the time they were painted and are therefore an invaluable source of information concerning its secular variation.

Lime-plaster samples were selected from two archaeological excavation projects in the Teopancazco residential compound of Teotihuacan and the large multi-stage structure of Templo Mayor in Tenochtitlan, where chronological information is available. The intensity of remanent magnetization (NRM) and low-field susceptibility are weak reflecting low relative content of magnetic minerals. NRM directions are well grouped and alternating field demagnetization shows single or two-component magnetizations. Rock-magnetic experiments point to fine-grained titanomagnetites with pseudo-single domain behavior. Anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) measurements document a depositional fabric, with normal to free-surface minimum AMS axes. Characteristic mean site directions were correlated to the paleosecular variation curve for Mesoamerica.

Our results suggest that archaeomagnetic dating can be applied to mural paintings and lime-plasters, which are materials widely employed in Mesoamerica.

GEOPAL-6

SECULAR VARIATION AS DETERMINED FROM RECENT LAVA FLOWS IN MEXICO

Böhnel Harald¹, Negendank Jörg² y Nowaczyk Norbert²
¹ Centro de Geociencias, UNAM
² Geoforschungszentrum Potsdam, Alemania
hboehnel@geociencias.unam.mx

Lava flows from the Trans-Mexican Volcanic Belt have been selected for paleomagnetic studies based on the following age information: flows dated by the absolute methods of ^{14}C and $^{40}Ar/^{39}Ar$, and flows whose age was estimated from morphometric parameters. Additional ages are currently determined by these methods and additionally by the thermoluminescence method. At this moment, new results from 21 already dated flows are available, as well as from 24 flows of unknown absolute age, but all volcanoes supposedly erupted during the last $\sim 50,000$ years. From most flows, the paleomagnetic directions have been determined, using alternating field and thermal demagnetization techniques. Paleointensities are

available from 10 flows, most were obtained using the microwave method. Rock magnetic studies include thermomagnetic (high-field induced magnetization and low-field susceptibility), and hysteresis measurements. Together with already published paleomagnetic data, we will present an updated secular variation curve for Mexico and compare this with curves from North America and Hawaii.

GEOPAL-7

EXPERIMENTOS DE PALEOINTENSIDAD DE THELLIER EN FENOCRIETALES DE ROCAS VOLCÁNICAS DEL OLIGOCENO DE YEMEN

Riisager Peter¹ y Gogichaishvili Avto²

¹ Danish Lithosphere Centre, Denmark

² Instituto de Geofísica, UNAM

avto@geofisica.unam.mx

Presentamos los resultados de la paleointensidad de Thellier de flujos de lava basáltica e ignimbritas riolíticas del Oligoceno, muestreadas en la provincia volcánica de Yemen (formada entre 31 y 25 Ma. Los resultados se obtuvieron tanto de muestras de roca enteras como de fenocristales separados de feldespato (tamaño 1-5 mm).

Los cristales de feldespato tienen una amplia distribución de temperaturas de desbloqueo, entre 300 y 400°C, sugiriendo que las partículas magnéticas en el feldespato son inclusiones de titanomagnetitas (TM40) más que magnetitas (TM0). Lo anterior está apoyado por el microscopio electrónico de transmisión, al mostrar que las partículas extraídas magnéticamente tienen una forma rectangular y un tamaño dentro del rango de dominio sencillo a pseudo dominio sencillo. Las mediciones magnéticas de histéresis fueron usadas para probar una posible anisotropía magnética, rotando cristales en la prueba de AGFM y comparando los parámetros de histéresis. Una paleointensidad aparentemente confiable, estima un rango entre 27mT y 82mT, obtenida en 16 de 24 cristales.

GEOPAL-8

DIFERENCIAS ENTRE RITMOS DE ENFRIAMIENTO NATURAL Y DE LABORATORIO, ¿ALTERNATIVA PARA EXPLICAR COMPORTAMIENTOS NO IDEALES EN EXPERIMENTOS DE THELLIER?

Morales Contreras Juan y Gogichaishvili Avto

Instituto de Geofísica, UNAM

jmorales@geofisica.unam.mx

Mediante el empleo de muestras meticulosamente seleccionadas, se llevó al cabo un experimento tipo Thellier a fin de identificar los posibles efectos que diferencias entre ritmos de enfriamiento, natural y de laboratorio, podrían tener en la determinación de paleointensidades. Se obtuvieron estimaciones para el campo de laboratorio que exceden su valor real por varias decenas porcentuales. Paralelamente se observaron desviaciones de los datos en los diagramas de Arai que asemejan comportamientos no ideales, típicos de rocas volcánicas en experimentos de paleointensidad. Se proponen posibles explicaciones para los efectos observados.

GEOPAL-9

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE LAVAS DEL CAMPO VOLCÁNICO CEBORUCO-SAN PEDRO (MÉXICO OCCIDENTAL): EVIDENCIA DE UN PRECURSOR A LA TRANSICIÓN MATUYAMA-BRUNHES Y UN EVENTO GEOMAGNÉTICO DE POLARIDAD INVERSA EN EL BRUNHES

Petronille Marie¹, Gogichaishvili Avto², Henry Bernard³, Alva Valdivia Luis², Rosas Elguera Jose⁴, Urrutia Fucugauchi Jaime², Rodriguez Ceja Maria² y Calvo Rathert Manuel⁵

¹ Ecole Normale Supérieure de Paris, Francia

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Géomagnétisme et Paléomagnétisme, IPGP and CNRS, Francia

⁴ Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

⁵ Universidad de Burgos, España

petronille@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados de un detallado estudio paleomagnético y de magnetismo de las rocas realizado en 17 coladas independientes pertenecientes al Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Para estas investigaciones se tomaron 175 muestras orientadas de afloramientos localizados en el campo volcánico Ceboruco-San Pedro y previamente datados mediante el método 40Ar-39Ar. Las edades de los sitios estudiados se hallan comprendidas entre 2 y 819 ka. Los experimentos de magnetismo de las rocas, que incluían mediciones continuas de la susceptibilidad en función de la temperatura y determinaciones de los parámetros de la curva de histéresis, apuntan hacia una mineralogía magnética de características relativamente sencillas. En la mayor parte de los casos la remanencia está asociada a la presencia de titanomagnetita pobre en titanio de estructura pseudo-monodominio.

De los 17 flujos estudiados, catorce presentan polaridad normal, dos polaridad inversa y uno muestra direcciones correspondientes a una polaridad intermedia. Las paleodirecciones de la colada de edad 40Ar-39Ar 819±25 ka corresponden a una latitud de PVG de 18°N. Este comportamiento aparentemente anómalo del campo registrado con anterioridad al cambio de polaridad Matuyama-Brunhes puede coincidir con el de las lavas de La Palma (Islas Canarias), caracterizadas por poseer una magnetización transicional y una edad 40Ar-39Ar de 822.2±8.7 ka, así como con un evento observado en varios registros sedimentarios marinos. Por tanto, este evento geomagnético, definido como un precursor M-B, tiene probablemente carácter global.

Dos flujos de lava independientes, con edades 40Ar-39Ar de 623±91 y 614±16 ka presentan direcciones correspondientes a una polaridad inversa. Las incertidumbres de estas dataciones no permiten en este caso establecer con seguridad el descubrimiento de un nuevo evento geomagnético. Es posible que estas lavas se formaran durante el evento Big Lost (edad 40Ar-39Ar de 580.2±7.8 ka), de carácter global y probablemente de mayor duración y complejidad que lo esperado para excursiones geomagnéticas.

El presente estudio sugiere la posible existencia de un nuevo evento geomagnético de polaridad inversa en el Brunhes, si bien es prematuro asegurar su existencia únicamente a partir de los datos presentados en el mismo.

GEOPAL-10

MICROWAVE PALEOINTENSITY STUDY OF JORULLO VOLCANO (CENTRAL MEXICO)

Gratton Martin¹, Gogichaishvili Avto², Conte Gennaro², Shaw John¹ y Urrutia Fucugauchi Jaime²

¹ Geomagnetism Laboratory, Dept. Earth & Ocean Sciences, University of Liverpool, UK

² Instituto de Geofísica, UNAM
gratton@liv.ac.uk

A single lava flow from the 1771 AD eruption of Jorullo Volcano, Michoacán-Guanajuato volcanic field, Mexico has been sampled to determine the palaeointensity of the magnetic field at the time of extrusion. Both conventional Thellier-Thellier experiments and two variants of the microwave palaeointensity technique (Coe variant of the Thellier-Thellier method and the perpendicular applied field method) have been conducted. High quality palaeointensity results have been obtained, with both methods in good agreement. This study presents further evidence of the equivalence of both microwave and thermal methods and adds to the database of palaeomagnetic data from the monogenetic volcanoes of Central America.

GEOPAL-11

ROCK-MAGNETISM AT LOW TEMPERATURES: CASE STUDY OF ANDESITIC ROCKS FROM POPOCATEPETL VOLCANO, MEXICO

Kosterov Andrei¹, Conte Gennaro², Gogichaishvili Avto² y Urrutia Fucugauchi Jaime²

¹ Geoscience Department, University of Bremen, Germany

² Instituto de Geofísica, UNAM
kosterov@uni-bremen.de

Being motivated by an almost complete lack of data on Low Temperature magnetic properties of volcanic rocks other than basalts, we have carried out a study of andesites from Popocatepetl volcano in Mexico (12 samples).

Susceptibility versus temperature curves, apart from a rapid decrease with increasing temperature due to paramagnetic matrix, show a considerable variability. Some samples yield susceptibility peaks at different temperatures ranging from 40 to 130 K, while the others show only a monotonous increase. LT susceptibility of the latter samples could be due to a titanomagnetite phase with the composition around TM20. At the same time, it seems unlikely that susceptibility peaks shown by other samples could be in all cases explained by a titanomagnetite phase alone. Alternatively, it might be suggested that a ferrian ilmenite containing 10 – 15 % hematite is present in some samples.

LT-SIRM warming curves do not show any evidence for the Verwey transition, except for a very weak one in a single sample. Two types of behaviour can be recognized. The first one, observed in 9 out of 12 samples, is characterized by a break-in-slope occurring between 15 and 50 K. The second type is characterized by an almost featureless SIRM(T) curve with the slope gently decreasing with the increased temperature. During a zero-field cycle to 6 K and back to 300 K, some fraction of RT-SIRM (from < 5 % to 30 %) is lost. Again, two types of behaviour can be recognized. The first one is characterized by cooling curves with broad maxima between 300 and 250 K. Magnetization then starts to decrease, reaching minimal values

of about 0.7–0.8 of RT-SIRM at 50–70 K. On warming, magnetization follows cooling curve reversibly until that temperature but then diverges from it. A local maximum is reached between 150 and 200 K, followed by a gentle magnetization decrease. SIRM residue left after the complete cycle amounts to 70–80 % of the initial SIRM value. The second type of behaviour is characterized by a relatively higher reversibility between cooling and warming curves. The magnetization increase on cooling is significant, about 10 %, and magnetization maxima are reached at lower temperatures (150–200 K). By reaching the 6 K temperature, magnetization decreases by 5 % of the initial value at the most, and in some samples magnetization even increases. Warming curves closely resemble the cooling ones, overall loss of magnetization during the whole cycle being less than 10 %.

GEOPAL-12

HISTORIA MAGNÉTICA DEL VOLCÁN CERRO NEGRO (NICARAGUA, CENTRO AMÉRICA)

Gutierrez Gonzalez Arturo, Gogichaishvili Avto, Alva Valdivia Luis y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
avto@geofisica.unam.mx

El volcán Cerro Negro es el más reciente cono basáltico formado en el hemisferio occidental, está localizado al noroeste de Nicaragua (Latitud: 12°51'N; Longitud: 86°70'W; Altura: 730 m. sobre nivel del mar). El volcán es la estructura más joven del lineamiento volcánico Nicaragüense. El volcán de Cerro Negro es una importante fuente de información para el paleomagnetismo, dado que muestra diferentes flujos volcánicos (al menos los 5 más importantes entre 1923 y 1995) y se conocen con gran precisión la fecha de cada erupción. En el presente trabajo se estudiaron las características de la magnetización remanente de los flujos de lava asociados al volcán Cerro Negro. El intervalo de tiempo estudiado comprende de 1947 hasta 1995. Se analizaron más de 50 muestras volcánicas pertenecientes de 5 erupciones independientes.

Los experimentos de magnetismo de rocas confirman una concentración importante de minerales magnéticos en la mayoría de las rocas, con el grado de viscosidad magnética adecuada para el registro geomagnético confiable. Los espectros de coercitividad magnética y temperatura de desbloqueo de la NRM (magnetización remanente natural) revelan que los portadores de la remanencia son magnetitas o titanomagnetitas de bajo contenido de titanio, que en algunos casos están ligeramente maghemitizadas o comparten fases con titanohematitas pobres en titanio. La desmagnetización de NRM revela una única componente direccional asociada a una fase magnética muy estable. Sin embargo, las paleodirecciones determinadas difieren significativamente de las direcciones basados al modelo de IGRF (International Geomagnetic Reference Field) del año 2000.

En la búsqueda para una explicación, dos posibles factores pueden ser involucrados: (a) la deformación interna del flujo de lava y movimiento de bloques y frentes de lava después emplazamiento de las unidades volcánicas; (b) fuertes anomalías del campo magnético debido a una gran cantidad de lava espesa debajo de la fuente o profundas fuentes intrusivas. Se necesitan más estudios para confirmar que las paleodirecciones anormales encontradas al volcán Cerro Negro es característica general para la región de América Central.

GEOPAL-13

PALEOMAGNETIC AND MAGNETIC FABRIC STUDIES OF THE SAN GASPAR IGIMBRITE, WESTERN MEXICO – CONSTRAINTS ON EMPLACEMENT MODE AND SOURCE VENTS

Alva Valdivia Luis¹, Rosas Elguera José², Bravo Medina Tania¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Henry Bernard³, Caballero Miranda Cecilia¹, Rivas Maria Luz¹ y Gogichaishvili Avto¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universidad de Guadalajara

³ Géomagnétisme et Paléomagnétisme, IGP and CNRS, Francia
lalva@geofisica.unam.mx

Paleomagnetic and magnetic fabric data for the 4.8 Ma San Gaspar ignimbrite, one of the largest in western Mexico, are used to investigate on the source vents and emplacement mechanism. Rock-magnetic properties are similar, suggesting relatively homogeneous mineralogy of the unit. Isothermal remanence and continuous susceptibility-temperature experiments point to low to medium-Ti titanomagnetite as the main ferromagnetic mineral. Hysteresis parameters of most samples fall in the pseudo-single-domain grain size region; wasp-waisted hysteresis loops were identified corresponding to high Hcr/Hc values. Stepwise thermal and alternating field demagnetization shows that secondary components are negligible, and always completely removed below 20 mT or 400°C. Thereafter, the characteristic component is isolated with small within-site dispersion of mean direction ($\alpha_{95} < 10^\circ$ at 7 out of 10 sites). The within-site consistency of directional features of magnetic fabric supports that the ignimbrite welded and cooled in situ and was probably emplaced in NW-SE rift zone from a single eruption center located south or east of a younger Pleistocene caldera. Paleomagnetic, rock-magnetic and ore microscopy data support the hypothesis that the extensive and widespread ignimbrite deposits in western Mexico correspond to a major explosive volcanic phase in the Pliocene.

GEOPAL-14

PALEOMAGNETIC EVIDENCE ON A VOLCANOLOGICAL MYSTERY - THE 1631 ERUPTION OF MOUNT VESUVIUS, ITALY

Conte Gennaro¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Gogichaishvili Avto¹ y Incoronato Alberto²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli, Italia
avto@geofisica.unam.mx

Was or was not effusive activity part of the 1631 eruption of Mount Vesuvius? We report on a detailed rock magnetic, paleomagnetic and absolute paleointensity study of lava flows from Mount Vesuvius and on its evidence concerning the enigmatic 1631 eruptive episode. Characteristic magnetization directions determined from detailed stepwise alternating field and thermal demagnetization give four new well-defined flow unit mean directions with α_{95} ranging from 0.7° to 2.4°. Paleodirections for eight lava flows from twenty-two flows studied (Caraccedo et al., 1993; Gialanella et al., 1993) appear related to the 1631 eruption, as indicated by their correlation to the early seventeen century segment of the Italian paleosecular variation reference curve. This provides new evidence supporting that the 1631 episode was an explosive-effusive eruption.

GEOPAL-15 CARTEL

FECHAMIENTOS DE ROCAS RECIENTES DEL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO Y SU REGISTRO MAGNETICO

Barajas Gea Constancio Ivan, Rodríguez Vargas Jose Luis y Böhnel Harald

Centro de Geociencias, UNAM
barajasgea@hotmail.com

La actividad volcánica del Campo Volcánico Michoacán – Guanajuato solo se conoce de manera cualitativa para los últimos 50, 000 años, por lo que es necesaria la realización de fechamientos absolutos para cuantificar la evolución volcánica de la zona.

En este trabajo se pretenden fechar erupciones volcánicas y utilizar las edades en aplicaciones en Geomagnetismo, como la determinación de la dirección e intensidad paleomagnética y contribuir al establecimiento de una curva de Variación Secular de México, para los últimos 40, 000 años.

Se han tomado muestras para fechamientos en 13 sitios principalmente en el área entre los municipios de Uruapan y Zacapu, en 4 de ellos para el método de C14 y en el resto para determinar su factibilidad de fecharlas por el método de Termoluminiscencia. Para el estudio paleomagnético se han tomado núcleos en flujos de lava y bombas volcánicas de 12 conos. Se seleccionaron muestras piloto de todos los sitios de muestreo, estas se han desmagnetizado utilizando los métodos de Campos Alternos y Térmico, con el fin de analizar las componentes vectoriales y aislar su magnetización característica. Se realizaron experimentos termomagnéticos para determinar la mineralogía magnética dominante a partir de la temperatura Curie de la muestra.

GEOPAL-16 CARTEL

MAGNETORECEPCIÓN EN LA TORTUGA NEGRA CHELONIA AGASSIZI

Fuentes Farias Alma L.
Instituto de Geofísica, UNAM
almafuentes70@hotmail.com

La historia de la Tortuga Marina Negra en Michoacán es la de un recurso previamente abundante utilizado a nivel de subsistencia por las comunidades indígenas de la costa, pero que en la actualidad se encuentra en estatus de especie protegida debido al colapso de la población sometida a partir de la década de los 60s a intensa explotación comercial.

A nivel mundial las áreas de desove y reproducción de mayor importancia son Islas Galápagos y las playas del Pacífico Este Colola y Maruata, Michoacán, caracterizadas por sedimentos con cantidades importantes de mineral magnético (magnetitas y titanomagnetitas)

La fuerte fidelidad a su playa natal exhibida por las Tortugas Marinas significa que las poblaciones devastadas no son susceptibles de sustituirse con organismos de otras áreas. Por lo que el estudio de este aspecto de su historia natural no solo provee información sobre uno de los mecanismos de navegación más sofisticados evolutivamente hablando. Esto puede ayudar también a salvar a estos animales de la extinción.

Con la intención de aportar datos sobre el mecanismo de Magnetorecepción y mineralización biogénica en la Tortuga Negra hemos aislado cristales de magnetita del cerebro de especímenes de *Chelonia agassizi*. Nuestras muestras provienen de especímenes muertos por causas naturales colectados en el Área de Reserva Colola Maruata. El aislamiento de las partículas magnéticas del cerebro de la Tortuga Negra ofrece la oportunidad de investigar la posible función del material ferrimagnético, su composición, tamaño, textura, localización y arreglo estructural en el tejido hospedero.

Después de la preparación de la muestra y su examinación microscópica, hemos localizado e identificado partículas ultrafinas unidimensionales de magnetita mediante microscopía electrónica de escaneo (SEM).

Las partículas presentan tamaños de grano entre 10.0 a 40.0 Mm. Nuestro estudio provee por primera vez, evidencia de la formación biogénica de este material en la Tortuga Marina Negra. Las partículas ultrafinas son aparentemente superparamagnéticas. Los resultados preliminares de la medición de las características magnéticas del mineral son también reportadas y correlacionadas con las observaciones al SEM.

Sesión

Geoquímica y Petrología

Lunes 1

Salón Goyesco 1

GEOQP-1

LOS SÍNTERS ESTROMATOLÍTICOS SILICOCALCÁREOS DE LOS MANANTIALES TERMALES COSTEROS DE BAHÍA CONCEPCIÓN, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Canet Miquel Carles¹, Prol Ledesma Rosa María¹, Torres Alvarado Ignacio², Gilg H. Albert³, Villanueva Estrada Ruth Esther¹ y Lozano Santa Cruz Rufino⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Centro de Investigación en Energía, UNAM

³ Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Deutschland

⁴ Instituto de Geología, UNAM

ccanet@tonatihu.igeofcu.unam.mx

A lo largo de un segmento de unos 700 m de la costa occidental de Bahía Concepción existe una zona de descarga de fluidos termales (agua y gas) consistente en una área submarina de emisión hidrotermal difusa, situada entre 5 y 15 m de profundidad, y una serie de manantiales termales emplazados en la zona intermareal. La salinidad del agua termal (de 2.6 a 3.2 % en peso) es inferior a la del agua del mar y el gas se compone mayoritariamente de CO₂ y N₂. La descarga hidrotermal en la zona intermareal tiene lugar a través de un conjunto de manantiales situados a pocos metros de la línea de la costa, en los cuales la temperatura del agua es de 62°C y el valor del pH es 6.68. Alrededor de estos manantiales se extienden dos franjas irregulares de depósitos silicocalcáreos. Además, un depósito silicocalcáreo fósil de unos 75 m de longitud se extiende al pie de un acantilado en la franja de costa adyacente a la zona de descarga de fluidos hidrotermales. Tanto los depósitos silicocalcáreos modernos como el fósil presentan una fina laminación interna y forman microestromatolitos ondulados, columnares y bulbosos de hasta 10 cm de espesor. En ambos casos el ópalo-A es la única fase de sílice presente. Esta fase se organiza en microsferas de hasta 300 nm de diámetro, agrupadas en racimos, cadenas y estructuras esponjosas. El estado de sobresaturación en sílice necesario para la precipitación del ópalo se alcanza por enfriamiento del fluido hidrotermal durante su descarga. La preservación de microfósiles y de microestructuras relictas de origen biológico (diatomeas y posiblemente microbios filamentosos) tanto en los depósitos silicocalcáreos modernos como en el fósil evidencia actividad biológica alrededor de los manantiales termales. Esta actividad biológica ha determinado las fábricas y las texturas de los depósitos y podría intervenir en el proceso de precipitación de la sílice. La calcita es la fase cristalina más abundante en estos depósitos silicocalcáreos y forma niveles discontinuos de cristales hojosos subédricos contenidos en los agregados opalinos. Los cristales de calcita presentan contenidos elevados en I3C, con valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de +3.0 a +9.3‰. Este enriquecimiento en I3C se puede atribuir a un proceso de desgasificación geotérmica de CO₂, el cual provocaría la sobresaturación del agua en calcita. Los valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$ analizados en la calcita, de entre -10.0 y -6.6‰, indican que ésta ha precipitado a partir de una mezcla de agua de mar y de agua termal de origen meteórico. La ausencia de fábricas y texturas de origen biológico sugiere que la precipitación de calcita es un proceso totalmente inorgánico. La barita también está presente, tanto en los depósitos silicocalcáreos modernos como en el fósil, y su precipitación tiene lugar debido a la mezcla del agua termal, rica en Ba²⁺, con el agua de mar.

GEOQP-2

LOS MANANTIALES HIDROTERMALES SUBLACUSTRES DEL LAGO DE CHAPALA, JALISCO (PROYECTO EN DESARROLLO)

Zarate Del Valle Pedro F. y Ramírez Sánchez H. Ulises
CUCEI, Universidad de Guadalajara
pzarate@ccip.udg.mx

El Lago de Chapala en el occidente de México, está ubicado en el Rift Citla caracterizado por su actividad hidrotermal tanto activa como fósil, la cual incluye manantiales terrestres y sublacustres, halos de alteración, depósitos sinter carbonatados, volcanes de lodo, petróleo hidrotermal y emanación de gases. El Lago de Chapala a pesar de ser el lago más grande de México (~80km x ~20km, en la cota 1523msnm) se caracteriza por ser un lago de poca profundidad: ~5m. Hidrogeoquímicamente, el hidrotermalismo en el Rift Citla es de carácter carbonatado con la única excepción del manantial de San Juan Cósala que es de carácter sulfatado. Dentro del Lago de Chapala co-existen tanto manantiales termales sublacustres, manifestaciones de petróleo hidrotermal (isletas de asfalto) así como emanación de gases. Actualmente se conocen dos sistemas hidrotermales sublacustres: Los Gorgos (SHSG) y El Fuerte (SHSF). El SHSG, localizado hacia la ribera sur y a ~9km al N70° de la ciudad de Tzapán El Alto, es el sitio de mayor profundidad conocida en el Lago de Chapala: en 1895: 33m; en 2003: 26.8 m; está constituido por tres manantiales hidrotermales orientados N290°, siendo el principal batimétricamente de forma cuasielíptica y de dimensiones en la cota 1516msnm: 700m (E-W) x 400m (N-S); En sección vertical adopta la forma de un embudo por lo que en el fondo (cota 1509msnm) sus dimensiones son: E-W 100m y 70m N-S. A 1,700m; al N110° del manantial principal se localiza una depresión de 3m de profundidad que mide 250m x 200m que corresponde al segundo manantial. El pH es 8.5. Otros parámetros hidrogeoquímicos del SHSG, aunque parcialmente diluidos, son: conductividad: 1.38-1.61 mS/cm; cloruros: 103.2 ppm. El sitio del SHSF (1,500m x 900m) localizado en la ribera NE del Lago de Chapala a ~7km al N283° de la ciudad de Jamay, se caracteriza por tener afloramientos de la Formación Chapala representada por rocas sedimentarias lacustres (margas, areniscas y diatomita) parcialmente afectadas por silicificación pervasiva. Está constituido por 4 manantiales; en él es característico el crecimiento de vegetación emergente en forma de matorrales perteneciente a las familias Typhaceae y Cyperaceae ("tule"). Su batimetría contrasta con la del SHSG ya que está incluido en una pequeña planicie de cota 1519 msnm. Algunos de los parámetros hidrogeoquímicos del SHSF son: pH: 6.78-7.47; conductividad: 2.15-2.22 mS/cm; cloruros: 275.8 ppm. En el Lago de Chapala, la emanación sublacustre de gases se manifiesta como burbujeo siendo posible observarla, en forma discontinua, hacia el sur de la Isla Alacranes y a lo largo de >6km.

GEOQP-3

EVALUACIÓN DE (CR, CD, MN, NI, CU, PB, FE Y ZN) Y DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE GOEACUMULACIÓN (IGEO) EN SUELOS IRRIGADOS POR EL RÍO LERMA, ESTADO DE MÉXICO

Del Aguila Juárez Pedro, Lugo de la Fuente Jorge y Vaca Paulín Rocio
 Universidad Autónoma del Estado de México
 daguila@uaemex.mx

Dentro de la problemática ambiental en nuestro país, se considera al curso alto del río Lerma como objeto de estudio por su grado de contaminación ocasionada por el desarrollo industrial y crecimiento urbano que vive el Estado de México (Gómez, 1994). Así también, el uso agrícola del suelo en sitios cercanos al río Lerma, genera un interés por conocer la presencia de contaminantes inorgánicos como son los metales pesados que pueden ser de origen geológico o de tipo antropogénico (Alloway, 1990), este segundo origen se puede diagnosticar mediante la evaluación de los metales pesados totales en el suelo seguido de la determinación del índice de geoacumulación (Igeo) de cada metal (Giusquiani et al., 1992; Loska et al., 1997; Moreira et al., 2003). Este tipo de estudios permite conocer el impacto que tiene los metales pesados presentes en el suelo mediante el empleo de índices que permiten caracterizar el grado de contaminación de un suelo agrícola y de esta manera, poder dar sugerencias sobre el estado actual del suelo y seguir trabajando en estudios donde se relacione al contaminante, suelo y planta en la región cercana a la rivera del río Lerma del curso alto. En este trabajo, se evaluó la concentración de metales pesados totales y se determinó el índice de geoacumulación (Igeo) en suelos irrigados con aguas del río Lerma en un gradiente de 105 kilómetros sobre la rivera del río Lerma dentro del curso alto. Se llevó a cabo un muestreo de tipo preferencial (Cochran, 1977) en cinco sitios: Tlachaloya (Tl), Ixtlahuaca (Ix), Atlacomulco (At), Temascalcingo (Te) y Amealco (Am) donde se realizaron una colecta de 55 muestras y se determinaron los siguientes parámetros físicos y químicos: pH en agua (McLean, 1982), porcentaje de materia orgánica (MO) por el método de Walkey y Black modificado (1947), así como contenido total de los metales pesados: Cr, Ni, Mn Cu, Zn, Pb, Cd, Fe; y además se calculó para cada metal su Igeo. Los resultados de pH y MO, indican una buena aptitud de los suelos para el cultivo según Porta y colaboradores (1999). Basándose en su contenido de cada metal, ninguno rebasó los niveles máximos permisibles de acuerdo a Kabata y Pendias (1992) por lo que no se consideran tóxicos. Con respecto a los Igeo se tiene que el Pb y Ni indican que son de tipo moderadamente contaminante al ambiente edáfico (Müller, 1981). El Cd presentó un comportamiento de un modelo de tipo cuadrático con relación al gradiente de los 105 km en sentido horizontal del suelo agrícola. Finalmente este tipo de estudios donde se utilizan índices de geoacumulación permiten dar una idea de cómo se encuentra el suelo agrícola con respecto a los metales y si estos son o no perjudiciales al ambiente edáfico.

GEOQP-4

APLICACIÓN DE TÉCNICAS PETROGRÁFICAS EN DIAGÉNESIS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Martínez Ibarra Ricardo
 Instituto Mexicano del Petróleo
 rmibarra@imp.mx

El reconocimiento de historias diagenéticas es un objetivo primordial en exploración petrolera debido a que los procesos diagenéticos modifican la calidad de un yacimiento creando, conservando o destruyendo la porosidad y permeabilidad. El estudio petrográfico detallado de las fases mineralógicas así como los rasgos texturales modificados durante la diagénesis puede elucidar estos procesos. Las técnicas petrográficas básicas para estudios diagenéticos consisten en petrografía de luz transmitida y fluorescencia con luz ultravioleta (FUV), cátodoluminiscencia (CL), y microscopio electrónico de barrido (MEB).

Petrografía de luz transmitida y FUV

La petrografía de luz transmitida es la técnica básica para estudios diagenéticos. Además de la caracterización mineralógica y textural de una roca, esta técnica permite la determinación de la sucesión de cementantes y su cuantificación. Al mismo tiempo se reconocen los tipos de porosidad y los eventos de generación o destrucción de la misma.

La fluorescencia con luz ultravioleta (FUV) es la respuesta en luz visible de minerales cuando son expuestos a luz ultravioleta. Las fases asociadas a materia orgánica son las que emiten fluorescencia. Esta técnica es muy útil en reconocer texturas relictas de rocas y para mostrar fábricas de cementos asociados a materia orgánica, así como la identificación de rasgos morfológicos de fósiles recristalizados o dolomitizados.

Cátodoluminiscencia (CL)

La CL es el término usado para describir la emisión de luz de minerales que han sido sometidos a excitación por un haz de electrones. El fenómeno de cátodoluminiscencia se atribuye a la presencia de elementos traza o debido a distorsiones cristalinas de los minerales. Del efecto de uno de ellos o la combinación de varios dependerá la emisión de la CL, pudiendo ser débil, alta o no luminiscente.

Esta técnica se aplica para diferenciar fases detríticas de diagenéticas, obtener información sobre el estado de oxidación del ambiente diagenético en que precipitan fases carbonatadas, diferenciación de texturas relictas de rocas que han sido dolomitizadas o calcitizadas, determinación precisa de paragénesis y estratigrafía de cementantes.

Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)

El MEB posee características de altos aumentos y gran profundidad de campo que lo hacen una herramienta excelente para examinar detalles morfológicos de un mineral y las relaciones partícula/cemento/poro en una roca sedimentaria. Permite la diferenciación de fases detríticas de diagenéticas, especialmente cuando se trata de arcillas, o puede ser usado para reconstruir historias paragenéticas. Por otro lado el MEB es ampliamente usado en la caracterización de la microporosidad y la garganta de poro, información de gran utilidad en exploración petrolera y yacimientos.

El éxito del uso de estas técnicas petrográficas reside en que deben ser aplicadas de manera integral y a su vez conforman la base de interpretación y uso subsecuente de técnicas geoquímicas más avanzadas como son isotopía, inclusiones fluidas, difracción y fluorescencia de rayos X, detectores de rayos X en el MEB, microsonda electrónica entre otras.

GEOQP-5

ESTUDIO GEOQUÍMICO Y PETROLÓGICO DE LA SECUENCIA CARBONATADA SOBROYACENTE A LA BRECHA DE IMPACTO, CRÁTER CHICXULUB, POZO UNAM-5

Escobar Sánchez Juana Elia y Urrutia Fucugauchi Jaime
 Instituto de Geofísica, UNAM
 elia@geofisica.unam.mx

El presente trabajo corresponde al proyecto de estudios relacionados con la brecha de impacto del cráter Chicxulub, específicamente a la secuencia carbonatada depositada sobre la brecha. El objetivo primordial es la caracterización de 30 metros de rocas calcáreas para la determinación de las variaciones verticales producidas después del impacto como una consecuencia directa, utilizando diversas técnicas geoquímicas, como el caso de la fluorescencia de rayos x, elementos de tierras raras, isótopos estables de O y C, isótopos de Sr, así como mediante el uso de petrografía.

La secuencia corresponde al pozo UNAM-5, localizado en la parte noroeste de la Península de Yucatán, éste a su vez fue perforado en el sector suroeste del cráter a 110 km del centro de la estructura. Las rocas extraídas corresponden en general con una secuencia calcárea de 332 m y una secuencia de brechas de 172 m de longitud en la parte inferior. Las muestras estudiadas corresponden a un submuestreo realizado en los 30 m de rocas carbonatadas sobreyacentes a la brecha de impacto.

La secuencia calcárea estudiada se compone de calizas arcillosas tipo margas, con intercalaciones de pequeños horizontes arcillosos que van de unos cuantos milímetros hasta 6.5 cm. De los estudios de fluorescencia de rayos x, se observó una clara variación vertical en el contenido de MgO y CaO, sugerente de cambios producidos por un posible hidrotermalismo y cambios diagenéticos en la parte inferior de la secuencia (cerca a la brecha). De acuerdo a los estudios de isótopos estables de O y C, se ha podido observar cambios que indican diferente contenido de materia orgánica a lo largo del tiempo, así como cambios en la paleotemperatura de la misma.

Con los estudios de elementos de tierras raras, normalizadas con valores preestablecidos para la condrita "Evensen", se ha podido observar un incremento en las tierras raras ligeras y una disminución en tierras raras pesadas. Aparentemente existen algunas anomalías negativas de Eu, sin embargo, hasta el momento no se ha podido definir con certeza su posible origen. De acuerdo a la geoquímica isotópica, los estudios de Sr han podido corroborar edades absolutas de la secuencia, aunque deben ser tomadas con cautela debido al incremento en la dolomitización, sobre todo en la parte inferior de la secuencia.

Mediante el uso de petrografía se ha podido observar el alto contenido de arcillas de las rocas carbonatadas, así como una falta de fósiles indicadores del ambiente y edad de la secuencia; también ha sido posible observar las variaciones existentes en la porosidad a lo largo de la misma, y una gran dolomitización en la secuencia.

El aporte de este trabajo radica en la descripción de las variaciones paleoambientales a lo largo del tiempo, existentes en la secuencia depositada sobre las brechas de impacto, de la parte noroeste de la plataforma de Yucatán para el Paleoceno Temprano.

GEOQP-6

ELEMENTOS TRAZA EN EL MATERIAL PARTICULADO COLECTADO CON LA TRAMPA SEDIMENTARIA EN LA CUENCA ALFONSO (BAHIA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA) EN LOS AÑOS 2002-2003

Choumiline Evgueni¹, Silverberg Norman¹, Aguirre Ballena Fernando¹, Sapozhnikov Dimitry² y Rodriguez Castañeda Ana Patricia¹

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

² Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadsky, Moscú, Rusia
 eshumili@ipn.mx

Por medio del metodo de analisis de activacion neutronica instrumental se determinaron los contenidos de Fe, Ca, Sr, Ba, Zn, Cr, Co, Sc, As, Sb y Se en las submuestras del material particulado en hundimiento, interceptado en la columna de agua a una profundidad de 350 m por medio de una trampa sedimentaria automatica, anclada en la Cuenca Alfonso en el periodo de 18 de enero del 2002 al 29 de febrero del 2004 con una resolucion de muestreo de 7 a 15 dias.

Los contenidos de estos elementos en las muestras colectadas mostraron cierta variabilidad temporal. Durante este periodo las concentraciones de hierro en el material particulado usualmente oscilaron en un rango 0.40-3.8% , para calcio 1.36-11.3%, para escandio 1.84-14.40 mg kg⁻¹, para cobalto 0.34- 27.7 mg kg⁻¹, para zinc 10-350 mg kg⁻¹, para estroncio 77-3150 mg kg⁻¹, para Ba 29-2105 mg kg⁻¹, para cromo 3.2-59.1 mg kg⁻¹, para cesio 0.60-12.3 mg kg⁻¹, para rubidio 5.12-147 mg kg⁻¹, para arsenico 0.88-24.2 mg kg⁻¹, para antimonio 0.07-19.4 mg kg⁻¹ y 0.18-9.3 mg kg⁻¹ para selenio. Estas valores corresponden a un ambiente de poca influencia antropogénica.

La contribucion terrigena en el material sedimentario de la trampa, estimada aplicando el Sc como el elemento-indicador de la fuente terrigena, vario entre 8.3 y 65.5 %, con valores altos durante y despues de los huracanes "Ignacio" (22-27 de agosto del 2003) y "Marty" (18-24 de septiembre del 2003).

Los valores de las razones de Ca/Sc estan en un rango de 1725 a 28753. Los resultados se acercaron a los de la corteza terrestre (Ca/Sc=1886) en el periodo de los huracanes, mostrando la influencia terrigena.

Durante las observaciones las razones Fe/Sc oscilaron en un rango entre 2090 y 3823 cercanos al valor de la corteza (Fe/Sc= 2599). Los datos de esa razon ligeramente elevados (mas de 3000) se encontraron entre 15 de agosto y 21 de septiembre del 2002.

Con base en los datos sobre el flujo total del material en hundimiento

(0.17-4.0 g m⁻² día⁻¹; Silverberg et al., en prensa), se calcularon los flujos verticales de los elementos particulados, los cuales variaron en los rangos: 2.46 - 138 mg m⁻²día⁻¹ para Fe, 4.18 - 120 mg m⁻²día⁻¹ para Ca, 31 - 2683 mg m⁻²día⁻¹ para Sr, 57.5 - 1170 mg m⁻²día⁻¹ para Ba, 4.3-241.5 mg m⁻²día⁻¹ para Zn, 2.7 - 313.1 mg m⁻²día⁻¹ para Rb, 3.2 - 184.8 mg m⁻²día⁻¹ para Cr, 0.90 - 52.8 mg m⁻²día⁻¹ para Sc, 0.08 - 56.8 mg m⁻²día⁻¹ para Co, 0.70 - 42.0 mg m⁻²día⁻¹ para Cs, 0.73 - 35.05 mg m⁻²día⁻¹ para As, 0.07- 14.15 mg m⁻²día⁻¹ para Sb y 0.05 - 6.99 mg m⁻²día⁻¹ para Se. Los flujos máximos para la mayoría de estos elementos corresponden al periodo de huracanes.

GEOQP-7

FORMACIÓN DE SILCRETAS EN LA "CUEVA EL RATÓN" DE BAJA CALIFORNIA SUR

Dávila Alcocer Víctor Manuel¹, Magar Valerie² y Zenteno Gerardo¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property, Italy
davilal@servidor.unam.mx

Investigaciones tendientes a la conservación y restauración de pinturas rupestres, en la Sierra de San Francisco, Baja California Sur, han permitido detectar alteraciones en la roca no apreciables a simple vista que involucran a las pinturas.

El sitio particular de estudio es la "Cueva El Ratón", desarrollado en una secuencia volcánico-clástica de carácter riolítico. El uso del método petrográfico en combinación con el microanálisis elemental por energía dispersiva de rayos X (EDEX) de muestras, extraídas de la cueva, determinaron la existencia de capas de composición silíceas menores a un milímetro de espesor e internamente laminadas, con variaciones en el tono de color.

Observaciones al microscopio petrográfico de secciones delgadas muestran microfracturas con estructuras de flujo de material amorfo, en dirección hacia la superficie de intemperismo. Además los estudios por EDEX registran una composición silíceas con lo que se confirma una mineralogía opalina (bióxido de silicio hidratado) u ópalo-A.

En el caso particular de este trabajo, las condiciones del sitio favorecen el desarrollo de un proceso, explicado por Watchman en 1996, sobre la formación de películas silíceas (silcretas), mediante un modelo que considera la combinación de la evaporación y la polimerización iónica inducida del ácido silícico contenido en el agua de escurrimientos.

El origen de la formación de las múltiples laminaciones opalinas que constituyen a las silcretas de la "Cueva El Ratón", es la combinación de dos procesos: la migración por capilaridad de soluciones ricas en sílice hacia la superficie de intemperismo y a su depósito mediante evaporación y polimerización iónica. En este último proceso impurezas disponibles son atrapadas modificando la tonalidad de cada lámina.

GEOQP-8

ESTUDIO QUÍMICO Y MINERALES DE ALTERACIÓN EN EDIFICIOS COLONIALES MEXICANOS: CASO PARTICULAR TEMPLO Y EXCONVENTO DE SAN AGUSTÍN, MORELIA, MICHOACÁN

Sámamo Nateras Ana¹, Mora Chaparro Juan Carlos², Macías Vázquez José Luis² y Garduño Monroy Víctor Hugo³

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

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Depto. de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
annsamano@yahoo.com

Este trabajo muestra avances de los estudios realizados en afloramientos de ignimbrita en el municipio de Morelia y su relación con muestras del mismo tipo de roca tomadas del templo y exconvento de San Agustín; con el objeto de determinar los minerales de alteración de estas rocas en el edificio histórico y establecer una correlación entre los niveles de los afloramientos y las rocas utilizadas en la construcción del mismo. Para ello se relacionó con la estratigrafía de los afloramientos, la mineralogía y la química de roca total. El convento de San Agustín fue una de las primeras construcciones religiosas en la ciudad. San Agustín inicia su construcción en 1587 y termina en 1667, aproximadamente. Para poder determinar la formación de nuevas especies minerales se realizaron estudios de mineralogía, microscopía electrónica de barrido, análisis de fluorescencia de rayos X y difracción de rayos X. Así mismo se llevaron a cabo pruebas físicas de densidad, porcentaje de absorción de agua y mecánicas como resistencia a la compresión aparente in situ con esclerómetro, la cual es una prueba no destructiva. Se encontró que la composición mineralógica de las rocas del afloramiento y del monumento histórico son semejantes, tratándose de una roca volcánica de composición riolítica con porcentajes de óxido de silicio mayores al 71%. La presencia de elementos tales como el carbón, azufre, calcio, fósforo y cloro en forma de óxidos, nos indican la formación de nuevas especies minerales no características de este tipo de rocas; estas especies se ubican principalmente en la superficie de los muros. Las pruebas físicas arrojan que las rocas en el afloramiento poseen densidades mayores a 2 y las muestras de rocas en el edificio poseen valores menores a 1.75. Las muestras más vesiculadas, presentan menores índices de resistencia a la compresión y menores valores de densidad; en consecuencia, mayores porcentajes de absorción de agua, que en el edificio histórico alcanzan valores de hasta 23.62%.

Este tipo de estudios es llevado a cabo con el fin de tener una mejor comprensión de los procesos de degradación y sus causas en este tipo de rocas. Las cuales son el principal material constructivo de monumentos históricos de ciudades coloniales al igual que Morelia.

GEOQP-9

FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE CONDROS MEDIANTE UN LASER DE CO₂, UTILIZANDO MUESTRAS DE XENOLITOS ULTRAMÁFICOS

Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth¹, Ortega Gutiérrez Fernando², Solé Viñas Jesús², Reyes Salas Adela Margarita², Lozano Santa Cruz Rufino², Flores Gutiérrez Daniel³ y Montero Martínez Guillermo⁴

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

² Instituto de Geología, UNAM

³ Instituto de Astronomía, UNAM

⁴ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
kecervan@hotmail.com

Las meteoritas condriticas representan el material sólido más antiguo del Sistema Solar. Una de las características principales de estas rocas son los condros, los cuales son cuerpos milimétricos y cuasiesféricos, cuya forma y estructura interna sugiere que en su génesis fueron fundidos a temperaturas elevadas. Una de las grandes incógnitas en el campo de la meteorítica es la formación de estos cuerpos; los materiales precursores, las condiciones y los mecanismos que les dieron origen.

El presente trabajo se enfocó a reproducir experimentalmente algunas de las texturas internas de los condros de olivino. Para este fin fueron fundidas en condiciones ambiente algunas muestras de olivino provenientes de un xenolito ultramáfico utilizando un equipo láser Merchantek® MIR10 de CO₂ y 50 W de potencia. El tamaño del material precursor de olivino fue entre 500 y 212 μm , con muestras entre 19 y 0.8 mg. La morfología y texturas de estas muestras varió de acuerdo a la potencia del haz del láser: las muestras que fueron fundidas utilizando potencias de haz entre 25 y 15.8 W presentan una morfología de barras con espacios, las que fueron fundidas entre 10 y 8 W presentan texturas de enrejado y cadenas, las muestras que fueron fundidas parcialmente presentan texturas dendríticas. Las texturas porfídicas solo están presentes en las muestras a las que se les agregó carbón activado para reducir la oxidación durante el proceso.

Los condros barrados de olivino son un tipo textural que consiste en barras de olivino espaciadas y adaptados a una forma esférica. Al comparar las texturas de algunos de los fundidos artificiales con las de los condros barrados de olivino, existe una fuerte similitud. En las meteoritas condriticas Cuartaparte, Cosina y Nuevo Mercurio, existen diferencias sutiles entre los condros barrados de olivino aún en una misma condrita, lo cual indica que en una misma región donde se originaron los condros de una meteorita en particular, las condiciones de fusión tuvieron un cierto gradiente de energía.

GEOQP-10

CUARTAPARTE (SILAO) METEORITE, A HIGHLY SHOCKED, MAJORITE-BEARING MEXICAN CHONDRITE

Reyes Salas Adela Margarita, Macías Romo Consuelo, Ortega Gutiérrez Fernando y Linares López Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
adelars@servidor.unam.mx

Two, partially crusted fragments weighing about 235 and 175 grams held at the Colección Nacional de Meteoritas of the Instituto de Geología, UNAM, illustrate a unique Mexican meteorite that has

remained almost unstudied. In the Meteorite Catalog of the Natural History Museum of London it is listed as an H5 (high iron, intermediate metamorphism), S4 (moderately shocked), W1 (little weathered) ordinary chondrite originally weighing 1,710 grams. According to our Catalog "Las Meteoritas de Mexico" Cuartaparte is an L4 (low iron) type and observed to fall on April 27, 1995 near the city of Silao, state of Guanajuato. Both fragments show an internally fractured and striated structure interpreted as product of a powerful impact on its parent body. A polished surface of the meteorite shows a fine granular and mottled gray texture consisting of metal-rich irregular domains (25 %) set in a chondrule-rich fine grained matrix (75 %). Here we report new data on the petrology and mineral chemistry of this meteorite, which permitted us to change its current shock classification from an S4 to the maximum degree S6 of shock metamorphism.

Samples were studied in fragments and polished thin sections with stereoscopic and scanning electron microscope techniques, whereas the analyses were performed using a Jeol 35 JSMc with an EDS Tracor analyzer and a Jeol 8900R microprobe equipped with three WDS spectrometers.

Shock metamorphism is evidenced by the abundance of veins and melt pockets where the very high pressure phase majorite was identified by its crystal morphology (euhedral crystals, 1-3 μm) and its chemical composition with the molecular formula $\text{Si}_{1.7}\text{Al}_{0.11}\text{Fe}_{0.47}\text{Mg}_{1.87}\text{Ca}_{0.01}\text{Na}_{0.14}\text{Cr}_{0.02}$. Troilite and Fe-Ni-S compounds in the veins show distinctive spherical shapes about 1-10 μm in diameter interpreted as quenched metal-rich liquids. Olivine is present in skeletal shapes and as totally anhedral to rounded grains containing fusion spherules of Fe-Ni-S varying in composition from 54.0-46.2 wt % Fe, 36.06-26.1 wt % Ni and 18.5-14.77 wt % Si. Both olivine and Mg-pyroxene (clinostatite?) show undulose extinction, planar fractures, metal injected as veins, and mosaicism. Close to the shock veins ultrabasic, Fe-rich glasses were identified together with other amorphous materials rich in Cu and Cr. Post shock phases include plessite, martensite and the assemblage chromite-plagioclase immersed in feldspathic glass. Some of these features such as the ultrabasic glasses, martensite, and skeletal olivine may have developed during rapid cooling just after the impact metamorphism. Other features like plessite required longer times for annealing.

In conclusion, the presence of majorite as well as the Fe-Ni-S alloys indicating metal sulfuring at temperatures above the metal-troilite eutectic (ca. 990°C) has been considered in the current literature to indicate very high impact pressures, which permitted us to change the classification of Cuartaparte chondrite from the present S4 to an S6 type.

GEOQP-11

IODINE AND THE ORIGIN OF HYDROCARBONS: I-129 DETERMINATIONS IN OIL FIELD BRINES AND GAS HYDRATES

Fehn Udo
University of Rochester

Hydrocarbons typically have migrated into the location where they are found, making determination of source formation and migration history often difficult. The iodine isotopic system has the potential to find applications in this field due to the close association of iodine with organic matter and the presence of the cosmogenic radioisotope I¹²⁹. This isotope has a half-life of 15.7 Myr, and is

formed by the interaction of cosmic rays with xenon isotopes in the atmosphere and by spontaneous fission of ^{238}U in the crust. Because iodine has a long residence time in the oceans, the marine isotopic signal is uniform and can be used as the starting signal for iodine dating. The input ratio of $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ into marine sediments is $(1500 \pm 150) \times 10^{-15}$ [1], which, together with the detection limit (10×10^{-15}) of accelerator mass spectrometry (AMS), allows a dating range of about 80 Myr for this system. Currently, about 0.5 mg of iodine is needed to make a reliable AMS determination.

While iodine is prevalent in many organic compounds, it is typically released into the accompanying aqueous fluids during decomposition and maturation of hydrocarbons. As a consequence, iodine is strongly enriched in fluids associated with hydrocarbons. Whereas seawater contains only $0.4 \mu\text{M}$ of iodine oil field brines and coal-bed methane fluids typically contain around $50 \mu\text{M}$, pore waters associated with gas hydrates $1000 \mu\text{M}$ or more of I. These high concentrations allow determinations of source ages in fluids associated with hydrocarbons. We applied this system for the determination of ages in oil field brines [2], gas hydrates [3] and coal bed methane deposits [4], and are currently working on gas hydrate occurrences from ODP 201 (Peru Margin) and 204 (Hydrate Ridge). The results for oil field brines and gas hydrates demonstrate the derivation of iodine (and, by association, of hydrocarbons) from sources other than their current host formations and are useful for the identification of potential source formations for the hydrocarbons. Systematics of the iodine isotope system and its relation to the carbon cycle will be discussed using examples of completed and active studies from oil fields and gas hydrate deposits.

GEOQP-12

METAMORPHIC EVOLUTION OF THE BAMURI COMPLEX (SONORA, NW MEXICO): NEW INSIGHTS FROM FIELD AND PETROGRAPHIC DATA

Castiñeiras Pedro¹, Iriondo Alexander², Dórame Navarro Miguel², Premo Wayne R.³ y Kunk Michael J.³

¹ Dept. Geological Sciences, University of Colorado at Boulder, Boulder, CO, USA

² Centro de Geociencias, UNAM

³ U.S. Geological Survey, Denver, CO, USA
castigar@colorado.edu

New field and petrographic studies are shedding light on the metamorphic history of Proterozoic rocks from the Bamuri Complex in NW Sonora. Two main basement units can be discerned in this complex. The lower unit occupies most of the Bamuri Hills and is a metasedimentary sequence with highly immature quartzite, paragneiss and schist. The upper unit outcrops in SW Bamuri Hills and consists of another metasedimentary sequence with mature quartzite, paragneiss and phyllite. Both units include some amphibolitic bodies and are intruded by felsic (granitoids, pegmatites and subvolcanic to volcanic rocks) and mafic rocks (basaltic dikes).

Metamorphic conditions are different in both units. The lower unit display mineral assemblages typical of the sillimanite-K feldspar zone, with the absence of primary muscovite, whereas the mineral assemblages of most upper unit rocks typify the biotite zone, although andalusite and garnet isogrades can be recognized as well. Structures trend NW-SE in the lower unit and NE-SW in the upper unit of the metamorphic complex. These observations suggest that the units are separated by an extensional detachment that we believe represents the western edge of a regional gneissic dome. The presence of migmatites

in the adjacent Tecolote Hills to the east, which we interpret as the deepest structural level of the lower unit of the Bamuri Complex, support this model.

U/Pb zircon ages from igneous rocks in both lower and upper units, are around 1780 Ma, and are interpreted to represent their crystallization age. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age dating of muscovites in an upper-unit phyllite at Bamuri yielded ages of about 1650 Ma, which is interpreted as a cooling age of the low-pressure metamorphic event.

GEOQP-13

DISCOVERY OF XENOCRYSTIC SAPPHIRE AND PROBABLE SAPPHIRINE PSEUDOMORPHS IN THE PUENTE NEGRO SUBVOLCANIC INTRUSION, PUEBLA, MEXICO

Ortega Gutiérrez Fernando, Martiny Barbara, Reyes Salas Adela Margarita y Morán Zenteno Dante J.

Instituto de Geología, UNAM
fortega@servidor.unam.mx

The Puente Negro intrusion (lat $18^{\circ}13.7'N$, long $98^{\circ}11.0'W$) is a basaltic body emplaced within the Esperanza Granitoids of the Acatlán Complex probably during early Miocene time. Although chemically it is an andesite (56 wt % SiO_2), its complex petrologic history indicates an origin at very high temperatures and considerable depths, more consistent with basaltic magma derived from the mantle that subsequently evolved to an andesite by assimilation at three different levels in the crust. Although we have already reported sanidinite facies contact metamorphism in the crustal xenoliths, as well as decompressional incongruent melting phenomena in garnet and biotite xenocrysts associated with this body, here we feature the new discovery of bluish corundum (sapphire) xenocrysts, and possible pseudomorphs after sapphirine as well as other high-Al phases present in the xenoliths. Sapphire occurs both as isolated, elongate crystals in the "andesitic" volcanic matrix, and as a minor part of rare pseudomorphic ovoid xenocrysts composed of abundant spinel and the sapphire set in a sharply twinned crystalline groundmass that resembles cordierite. If the latter phase is verified, these pseudomorphs would originally have corresponded to the high temperature mineral sapphirine. Together with the presence of strongly pleochroic orthopyroxene forming coronas around the assemblage spinel-quartz in some gneissic xenoliths, the integrated assemblage would indicate ultrahigh temperature ($>900 \text{ }^{\circ}\text{C}$) regional metamorphic rocks of unknown age underlying the Acatlán Complex. The xenoliths and xenocrysts were subjected later to fast decompression, as they were carried up from deep crustal levels in the very hot basaltic magma. During this process sapphire remained intact in the volcanic matrix while sapphirine apparently broke down to the assemblage spinel-sapphire-cordierite? with traces of rutile and high-Ti biotite. The strongly pleochroic high-alumina orthopyroxene (up to 13 wt % Al_2O_3) in rare cases remained as cores rimmed by broad, colorless coronas of another orthopyroxene presumably containing much lower levels of Al_2O_3 .

GEOQP-14

EL VULCANISMO INTRAPLACA DEL CENOZOICO TARDÍO EN EL CENTRO Y NORTE DE MÉXICO: UNA REVISIÓN

Aranda Gómez José Jorge¹, Luhr James F.², Housh Todd B.², Valdez Moreno Gabriel³ y Chávez Cabello Gabriel⁴

¹ Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

² Dept. of Mineral Sciences, Smithsonian Institution, Washington, D.C. USA

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

⁴ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

jjag@geociencias.unam.mx

Independientemente de los límites entre provincias volcánicas más antiguas, provincias geológicas/tectónicas actuales y entre terrenos tectonoestratigráficos, el vulcanismo intraplaca (Oligoceno tardío–Cuaternario) ocurre en toda la región. Muchas rocas intraplaca (i.e. generalmente máficas, con ne en la norma y valores elevados de TiO₂, Nb y Ta) contienen xenolitos del manto y granulitas corticales. La mayoría de las localidades están ubicadas en la provincia de Cuencas y Sierras, pero hay otras afuera de ella. Los campos intraplaca más grandes de México fueron contemporáneos a fallamiento normal. En Durango y Chihuahua las fallas normales son terciarias y fueron reactivadas durante el vulcanismo. En muchos sitios la relación extensión/magmatismo es tenue, como en San Luis Potosí en donde hay discontinuidades estructurales regionales, pero son difusas. Los campos de Camargo (Chih) y Ocampo (Coah) sugieren que el ascenso de magmas fue influenciado por fallas regionales de basamento con historias tectónicas complejas.

La petrogénesis de los magmas tempranos (Oligoceno–Mioceno; extravasados inmediatamente después del cambio de compresión a extensión) difiere de la del Plio-Cuaternario. Entre los magmas tempranos hay algunos semejantes a los magmas primitivos plio-cuaternarios. Sin embargo, es común que las rocas antiguas sean más diferenciadas y tengan contaminación significativa con material cortical. En las rocas jóvenes la contaminación es leve o ausente. Esto se atribuye al cambio en las condiciones tectónicas y térmicas de la corteza. Al inicio de la extensión la corteza estaba caliente debido al vulcanismo del Terciario Medio. Por tanto, la transición frágil – dúctil en la corteza debió ascender, disminuyendo la posibilidad de formar conductos para el ascenso rápido del magma. El movimiento lento favoreció AFC y la segregación de los xenolitos de peridotita. Cuando se enfrió la corteza, las estructuras frágiles causadas por extensión penetraron más y los magmas primitivos con xenolitos del manto y sin contaminar llegaron rápidamente a la superficie.

Las rocas intraplaca más bajo-saturadas en sílice ocurren en Ventura-Espíritu Santo (SLP). Asumiendo fuentes similares, compuestas por lherzolita de granate, la diferencia entre las nefelinitas de Ventura-Espíritu Santo y las hawaianas de Santo Domingo (SLP) puede explicarse por un grado de fusión mayor para las segundas. Las rocas intraplaca más evolucionadas son las panteleritas y comenditas de Sonora, así como traquitas del Pinacate (Son), Palomas (Chih) y Aldama (Tamps). Desgraciadamente se sabe poco de ellas. En la Planicie Costera del Golfo son relativamente comunes los ejemplos de rocas altamente diferenciadas y las evidencias de extensión sin-volcánica son, comparativamente con Cuencas y Sierras, escasas o ausentes. Las rocas primitivas de San Quintín (BC) tienen características que sugieren fusión parcial progresiva a presiones

relativamente bajas dentro del manto. La geotermometría/geobarometría en los xenolitos del manto de San Quintín indican P-T de equilibrio más bajas que en el centro de México.

En muchos campos volcánicos hay rocas máficas sin alterar con hy normativa que son contemporáneas con rocas alcalinas. Se cree que esto se debe a componentes heredados de la subducción del Terciario Medio que pudieron persistir en el manto y contribuir periódicamente a la formación de los magmas intraplaca.

GEOQP-15

EL VULCANISMO ALCALINO SÓDICO DEL PLEISTOCENO INFERIOR EN EL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, SONORA, MÉXICO : UNA SERIE DE DIFERENCIACIÓN CONTINUA DE BASALTO A TRAQUITA

Paz Moreno Francisco Abraham¹, Demant Alain² y Ortega Rivera Amabel³

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora

² Laboratoire de Pérologie Magmatique, Université Aix-Marseille III, Marseille, France

³ Centro de Geociencias, UNAM
paz@geologia.uson.mx

El Campo volcánico El Pinacate (CVP) está localizado en el extremo septentrional del Golfo de California, próximo al límite transforme de la placa de Norte América. Está compuesto de aprox. 450 conos, maares y flujos de lava asociados, que cubren una superficie de c.a. 1500 km².

El arreglo morfológico del Escudo Pinacate está determinado por la construcción de un edificio volcánico central, a principios del Cuaternario, actualmente cubierto en parte por las series volcánicas más jóvenes. Un cuerpo masivo de traquita de varias centenas de metros de potencia que se proyecta hasta cerca de la cima, parece ser el remanente de la parte central de este edificio volcánico, el cual evolucionó desde basalto a traquita. En contraste, las lavas más jóvenes presentan composiciones muy restringidas y poco diferenciadas: de basaltos a hawaianas, y su estilo de emplazamiento es de pequeños conos monogenéticos dispersos.

En este estudio se presentan los resultados mineralógicos, geoquímicos y geocronológicos de la serie continua de diferenciación del edificio volcánico central:

basalto-hawaíta-mugearita-benmoreíta-traquita.

Cuatro nuevas fechas de las lavas lo restringen al Pleistoceno Inferior, 40Ar/39Ar [0.78 – 1.1 Ma]. El rango composicional en SiO₂ varía de [45.33 – 60.78 %]. Son lavas ricas en plagioclasa de los tipos labradorita-andesina que están presentes en toda la serie ; en los términos más diferenciados aparece el feldespato alcalino y siempre es sódico. El piroxeno de tipo augita domina en toda la serie y se enriquece en Fe con la diferenciación. La nefelina normativa está presente en toda la serie al igual que el olivino modal que varía a fayalita en las traquitas. Se trata de rocas de afinidad alcalina sódica con un bajo grado de subsaturación en sílice. El conjunto de características mineralógicas y químicas de estas lavas están a favor de un proceso de diferenciación por cristalización fraccionada.

Las lavas cuaternarias del Campo volcánico El Pinacate son típicas de un ambiente de intraplaca continental con características geoquímicas de tipo OIB.

GEOQP-16

XENOLITOS DEL MANTO Y SUS MAGMAS PORTADORES EN LA PROVINCIA ALCALINA ORIENTAL

Ramirez Fernandez Juan Alonso¹, Treviño Cázares Adalberto¹, Velasco Tapia Fernando¹, Anguita Virella Francisco² y Rodríguez Saavedra Pedro¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Universidad Complutense, España
juanaram@ccr.dsi.uanl.mx

En la periferia de la Sierra de San Carlos-Cruillas y de la Sierra de Tamaulipas (Provincia Alcalina Oriental Mexicana, NE de México), magmas alcalinos transportaron a la superficie xenolitos ultramáficos. La mayoría de los magmas son máficos (basaltos, basanitas, traquibasaltos, fonotefritas) y con características de magmas primarios generados en zonas subcontinentales ($\text{SiO}_2 = 42\text{-}48\%$, $\text{MgO} = 6\text{-}11\%$, $\text{Mg\#} = 59.2\text{-}69.1$). Sus patrones normalizados a MORB son similares a los de magmas máficos relacionados a ambientes extensionales. El enriquecimiento de las REE ligeras ($[\text{La/Yb}]_N = 10.8\text{-}27.1$; relaciones normalizadas a condritas) en estos magmas y su comportamiento en diagramas de discriminación de elementos relativamente inmóviles, confirman esta hipótesis. De acuerdo a modelados de fusión parcial usando las REE, la fuente de estos magmas máficos debe situarse en la zona de estabilidad del granate o bien en la transición espinela-granate. Por otra parte, fonolitas y tefrifonolitas peralcalinas también son portadoras de xenolitos. Los diagramas multielementos normalizados al MORB de estos magmas evolucionados, se caracterizan por el enriquecimiento de elementos altamente incompatibles (p. ej. Rb, Sr, Ba) y por anomalías positivas de elementos HFS. Los xenolitos son predominantemente lherzolitas de espinela, harzburgitas, dunitas, websteritas y wherlitas protogranulares. Algunas muestras presentan texturas transicionales y porfiroclásticas. Este hecho indica que las zonas muestreadas del Manto son relativamente estables. La mineralogía observada (olivino + ortopiroxeno + clinopiroxeno  espinela) es típica para nódulos sin alteración. Sin embargo, pequeños cristales de granate con estructuras en desequilibrio se han observado en una única muestra. Las composiciones del núcleo y del borde de los olivinos varían entre Fo88 y Fo94. Los piroxenos son En90-93 (ortopiroxenos) y En42-29Fs5-20Wo45-48 (clinopiroxenos). Espinelas cromíferas tienen las siguientes relaciones: $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe} + 2) = 0.76\text{-}0.83$ y $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al}) = 0.10\text{-}0.25$. Las temperaturas calculadas para los xenolitos varían entre los 850 y los 1170 °C, de acuerdo a diferentes geotermómetros. Aproximaciones de las presiones de equilibrio, de acuerdo a consideraciones mineralógicas, indican valores entre 10 y 25 kbar. Con la información disponible es posible considerar que los magmas máficos se generaron dentro del dominio espinela-granate en el Manto Litosférico, con poca interacción con las rocas encajonantes. Los nódulos ultramáficos fueron probablemente muestreados durante el ascenso de los magmas arriba de su región fuente. En contraste, las características geoquímicas de las rocas fonolíticas y sus xenolitos alterados del Manto, revelan que estos magmas no se pueden generar por fusión directa del Manto. La petrogénesis de los magmas peralcalinos puede ser explicada por un modelo en dos etapas: (1) Fusión parcial de un Manto metasomatizado, que produjo un magma alcalino enriquecido en elementos LIL y HFS, y (2) la subsecuente cristalización fraccionada de este Magma a altas presiones produciendo las fonolitas. El ascenso y erupción de los magmas máficos y evolucionados se facilitó por el régimen extensional laramídico en el Terciario que actuó en el NE de México.

GEOQP-17

AN EMPIRICAL CALIBRATION FOR 4HE QUANTIFICATION IN MINERALS AND ROCKS BY LASER FUSION AND NOBLE GAS MASS SPECTROMETRY USING CERRO DE MERCADO (DURANGO, MEXICO) FLUORAPATITE AS A STANDARD

Solé Viñas Jesús y Pi Puig Teresa
Instituto de Geología, UNAM
jsolé@geologia.unam.mx

The determination of helium (4He) concentration in minerals and rocks is an important issue for (U-Th)/He geochronology and also for geochemical modelling. Helium is a noble gas that can be separated conveniently by high vacuum procedures or gas chromatography. Although the latter method has been used extensively for gas and water analyses, the concentration of He in solid matter is generally too low for quantification or even detection without sensitive mass spectrometry. During the last few years, 4He has been measured extensively in several minerals used in geochronology. The usual method of quantification is isotope dilution, using a pure 3He spike. This is a good and accurate method and can be used to make absolute quantifications, but the delivery tank and pipette must be well calibrated. Moreover, the determination of the 3He/4He isotopic ratio suffers from the great mass discrimination that is found in electron bombardment sources at such low masses. Accuracies and/or precisions of 1-2% using isotope dilution for helium are reported, although a figure of 3% is now used as standard error in some well established laboratories.

We applied an alternative method, based on an empirical calibration with a known standard. This method proved to be reliable and simple. The procedure is based on the fusion of several aliquots of the fluorapatite from Cerro de Mercado (Durango, Mexico), with a well-spaced weight distribution in order to obtain a good correlation in coordinates of 4He peak height vs. fluorapatite weight. The weight is then converted to moles using the accepted mineral age (31.4 Ma) and appropriate formula. Experimental peak height of 4He for the unknown samples are converted to moles with the regression determined for fluorapatite. The procedure is fast and inexpensive, and both precision and accuracy are always below 10% and usually about 3-5%. This method has been applied with success in (U-Th)/He geochronology.

GEOQP-18 CARTEL

CALIDAD DEL BLANCO ANALÍTICO DEL PLOMO EN EL LABQUP, LUGIS, IGL, UNAM

Morales Puente Pedro, Lounejeva Elena y Solari Lovati Luigi
Instituto de Geología, UNAM
mopuente@servidor.unam.mx

El Laboratorio limpio de Química Analítica Ultra Pura (LABQUP), recién puesto en marcha en el Instituto de Geología de la UNAM, es el segundo laboratorio limpio de preparación de muestras del Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS). Inicialmente, la calidad del aire del LABQUP fue evaluada como satisfactoria para las tareas de química analítica pura por medio de conteo de partículas (clase 1000-100). En este trabajo presentamos los primeros resultados de evaluación del blanco analítico del plomo de los reactivos primarios del laboratorio, específicamente, del agua

desionizada y de los productos de destilación hermética de ácidos grado analítico realizada en el mismo laboratorio a temperatura de sub-ebullición.

El plomo es el elemento más susceptible al ambiente urbano en virtud de la contaminación del aire causadas por diversas industrias y tráfico vehicular. Por esta razón el plomo puede ser considerado el elemento crítico para el control de ambientes limpios en los cuales se procesan muestras geológicas para el análisis de elementos traza y sus relaciones isotópicas, en especial para la cuantificación de este elemento a nivel traza.

Para evaluar el blanco analítico del plomo en el laboratorio, las muestras de cada reactivo primario (unos 5 ml del reactivo concentrado, a las cuales se les añadió como trazador una solución de plomo $^{208}\text{Pb}/^{235}\text{U}$) fueron expuestas en vasos de precipitado de teflón al ambiente del laboratorio por un tiempo superior al requerido para un procedimiento de química (16 h) y se evaporaron en el mismo laboratorio.

El análisis cuantitativo mediante ID-TIMS con el equipo Finnigan MAT 262 en el mismo LUGIS arrojó los siguientes resultados. La concentración de 1.1 ± 0.2 (n=2) pg/ml de plomo corresponde a las muestras del agua grado I (equipo MQ) expuestas al ambiente de las áreas limpias del LABQUP reservadas para química analítica del plomo. En otras zonas limpias clase 100 del laboratorio la contribución del plomo no ha excedido los 4.6 pg/ml. El blanco del plomo en ácido clorhídrico destilado tres veces resultó ser igual a 2.6 pg/ml, en ácido fluorhídrico bi-destilado 1.6 pg/ml y en ácido nítrico tri-destilado 24 pg/ml, valores comparables con los blancos de los ácidos destilados anteriormente en el mismo LUGIS cuatro o cinco veces.

Los resultados obtenidos superaron las expectativas y confirmaron el potencial del LABQUP para el procedimiento de muestras geológicas destinadas a la cuantificación de plomo y sus relaciones isotópicas. Así mismo, se espera reducir aun más el blanco analítico del plomo mediante instalación de una campana adicional equipada con filtro absoluto ULPA de flujo laminar y afinando los detalles de la destilación de reactivos primarios y de los procedimientos químico-analíticos.

GEOQP-19 CARTEL

SR, ND AND PB COMPOSITION OF THE XENOLITHS IN THE PUENTE NEGRO INTRUSION, PUEBLA, MEXICO, AND THE RELEVANCE TO THE PETROGENESIS OF THE TERTIARY VOLCANIC ROCKS IN WESTERN OAXACA

Martiny Barbara, Ortega Gutiérrez Fernando, Morán Zenteno Dante J. y Solé Viñas Jesús
Instituto de Geología, UNAM
martiny@servidor.unam.mx

The Puente Negro intrusion is an andesitic subvolcanic body, hosting abundant xenocrysts and xenoliths, with an apparent K-Ar age of 22 Ma in hornblende and plagioclase that is emplaced in the Esperanza Granitoids of the Acatlán Complex. The importance of the Puente Negro intrusion is that up to now it is the only volcanic body known in southern Mexico with high-grade crustal and ultramafic xenoliths. We report here the Sr, Nd and Pb isotopic compositions of the Puente Negro intrusion and four xenoliths enclosed in this igneous body that include two felsic gneisses, a garnetiferous felsic gneiss, and a more uncommon hornblende pyroxenite. The present-

day $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of the three gneissic xenoliths range from 0.7145 to 0.715 and the pyroxenite is slightly less radiogenic with a ratio of 0.711. The measured Epsilon Nd values of the gneisses vary from -11.2 to -8.6 and the pyroxenite has a value of -3.9. The andesitic intrusion that hosts these xenoliths has measured $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios and Epsilon Nd values of 0.7063 and -2.6, respectively. Present-day Pb isotopic determinations for whole rock samples of the intrusion are $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.846$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.637$ and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.759$. The garnetiferous felsic gneiss xenolith displays Pb ratios of 18.808, 15.650 and 38.790, and are similar to those of the two felsic gneisses (18.878, 15.677, 38.937; 18.824, 15.672, 38.909). The hornblende pyroxenite is slightly more radiogenic (19.011, 15.683, 39.001).

The composition of these xenoliths provides insight on the petrogenesis of the Tertiary magmas in this region and in particular, of the late Eocene-early Oligocene intermediate lava flows and hypabyssal rocks of western Oaxaca. The Sr, Nd and Pb composition of the western Oaxaca volcanic rocks displays a narrow distribution. The Pb isotope ratios of feldspars and whole rock samples of the volcanic rocks in western Oaxaca form a tight array mostly below the average crust evolution curve of Stacey and Kramers and are slightly less radiogenic than the Puente Negro intrusion. In a $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram the data points corresponding to the western Oaxaca samples appear to form a steep mixing trend between a mantle component and a ^{207}Pb -rich component. To investigate an appropriate ^{207}Pb -rich component, isotopic compositions were obtained for the basement rocks in this region (Acatlán and Oaxaca complexes). The composition of the Oaxaca Complex data suggests that these rocks were not involved in the evolution of the Oligocene volcanic rocks, although it is possible that the Acatlán Complex could have been assimilated to some degree. The data corresponding to the Pb isotopic composition of the Puente Negro xenoliths are aligned with the Oligocene volcanic rock mixing trend, suggesting that the xenoliths might represent the ^{207}Pb -rich component assimilated by the Oligocene rocks.

GEOQP-20 CARTEL

ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE DIGESTIÓN PARA EL ANÁLISIS DE METALES EN JALES MINEROS

Ceniceros Bombela Nora, Armienta Hernández Ma. Aurora,
Cruz Ronquillo Olivia y Aguayo Ríos Alejandra
Instituto de Geofísica, UNAM
nora@igeofcu.unam.mx

La actividad minera ha sido una de las principales fuentes de contaminación por metales tóxicos a lo largo de decenas a cientos de años. Los desechos provenientes de la extracción y procesamiento de los minerales han dado lugar a la acumulación de grandes pilas de residuos que pueden arrojar al ambiente metales que contaminen el suelo y las aguas superficiales y subterráneas, y acumularse en las plantas y los tejidos orgánicos. De aquí la importancia de la determinación de estos metales en los residuos del procesamiento de minerales, como los jales mineros.

El análisis de los metales pesados en jales requiere de un adecuado procedimiento de digestión ácida a fin de tener la totalidad de los mismos disponibles en solución. El utilizar un tipo específico de digestión depende de la composición de la muestra, lo que hace muy difícil a priori predecir cual será el método más apropiado. Con

el fin de determinar el procedimiento más adecuado para el análisis de muestras específicas deben ensayarse distintas técnicas de digestión a fin de establecer la que sea más rápida, simple y confiable.

En este trabajo describimos los resultados obtenidos con 2 técnicas de digestión multielementales; 1) el método EPA SW 846 3050B y 2) el método SCL.

Se analizaron por triplicado las concentraciones Cu, Zn, Fe, Pb, Cr, Ni y Cd por EAA, y de As por EAA acoplado a Generador de Hidruros, en el material de referencia RTS-4.

Las dos técnicas utilizan matrices basadas en una mezcla de HNO₃ y HCl que son los mejores medios ácidos para disolver muchos metales. A diferencia del método SLC, el método EPA SW 846 3050B utiliza H₂O₂ durante el proceso y las determinaciones se realizan en un único filtrado resultante referido como filtrado primario. En el método SLC se obtiene un filtrado primario y un filtrado secundario que resultan de la digestión de la muestra y de la digestión del papel por donde pasó el primer filtrado.

Ambas técnicas resultaron satisfactorias para el recobro de la mayoría de los elementos, encontrándose algunas variaciones entre ellas.

GEOQP-21 CARTEL

ESPECIACIÓN DE METALES TRAZA EN AGUA INTERSTICIAL DE SEDIMENTOS HIDROTÉRMICOS EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA

Morales Villafuerte Maribel¹ y Ortega Osorio Alejandro²

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² Instituto Mexicano del Petróleo
maribelmorales@correo.unam.mx

Trece núcleos de sedimento (25 cm de longitud máxima) fueron colectados en la depresión sur de la Cuenca de Guaymas en marzo del 2003, a través de muestreo directo con el ROV Tiburon perteneciente a MBARI. Los núcleos se seccionaron cada 2.5 cm y una alícuota de cada sección se centrifugó a 16 000 rpm con el fin de extraer el agua intersticial de los sedimentos y determinar la concentración total de Fe, Mn, Cu, Pb y Zn mediante espectrometría de absorción atómica con inyección directa de la muestra. De acuerdo con las características físicas de los sedimentos, en el área de muestreo se identificaron cuatro sitios diferentes, el primero corresponde a un núcleo colectado lejos del campo de ventilas hidrotermales, considerado como núcleo de referencia. El segundo sitio se caracteriza por bajas temperaturas en los sedimentos (4.2-80° C) y tres núcleos completamente saturados con hidrocarburos. En el tercer sitio se observa la precipitación de sulfuros en los sedimentos y registros de temperatura más elevados (4-116° C) que en la zona anterior. En el último, se aprecia la formación de montículos y la precipitación de carbonatos en la superficie. Con el propósito de establecer las especies metálicas predominantes y su concentración en el agua intersticial, se realizó la modelación teórica del equilibrio de los metales con ayuda del programa EQBRM, que calcula las concentraciones y coeficientes de actividad de especies en solución, y aprovechando datos experimentales de la concentración total de cada metal, cloro total, azufre total y registros de pH, además se utilizó también el programa SUPCRT92 para calcular algunas constantes de equilibrio. Bajo las condiciones existentes en la Cuenca de Guaymas, se encontró que los cinco metales forman complejos con el ión cloruro, aunque el hierro, el plomo y el zinc están presentes

principalmente como hidrox-complejos, el manganeso como ion libre y el cobre formando CuHS. El pH es un factor determinante para la formación de estas especies metálicas, ya que cuando éste disminuye predominan los complejos clorados y a medida que aumenta son más importantes los complejos con el ión hidroxilo. Los resultados obtenidos concuerdan con la regla de Pearson de ácidos y bases, ya que iones de metales ácidos blandos, como el Cu⁺, prefieren reaccionar con ligandos básicos también blandos, como el ión bisulfuro y iones metálicos intermedios, como Fe²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ y Pb²⁺, prefieren al agua, al ión cloruro o al hidroxilo. El conocimiento de las especies de un metal que existen en solución acuosa y de su concentración permite saber en que condiciones fisicoquímicas se deposita o no un mineral, su biodisponibilidad y su toxicidad, así como los procesos geoquímicos que sufre y en consecuencia tratar de explicar su distribución en la columna sedimentaria.

GEOQP-22 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA, MINERALÓGICA Y PETROGRÁFICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EMPLEADOS PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

Chávez García Hugo Luis¹, Martínez Molina Wilfrido², Ostroumov Mikhail¹, Alonso Guzmán Elia Mercedes², Rubio José Carlos³ y Chávez Valencia Luis Elias³

¹ Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

² Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH

³ CINVESTAV, Queretaro

hugo_luis9@yahoo.com.mx

El concreto hidráulico es el material elaborado más utilizado en la construcción de obra civil, anualmente se consumen miles de toneladas de este compuesto tanto para la construcción de obras civiles pequeñas, como lo son las casas habitación, como para la construcción de infraestructura como presas, autopistas, túneles, edificios.

Es sabido que la resistencia mecánica del concreto es afectada tanto por el procedimiento constructivo como por los elementos constituyentes del concreto hidráulico.

En este trabajo se ha estudiado concreto hidráulico con agregados pétreos, desde el punto de vista mineralógico y geoquímica, de bancos locales, teniendo como objetivo principal el de incrementar la resistencia mecánica del concreto en función de la elección de los agregados pétreos, caracterizándolos con técnicas como Microscopía Óptica, Microscopía Electrónica de Barrido, Difracción y Fluorescencia de Rayos x, y con los resultados de estas técnicas así como con los resultados de las pruebas físicas y mecánicas del concreto, llegar a una mejor comprensión de su comportamiento bajo las solicitaciones requeridas.

En nuestro caso el concreto hidráulico fue adicionado con ceniza volcánica, esta ceniza se mezcló con arena en diferentes proporciones con la finalidad de aumentar la trabajabilidad del mismo, sin afectar de manera significativa las demás propiedades del concreto, ya que la trabajabilidad y la resistencia son las dos cosas más importantes que un ingeniero busca en un concreto hidráulico.

Las proporciones con las que se trabajó son 100%-0%, 80%-20%, 70%-30% y 50%-50%, estas proporciones son en peso; la primer cantidad nos indica el porcentaje de arena empleado y la

segunda cantidad indica el porcentaje de ceniza volcánica empleado en peso; la cantidad de agregado grueso empleada fue la dictada por el diseño del concreto hidráulico, según el American Concrete Institute.

Los bancos de material pétreo estudiados son Joyitas, constituido de manera general por minerales a base de feldespatos; y Tribasa, el cual esta constituido, de manera general, por minerales a base de basalto, con tratamiento reductor de partículas. Esto fue que posible saber gracias a la Microscopía Óptica de luz transmitida y fue confirmado de manera más precisa con Difracción y Fluorescencia de Rx, con las cuales además fue posible conocer la especie mineralógica presente.

Se elaboraron especímenes de concreto con arena y grava de Joyitas, además de la ceniza volcánica. Para el primer caso estos fueron evaluados según los estándares de la ASTM. En el segundo caso se elaboraron especímenes con arena de Joyitas y grava de Tribasa, además de la ceniza volcánica, y al igual que en el primer caso, estos especímenes fueron evaluados según los estándares de la ASTM. El cemento empleado en ambos casos fue CPP 30R.

Esquirlas de los especímenes fueron sometidos a un análisis de Microscopía Electrónica de Barrido para conocer la morfología tanto de la lechada de cemento, como de los agregados pétreos empleados, haciendo microanálisis.

GEOQP-23 CARTEL

GEOQUÍMICA DE LOS SUBLIMADOS DE LAS FUMAROLAS DE ALTA TEMPERATURA DEL VOLCÁN COLIMA

González Hernández Galia¹, Taran Sobol Yuri¹, Lounejeva Elena², Hernández Alvarez Elizabeth¹ y Morton Bermea Ofelia¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM
gglezh@hotmail.com

El volcán Colima es el más activo de México. Antes de la erupción de 1998-1999 fumarolas de alta temperatura, de hasta 830°C, surgieron en el cráter del volcán a una elevación de 3900 m. Los gases volcánicos del Colima son altamente oxidados debido a su mezcla con el aire dentro del edificio volcánico. Esto nos da la oportunidad poco común de estudiar el transporte de los elementos traza por los gases volcánicos con alta fugacidad de oxígeno. La composición de los gases del Colima es típica de los volcanes de las zonas de subducción, pero todas las especies reducidas son reemplazadas por otras oxidadas, a diferencia de otros volcanes, que presentan también fumarolas de alta temperatura.

El empleo de la Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) permitió el estudio de la geoquímica de los precipitados depositados dentro de los tubos de sílice insertados en dos fumarolas de alta temperatura (600 y 800°C) del volcán Colima. En este trabajo se presentará el comportamiento de los elementos traza de los sublimados del Colima a lo largo del gradiente térmico y se hará una comparación con la geoquímica de los sublimados de otros volcanes.

GEOQP-24 CARTEL

THE MAGDALENA METAMORPHIC CORE COMPLEX: PETROLOGICAL CHARACTERISTICS AND CHRONOLOGICAL TECTONIC EVOLUTION

Herrera Urbina Saul¹, Ortega Rivera Amabel² y Cochemé Jean Jacques³

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Université D'Aix Marseille III, France
sherrera@geologia.uson.mx

The Magdalena Metamorphic Core Complex (MMCC) is located in north central Sonora, Mexico. It is the result of the well known pre-Basin and Range Tertiary regional extension episode.

We present new petrological, geochemical and geochronological data, of the lower plate of the MMCC, in order to know the type and facies of metamorphism, to estimate the peak (T, P) metamorphic conditions, and to contribute to the knowledge of its chronological tectonic evolution. The lower plate of the MMCC is constituted by a meta-volcano-sedimentary sequence, which is intruded by very abundant syntectonic, peraluminous, mylonitic garnet leucogranite sills and laccolites, with minor dykes. Its protholite is an Early to Middle Jurassic volcano-sedimentary arc assemblage. The leucogranites have an Early to Middle Eocene deduced emplacement age. Their preliminary major elements chemistry (ASI/SiO₂ diagram) reveals that they are more probably I-type granites, derived from crustal anatexis. The diagram Rb/(Y+Nb) shows that they have a volcanic arc tectonic setting.

The paragenesis analysis allows the metamorphism characterization: a low pressure type (series andalusite-sillimanite), with greenschists to upper amphibolite facies. The geothermobarometric study in a higher grade garnet + plagioclase + sillimanite micaschist and two higher grade amphibole + diopside + plagioclase calc-silicate gneisses, shows the maximum (T, P) metamorphic conditions : an average pressure of 3.8 kb, with an average temperature of 659 °C for the micaschists and of 681 °C for the calc-silicate gneisses. The average pressure corresponds to an average depth of 14.3 km, for the Eocene-Oligocene, considering a granitic crust.

We propose a new chronological history for the MMCC, supported on pre-existing K/Ar ages on volcanic rocks of the upper plate, three 40Ar/39Ar plateau ages, and on nine additional 40Ar/39Ar plateau ages from this study. All the 40Ar/39Ar ages belong to metamorphic rocks of lower plate. Two ages on amphibole from mylonitic calc-silicate gneisses, vary from 42.67 ± 0.62 to 39.07 ± 0.56 Ma ; three ages on muscovite, four ages on biotite and two ages on plagioclase vary from 29.1 ± 0.20 to 25.23 ± 0.32 Ma ; one age on biotite gives 16.51 ± 0.66 Ma.

The proposed chronological history is as follows: the mylonitic deformation in deeper levels began in the Early or Middle Eocene (> 42 Ma) and a little before the beginning of emplacement of the leucogranites (Early-Middle Eocene); it continues until the Late Oligocene or Early Miocene (< 25 Ma). In the Early Oligocene, the detachment faulting (brittle deformation) began on surface (indicated by the volcanic activity) ; this faulting, which was very intense in the Early Miocene (indicated by synextensional basins), continues until the Early-Middle Miocene (± 16 Ma), and it was the principal event responsible for the unroofing and rising to the surface of the mylonitic

levels in the Early Miocene, with brittle deformation of these levels. Intense folding and boudinage was developed in the Oligocene-Early Miocene. Finally, in the Middle Miocene (< 16 Ma), the Basin and Range faulting began, which produces the different domains of the MMCC.

GEOQP-25 CARTEL

GEOQUÍMICA Y MICROANÁLISIS (EPMA) DE SOLUCIÓN SÓLIDA MAGNETITA – ILMENITA EN GRANITOIDES: IMPLICACIONES GEOTERMOMÉTRICAS

Flores Castro Kinardo, Ortiz Hernández Luis Enrique, Altrin Sam J.S. Armstrong, Ramírez Cardona Màrius y Acevedo Sandoval Otilio Arturo
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
floresk@uaeh.reduaeh.mx

El presente trabajo aporta resultados analíticos obtenidos con microsonda electrónica (EPMA) a solución sólida de magnetita – ilmenita. Las fases minerales están incluidas en granitoides de tendencia calcoalcalina alta en potasio, cuyos litotipos varían de granodiorita a cuarzdiorita.

Los análisis por EPMA se integraron con los de roca total, con el fin de estimar un geotermómetro de fases minerales de alta temperatura de cristalización.

La cuarzomonzodiorita (litotipo predominante), aflora al noroccidente del Estado de Hidalgo y presenta hasta un siete por ciento en peso de minerales opacos, predominando la asociación magnetita - ilmenita. La alta concentración de estas fases minerales en solución sólida, permitió clasificar a estos granitoides dentro de las series de la magnetita, según la nomenclatura de Ishihara (1977).

El microanálisis practicado a la ilmenita de diversos litotipos graníticos, presenta una importante variación en la concentración del manganeso en su estructura (1 a 22 % en peso), indicando adicionalmente la presencia de pirofanita (MnTiO₃) en solución sólida con las fases minerales anteriores.

Los resultados obtenidos permitirán hacer inferencias acerca de la geotermometría de los óxidos de Fe-Ti y sus aplicaciones petrogenéticas.

GEOQP-26 CARTEL

ESTADO ACTUAL DEL LABORATORIO DE GEOCRONOLGIA DEL CICESE

López Martínez Margarita¹, de Basabe Delgado Jonás², García García Miguel Angel¹ y Gradilla Martínez Luis Carlos¹

¹ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

² Computational and Applied Mathematics Program, University of Texas at Austin, USA
marlopez@cicese.mx

Con la adquisición del espectrómetro de masas VG5400® de Micromass ha sido posible la puesta en marcha de fechamiento por ⁴⁰Ar-³⁹Ar de monogranos de mineral utilizando como sistema de calentamiento un rayo láser de argón.

Se han analizado biotitas y muscovitas de edad Jurásica así como fragmentos de basalto Cuaternarios. Como monitor de irradiación se utiliza el sanidino TCR-2 de 27.87 +/- 0.04 Ma preparado por M.

Lanphere del USGS. Los resultados del sanidino TCR-2 son consistentes con los resultados obtenidos con el estándar interno biotita CATAV 7-4, tanto en fusiones de monogranos en el espectrómetro VG5400® como los resultados obtenidos en muestras multigrano analizadas en el espectrómetro MS-10.

Los experimentos se realizan en fusiones de 1-paso así como por calentamiento en etapas. Rutinariamente se analizan muestras de composición atmosférica para corregir por discriminación. Se utiliza regularmente el multiplicador para medir todos los isótopos de argón, pues se han observado diferencias notables al utilizar el detector Faraday para cuantificar la masa 40.

La sensibilidad del espectrómetro VG5400® permite realizar experimentos hasta antes innaccesibles para el espectrómetro MS-10. Además de los experimentos tradicionales de calentamiento por pasos en monogranos de mineral, también se han realizado estudios de proveniencia con muscovitas Triásicas. Los resultados obtenidos son consistentes y reproducibles.

GEOQP-27 CARTEL

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES Y MENORES EN MUESTRAS GEOLÓGICAS, UTILIZANDO UN SISTEMA DE ABLACIÓN LÁSER LSX-500-ICP-OES

Figueroa Salguero Germán y Meza Figueroa Diana
Depto. de Geología, Universidad de Sonora
german@geologia.uson.mx

Las muestras que se analizan utilizando la espectrofotometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) requieren ser tratadas químicamente para su disolución; una alternativa para la introducción de muestras sólidas es el uso de sistemas de ablación láser. La mayoría de los trabajos publicados utilizan el acoplamiento de sistemas de ablación láser a ICP-MS. La preparación de muestras geológicas para su análisis global requiere la fusión y presentación de la muestra como un vidrio. Los fundentes comunes utilizados contienen cantidades de elementos traza que afectan el análisis a partir de ICP-MS, debido principalmente a la sensibilidad de la técnica, interferencias matriciales y sus bajos límites de detección.

Para el presente trabajo se utilizó un sistema de ablación láser CETAC LSX-500 UV Nd:YAG 266 nm, acoplado a un ICP-OES DV simultáneo, Perkin-Elmer 4200. Se presentan los parámetros optimizados para la estabilización de señales emitidas por elementos mayores y traza a variables condiciones de energía del láser, volumen de muestra vaporizada, tamaño del láser y desenfoco. El tamaño óptimo determinado para el láser es de 200 µm, con 20 réplicas por elemento por muestra, nivel de energía del láser de 65%, repetición de pulso de 20 Hz y tiempo de retraso entre el ICP-OES y el disparo del láser de 27 seg.

Se reportan resultados obtenidos a partir del análisis de los estándares certificados de roca total preparados como vidrios utilizando una mezcla de metaborato (50%) y tetraborato (50%) de litio en crisoles de platino con oro. Se utilizó un hornillo Fluxy para la fusión con lo cual se obtiene la máxima homogeneización de la muestra. Se generaron curvas de calibración con coeficientes de correlación superiores al 0.998 y porcentajes de recuperación superiores al 90% para la mayoría de los elementos mayores reportados en porcentaje en peso.

GEOQP-28 CARTEL

PROCESOS DE SEPARACIÓN QUÍMICA PARA SR, SM Y ND: DOWEX VS SPEC

Solis Pichardo Gabriela¹, Morales Contreras Juan², Hernández Treviño Teodoro² y Hernández Bernal María del Sol³

¹ LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM

gsolis@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Para poder utilizar a los isótopos radiogénicos como trazadores petrogenéticos o con fines de fechamiento, es necesario medirlos en un espectrómetro de masas. Sin embargo, al introducir los elementos de interés al espectrómetro, es indispensable que ya se encuentren lo más limpios posibles de interferencias con otros elementos. Para lograr ésto, se requiere de una previa separación química del elemento a analizarse.

En el LUGIS se realiza la tradicional separación de K, Rb, Sr y Tierras Raras en columnas de intercambio iónico. La columna es de cuarzo con una altura de aproximadamente 30 cm, un diámetro interior de 1.0 cm, y 16 cm de altura de relleno con resina catiónica tipo Dowex 50Wx8 (mesh 200-400). El ácido utilizado es 2N y 6N HCl, con un volumen total de 360 ml por cada muestra. La separación de Sm y Nd se lleva a cabo también en columnas de cuarzo, pero de dimensiones menores: diámetro interior de 0.7 cm y 7 cm de relleno. La substancia activa, ácido fosfórico bis (HDEHP), reviste el granulado de un polvo de teflón, sellado por encima y por abajo con una resina de intercambio iónico inactiva. El ácido usado es 0.18N y 0.4N HCl, utilizando un volumen total de 35 ml por cada muestra.

Debido a la gran cantidad de ácido necesaria para procesar cada muestra, el tiempo requerido para la separación (hasta 12 hrs) y el mantenimiento de estas columnas, las cuales tienen que permanecer húmedas constantemente, hemos probado resinas alternativas. El uso de las resinas tipo Spec en la separación de Sr, ha sido probado con éxito en varios laboratorios, incluyendo el LUGIS donde se usa rutinariamente. El material de las columnas es de teflón y sus dimensiones son de apenas 80 mm de alto, un radio interior de 4.5 mm, y 25 mm de altura de relleno de resina. El volumen de ácido utilizado es de 20 ml por muestra y se logran separaciones en menor tiempo. Sin embargo, hasta ahora no se ha extendido de igual manera, el uso de las resinas TRU Spec y Ln Spec las cuales sirven para separar primero las Tierras Raras como grupo, y posteriormente Sm de Nd.

Hasta el momento hemos calibrado columnas de teflón rellenas de estas resinas TRU y Ln Spec con diferentes ácidos (HCl y HNO₃) a diferentes concentraciones (6N, 2N, 8N, 3N) y volúmenes, utilizando estándares puros para identificar cualitativamente en lugar preciso donde se separan los elementos de interés. El paso siguiente es utilizar estándares de roca para determinar que durante la medición no se encuentren elementos que interfieran, exista reproducibilidad y principalmente cuantificar el porcentaje de recuperación.

De esta manera, se está evaluando si es viable continuar con el uso de estas resinas tipo Spec. Las ventajas que ofrecen son: disminución en la cantidad de ácido usado, el tiempo requerido en cada muestra procesada y el bajo mantenimiento requerido. La desventaja es su costo puesto que la resina es desechada en cada uso.

GEOQP-29 CARTEL

APLICACIÓN DE SIPVADE: UN MÉTODO OBJETIVO PARA LA EVALUACIÓN DE DATOS DE CONCENTRACIÓN EN NUEVE MATERIALES DE REFERENCIA GEOQUÍMICA DE LA COMISIÓN GEOLÓGICA DE JAPÓN

Altuzar Coello Patricia

Centro de Investigación en Energía, UNAM

peac@cie.unam.mx

Los Materiales de Referencia Geoquímica (MRG) han sido útiles en la Geoquímica Analítica, tanto en el proceso de calibración como en la estimación de la exactitud de distintos métodos analíticos. En Geoquímica Analítica resulta de gran importancia conocer las medidas de la tendencia central y de la dispersión de datos. Sin embargo, los datos de concentración (tendencia central) y de desviación estándar (dispersión) de los MRG, en general, no son los más confiables, debido a que han sido derivados a partir de un método estadístico de "dos desviaciones estándar" no-apto para ello(1). Este es el caso precisamente de los MRG provenientes de Japón, los cuales son objeto de este estudio.

SIPVADE(1), es un modelo de evaluación basado en la aplicación de dieciséis pruebas estadísticas, en bases de datos de concentración, para la detección y eliminación de valores desviados. El número y el tipo de pruebas aplicadas a cada uno de los elementos depende del número total de observaciones. Si k valores extremos de concentración fueron declarados desviados por cualquiera de las pruebas, se les elimina y el procedimiento completo se repite en forma secuencial hasta que ninguna observación desviada puede ser identificada.

En este trabajo, se evaluaron 10 Materiales de Referencia de rocas ígneas de la Comisión Geológica de Japón (GSJ). Las bases de datos se establecieron utilizando los datos individuales reportados en las compilaciones más recientes de la GSJ(2). Las bases de datos fueron procesadas mediante SIPVADE, a un nivel de confianza de 99%, para disminuir el riesgo de eliminar una observación válida como un valor desviado. De las distribuciones normales finales se calcularon nuevos valores de concentración promedio, nuevos valores de desviaciones estándar y otros parámetros estadísticos.

En base a los parámetros estadísticos obtenidos se confirma que el esquema estadístico aplicado (SIPVADE), representa un avance importante en el programa de control de calidad para el análisis de materiales de origen geoquímico. En consecuencia se propone forme parte del programa rutinario de calibración en el análisis de materiales de origen geoquímico.

GEOQP-30 CARTEL

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA INVERSA AL PROGRAMA GEOQUIMI, BASADO EN DOS, PARA IMPRIMIR LAS GRÁFICAS Y UTILIZARLO EN INFORMES INTERACTIVOS

Ruiz Violante Agustín

Instituto Mexicano del Petróleo

aruizv@imp.mx

En la presentación, realizada con multimedia y lenguajes de internet mostramos que navegar por dicho informe es lo mismo que hacerlo en la WWW. Como se muestra, puede visualizarse en cualquier PC que tenga un programa navegador para Internet. En este

tipo de presentaciones podemos dar "zoom" a las figuras, tanto a las que están en formato "raster", como a las que están en formato vectorial. Igualmente se pueden utilizar los lenguajes de internet para programar en tercera dimensión.

Hemos utilizado la programación multimedia para dar inicio a la presentación y para crear por medio de un "script" un CD autoarrancable. La ingeniería inversa, y algunos "plugins", los hemos usado para reutilizar programas antiguos basados en el viejo sistema operativo DOS (Sistema Operativo para Disco, DOS por sus sigla en inglés). Un ejemplo de esto es el programa "Geoquimi", propiedad de PEMEX y realizado para automatizar la obtención de las gráficas usadas en el análisis de Geoquímica Orgánica. Este programa se configuró para que diera salida de archivo ".dxf", formato reconocido por el programa "Autocad", con el fin de que pudieran imprimirse y visualizarse con "zoom", dichas gráficas, ya que como es un programa hecho en versión para sistema operativo DOS, las impresoras que pueden elegirse ya son obsoletas.

Sesión

Geología Estructural y Tectónica

Lunes 1 — Martes 2

Salón Juárez 1

GET-1

MAGMATISMO Y EXTENSIÓN CENOZOICOS EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL: GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE UNA GRANDE PROVINCIA ÍGNEA SILÍCICA EN EL OCASO DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA FARALLÓN

Ferrari Luca¹ y Valencia Moreno Martín²¹ Centro de Geociencias, UNAM² ERNO, Instituto de Geología, UNAM
luca@geociencias.unam.mx

Este trabajo pretende resumir el estado del conocimiento geológico sobre la Sierra Madre Occidental (SMO) y se realizó en respuesta a una invitación para el Centenario de la Sociedad Geológica Mexicana.

La geología de la SMO está dominada por conjuntos de rocas ígneas asociadas a diferentes episodios magmáticos, que resultaron de la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norte América: 1) rocas plutónicas y volcánicas de Cretácico Superior-Paleoceno; 2) rocas volcánicas andesíticas y, en menor medida, dacítico-riolíticas del Eoceno; 3) ignimbritas silícicas emplazadas en su mayoría en dos pulsos en el Oligoceno Temprano (32-28 Ma) y el Mioceno Temprano (24-20 Ma); 4) coladas basáltico-andesíticas extravasadas después de cada pulso ignimbritico (SCORBA); 5) coladas de basaltos alcalinos e ignimbritas emplazadas generalmente en la periferia de la SMO en diferentes episodios del Mioceno tardío, Plioceno y Cuaternario. Los productos de todos estos episodios magmáticos, parcialmente superpuestos entre sí, cubren a su vez un basamento heterogéneo pobremente expuesto del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico.

La tectónica Terciaria ha afectado significativamente la SMO. La tectónica extensional inició por lo menos en el Oligoceno en toda la mitad oriental de la SMO, provocando la formación de amplios graben en su flanco este. En el Mioceno temprano y medio la extensión afectó la mitad occidental de la SMO. Esta deformación fue mas intensa en Sonora (donde se llegó a la exhumación de corteza inferior (en los "core complexes") mientras en el resto de la SMO no rebasó el 30%. La extensión del Mioceno Superior se concentra en la franja costera del Golfo de California y está claramente relacionada con la apertura de este rift continental. Es importante notar que gran parte de la extensión se dio mientras la subducción de la placa Farallón todavía era activa.

A pesar de haber sido poco estudiada la SMO tiene una gran importancia científica y económica. El volcanismo silícico Terciario hace de la SMO una de las provincias ígneas silícicas más grande del mundo, y la más grande del Cenozoico. Los picos de volcanismo ignimbriticos de la SMO se consideran la causa de un evento paleoclimático global de enfriamiento ocurrido en el límite Eoceno-Oligoceno y de un evento de enfriamiento de menor duración en el Mioceno temprano. El conjunto de rocas magmáticas Cretácico-Paleogeno, es huésped de los depósitos de plata y cobre más grandes del planeta. Por otro lado este arco magmático pre-ignimbritico es una pieza fundamental para entender el mecanismo que dio origen a la orogenia Laramide que afectó al continente más al este. Hasta la fecha, no hay acuerdo sobre el mecanismo que produjo este gigantesco pulso magmático y, particularmente, sobre el papel de la corteza en la génesis del volcanismo silícico. Por otro lado, las causas de la extensión anterior al Mioceno tardío y su relación con la última fase de la subducción tampoco son completamente claras. En muchos sentidos se puede decir que la SMO sigue siendo una frontera geológica.

GET-2

EL MAPA GEOLÓGICO DE SONORA, ESCALA 1:1,000,000

González León Carlos M.¹, Valencia Moreno Martín¹, Noguez Alcántara Benito² y Salvatierra Domínguez Eduardo²¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM² Servicios Industriales Peñoles
cmgleon@servidor.unam.mx

Este trabajo presenta la primer versión del mapa geológico del Estado de Sonora, escala 1:1,000,000. Se trata de un trabajo mayormente de compilación que incluye la información geológica más actualizada, basada en trabajos publicados e incluyendo algunos en prensa. Una fuente muy importante de la información provino de la reciente cartografía geológica publicada por el Consejo de Recursos Minerales. Otra buena parte del trabajo se extrajo de artículos científicos, tesis profesionales, bases de datos generadas por los autores, así como trabajos y experiencias propias. En este mapa se refleja también, una buena dosis de interpretación, sobretodo en lo que se refiere a aspectos estructurales. El trabajo fue digitalizado en Autocad Map, con el fin de poder interactuar con sistemas de información geográfica. El mapa distingue 32 divisiones litológicas, sus principales unidades litoestratigráficas, sus edades, el ambiente de depósito que representan y los eventos tectónico asociados. Las rocas del basamento proterozoico se distinguen de acuerdo a su naturaleza metamórfica, ígnea o sedimentarias, y a sus respectivos terrenos tectónicos (Terrenos Caborca y Norteamérica). Las rocas paleozoicas se diferenciaron de acuerdo a su ambiente de depósito, como facies de plataforma y cuenca marina profunda; en otros casos, se consideran como rocas paleozoicas indiferenciadas. Para el Mesozoico, se reconocen por separado las rocas ígneas intrusivas, volcánicas y metamórficas del arco magmático triásico-jurásico continental, así como las unidades litoestratigráficas (grupos y formaciones), principalmente sedimentarias, del Triásico, Jurásico y Cretácico de las cuales se precisan sus edades y ambientes tectónicos. El arco magmático laramídico se reconoció por separado en su componente volcánico y volcanosedimentario y en los cuerpos intrusivos y batolíticos asociados. Se distingue por separado el volcanismo mayormente félsico de la Sierra Madre Occidental, sus domos riolíticos asociados, y a los granitos peraluminosos relacionados (y no relacionados) a los complejos con núcleos metamórficos ("metamorphic core complexes"). Del mismo modo, se distinguen los depósitos de relleno de cuencas sintectónicas asociadas a estos complejos. Se trataron de diferenciar los afloramientos de rocas asociadas con 1) el volcanismo oligo-mioceno bimodal (~27 a 18 Ma) que sobreyace al volcanismo félsico de la Sierra Madre Occidental, y que en los valles de Sonora se encuentra generalmente intercalado en la parte inferior de los rellenos clásticos de los valles producidos durante el evento distensivo "Basin and Range", localmente conocidos como la Formación Baucarit; al 2) volcanismo miocénico calcoalcalino (~23 y 12 Ma) expuesto en la región costera y asociado al llamado arco Circum-Golfo, el cual se incluyó como una sola unidad junto con el volcanismo de la provincia extensional (syn-rift) del Golfo de California y 3) por último, se diferenció al volcanismo basáltico plio-cuaternario. Los rellenos sedimentarios consolidados que afloran ampliamente en los valles y en partes de las regiones costeras del estado, que en general se reconocen como la Formación Báucarit del Mioceno, son presentados como una sola unidad junto a otros depósitos sedimentarios más jóvenes, mal consolidados y poco estudiados, que se presentan en los valles de Sonora.

GET-3

INTERPRETACION TECTONOESTRATIGRAFICA DE LA IMAGEN ORBITAL QUE CUBRE LA ESQUINA SUR-ESTE DE LA HOJA 1:100,000 "TRINCHERAS", 12R-B10, SONORA

Rodríguez Torres Rafael

Posgrado en Ciencias de la Tierra, ERNO, Instituto de Geología,
UNAM

rafael@geologia.uson.mx

Dentro de un proyecto de investigación el cual versa sobre la presencia de tectonosecuencias mesozoicas tempranas y medias en los alrededores de la Sierra del Tres de Mayo, se contemplo la factibilidad de aplicar la interpretación de imágenes orbitales para demostrar la continuidad de estas unidades tectonoestratigráficas y tambien, demostrar su correlación con otros eventos, ya sean locales o regionales.

Las unidades fisiográficas interpretadas (trabajo de reconocimiento e información disponible), la Sierra de Tres de Mayo (ó de Las Cruces) y la mayor parte de la Sierra de Santa Rosa se encuentran ocupando la casi totalidad de la mayor parte de la Hoja Sierrita Prieta (H12-A88), escala 1:50,000 y que constituye la esquina SE de esta hoja , a escala 1:100,000. Estas sierras se consideraban como constituidas por las siguientes unidades interpretativas:

- rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas, de edad proterozoica;
- rocas sedimentarias marinas, de edad paleozoica temprana;
- rocas sedimentarias, de varias edades mesozoicas y
- rocas volcánicas de edades cenozoicas.

Posteriormente a la interpretación de la imagen satelital se llevó a cabo un proceso de verificación en el campo, el cual ha permitido concluir con las siguientes correcciones:

Primera) La presencia de las rocas metamórficas proterozoicas es mucho mayor en el extremo austral de la Sierra de El Tres de Mayo, que la que se ha mostrado en los eventos cartográficos previos.

Segunda) La presencia de granitos mas viejos que los meso/ cenozoicos; los cuales no se ha había consignado en la misma Sierra de El Tres de Mayo.

Tercera) Se comprueba la presencia de tres tectonosecuencias mesozoicas en la Sierra de El Tres de Mayo: La primera vulcano/ sedimentaria jurásico temprana; la segunda vulcano/sedimentaria jurásico tardía; y la tercera sedimentaria cretácico temprana.

Cuarta) Se comprueba la presencia de vulcanismo mesozóico, que anteriormente se había asignado al Cenozoico.

Posteriores eventos de verificación de campo y la cartografía sistemática, a escala de reconociendo, validaran todavía mas este evento de interpretación de imagen satelital.

El material al que se le aplicó la interpretación fue un mosaico construido, rectificado y georeferenciado por el Consejo de Recursos Minerales (CoReMi).

GET-4

CARTOGRAFÍA Y GEOCRONOLOGÍA DEL BASAMENTO PROTEROZOICO METAMÓRFICO EN LOS CERROS TECOLOTE, NW DE SONORA

Dórame Navarro Miguel¹, Iriondo Alexander¹, Castiñeiras Pedro²
y Premo Wayne R.³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dept. Geological Sciences, University of Colorado at Boulder,
USA

³ U.S. Geol Survey, Denver Federal Center, Denver, CO, USA
madoram@geociencias.unam.mx

Los Cerros Tecolote se encuentran localizados ~50 km al Sur de la Ciudad de Caborca en el NW de Sonora. Esta es una zona muy peculiar ya que presenta afloramientos de secuencias proterozoicas que han sido consideradas como parte del Complejo Metamórfico Bámuri.

Estudios recientes de cartografía litológico-estructural, petrografía y geocronología han permitiendo diferenciar dos unidades principales de basamento Proterozoico en esta región. La primera consiste en un ortogénesis que aflora en la parte sur, sureste y noroeste de la zona. La segunda unidad corresponde a un posible paragénesis y aflora en la parte central de la región. La foliación en ambas unidades tiene una orientación NE y un echado al SE. A pesar de que las unidades son fácilmente diferenciables en el campo, no se ha podido establecer su relación temporal relativa, sin embargo estudios de geocronología U-Pb SHRIMP en circones indican que ambas unidades son básicamente de la misma edad (~1.77 Ga) y que han sido afectadas por un metamorfismo a los ~1.65 Ga (ej., anfibolita, Ar-Ar). Localmente estas unidades presentan signos de migmatización que nos indican un ambiente metamórfico de baja presión y alta temperatura. También nos encontramos diques máficos no metamorfizados con orientación predominante E-W cortando las unidades antes mencionadas.

Estudios realizados en la región del Bámuri, localizada aproximadamente 10 km al Oeste del los Cerros Tecolote (Iriondo et al., 2003, 2004; Farmer et al., 2003), proponen la existencia de una unidad inferior gneíscica con grandes similitudes geoquímicas e isotópicas con la Provincia Mojave del Sur de California. Basándonos en su gran similitud litológica y en la edad de las rocas del Bámuri (~1.77 Ga), proponemos que nuestra unidad gneíscica del Tecolote es equivalente a ésta, y que por ese motivo, y solo como hipótesis de trabajo, proponemos que Los Cerros Tecolote representan una parte mas de la Provincia Mojave en el NW de México.

Futuros estudios de geoquímica e isótopos de Nd en las rocas del Tecolote permitirán poner a prueba estas ideas. A su vez estos estudios contribuirán de forma significativa al entendimiento general sobre la distribución de los basamentos proterozoicos del NW de México y de esa forma contribuir a las reconstrucciones del margen continental SW de Laurencia.

GET-5

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES DEL BATOLITO COSTERO DE SONORA, ENTRE BAHÍA KINO Y PUNTA TEPOPA, SONORA, MÉXICO

Ramos Velázquez Ernesto¹ y Calmus Thierry²¹ UABCS² ERNO, Instituto de Geología, UNAM
eramos@uabcs.mx

La cartografía geológica de la zona costera de Sonora en la región comprendida entre Bahía Kino y Punta Tepopa muestra un basamento de rocas graníticas en contacto con rocas metamórficas paleozoicas (?) cubierto discordantemente por rocas volcánicas del Mioceno. Las rocas graníticas forman el Batolito Costero de Sonora y comprenden en orden cronológico dioritas, granodioritas y un granito porfídico. Estas unidades muestran contactos intrusivos entre sí, generalmente rectos y sin bordes de reacción. Las rocas metamórficas de facies esquistos verdes de alto grado a anfibolitas corresponden a un protólito de areniscas, conglomerados y margas. Afloran generalmente como techos colgantes sobre las rocas graníticas. La secuencia de rocas volcánicas terciarias, está compuesta por coladas basálticas, andesitas y tobas en la parte superior perteneciendo a la toba San Felipe fechada de 13.86 ± 2.21 Ma (Osken, 2001).

Esta región está seccionada por fallas normales de alto ángulo, orientadas N-S y NW-SE, sistemáticamente con el bloque caído hacia el oeste y un echado asociado al basculamiento de las rocas volcánicas hacia el sureste. Están relacionadas con la parte continental de la Provincia Extensional del Golfo de California. El patrón de fallas NW-SE domina en la franja costera pero las fallas están cubiertas parcialmente por sedimentos recientes. En Punta Tepopa existen fallas con orientación NW-SE que registraron un desplazamiento con sentido lateral derecho. En la región de Bahía Kino, las fallas presentan en general un desplazamiento de tipo netamente normal con variaciones de rumbo desde 260° hasta 312° , y echados entre 40° y 50° al norte y noroeste. En toda el área de estudio estas fallas presentan una zona de brecha y salbanda de hasta 5 metros de ancho, con estrías evidentes.

La evaluación de las contribuciones respectivas de la fase de extensión Sierras y Valles y de la apertura del Golfo de California en la exhumación y la deformación de los cuerpos intrusivos está en proceso de estudio. Las edades de trazas de fisión puntuales obtenidas hasta la fecha en la provincia costera de Sonora (Calmus et al., 2000) indican un enfriamiento y una exhumación diferencial desde el Oligoceno Temprano hasta el Mioceno Tardío. Un estudio en curso más sistemático del enfriamiento del Batolito Costero a lo largo de secciones E-W permitirá proponer un modelo de evolución estructural y térmica de la provincia.

GET-6

LA SIERRA DE ACÓNCHI, SONORA: EJEMPLO DE EXHUMACIÓN DE UN BATOLITO LARAMÍDICO EN LA PROVINCIA "BASIN AND RANGE"

Lugo Zazueta Raúl¹, Calmus Thierry¹, Gleadow Andrew², Kohn Barry² y Wong Martin³¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM² School of Earth Sciences, Universidad de Melbourne, Australia³ Dept. of Geological Sciences, Universidad de California, Santa Barbara, CA., EUA
rlugoz@hotmail.com

En la porción central de Sonora, la Sierra de Acónchi junto con la Sierra de Puerta del Sol y la Sierra de Mazatán forman un batolito de 5000 km² y el rasgo geomorfológico más importante de la región, con una orientación general NNW-SSE. Dos intrusivos principales constituyen la Sierra de Acónchi: El granito Jaralito, de edad laramídica (57-51 Ma) es de composición predominantemente granodiorítica; el granito de Acónchi intrusionando el anterior en su porción noreste es de composición granítica y se caracteriza por la presencia conjunta de biotita y de abundante muscovita. Su edad de 36 Ma y su composición que indica una fusión parcial de la corteza lo relacionan genéticamente con el inicio de la fase extensional "Basin and Range". El batolito de Acónchi está limitado por fallas normales de orientación NNW-SSE y forma un horst asimétrico con un basculamiento general hacia el este. En el flanco oeste las fallas son de alto ángulo y cubiertas por terrazas aluviales, pero en la región noreste el batolito está limitado por la falla de bajo ángulo El Amol, que provocó el deslizamiento hacia el este y un basculamiento asociado fuerte (hasta 70° hacia el WSW) de las unidades volcánicas y sedimentarias oligocénicas y miocénicas, así como del porfido San Felipe de 51 Ma. La falla El Amol forma una superficie estructural extensa con una dirección general que cambia de NW50 a NW15, debido a una ondulación abierta cuyo eje es paralelo al echado, y una lineación que indica un movimiento relativo del bloque de techo hacia NE60°. Esta dirección es perpendicular a la dirección general de la Sierra y similar a la lineación mineral de estiramiento de la zona milonítica del núcleo metamórfico de Mazatán localizado 60 km al sur. Los diques pegmatíticos asociados al granito de Acónchi tienen una dirección general perpendicular a la dirección de deslice de la falla El Amol. La falla se caracteriza por una deformación quebradiza del granito de Acónchi sobre varias decenas de metros de espesor. La porción norte de la Sierra de Acónchi no muestra estructuras de tipo núcleo metamórfico en particular una deformación milonítica característica, como en el caso de la Sierra de Mazatán. Fechamientos preliminares por trazas de fisión en apatitos en la parte norte de la Sierra de Acónchi indican un enfriamiento relativamente rápido de las muestras abajo de $70-60^\circ\text{C}$, a 11 ± 1 y 23 ± 4 Ma. Estas edades y la posición geográfica de ambas muestras (en el flanco este de la Sierra para la primera y en el flanco oeste para la segunda) sugieren una evolución tectónica diferente para ambos flancos: La parte oeste de la Sierra ha sido erosionada precozmente durante la extensión "Basin and Range", mientras que el enfriamiento del flanco noreste está relacionado con una exhumación tectónica asociada a la falla El Amol, activa hasta por lo menos el Mioceno Tardío. La distancia horizontal de 6 km entre ambas muestras es compatible con esta interpretación.

GET-7

MAGMATISMO Y TECTÓNICA EXTENSIONAL DURANTE EL CENOZOICO EN EL SUR DE SONORA

Roldán Quintana Jaime
ERNO, Instituto de Geología, UNAM
jaimer@servidor.unam.mx

El estudio de la geología del Cenozoico de Sonora se considera importante ya que durante este tiempo se desarrollaron algunas estructuras geológicas de dimensiones continentales que forman la morfología actual en todo el noroeste de México. El sur de Sonora, entre los paralelos 27°45' y 28°45', presenta un registro casi completo de los fenómenos tectónicos y magmáticos asociados a la evolución cenozoica.

Durante el Paleoceno y parte del Eoceno, aún continuaba activo el magmatismo relacionado al Arco Larámide. En el Eoceno Tardío-Oligoceno se originó el arco volcánico de margen continental de la Sierra Madre Occidental, posteriormente en el Mioceno Tardío, se formó la estructura de Sierras y Cuencas y por último, en algunas localidades en la porción costera, hay evidencias del inicio de los procesos tectónicos que dieron lugar a la formación del Golfo de California.

La deformación principal durante el Cenozoico en el sur de Sonora es de tipo extensional, la cual se desarrolló en varias etapas y estilos. La primera durante el Paleoceno y principios del Eoceno cuando aún existen evidencias del magmatismo laramídico, representado por el emplazamiento de batolitos y rocas volcánicas generalmente de composición andesítica (66 a 49 Ma, McDowell et al. 1997; Roldán-Quintana, 2002). En estas secuencias volcánicas se ha observado la presencia de sedimentos en pequeñas cuencas, de rumbo general N30° W, donde se han descrito restos de plantas de agua dulce, estas cuencas podrían ser el resultado de procesos extensivos poco desarrollados. A partir del Eoceno Tardío-Oligoceno (38 a 28 Ma, McDowell y Keizer, 1977) la extensión se hace más evidente. Durante este tiempo, se generaliza la emisión de rocas volcánicas principalmente ácidas, generadas a partir de calderas. En el Oligoceno Tardío (27 a 13 Ma, McDowell et al., 1997) se inicia la extensión de Sierras y Cuencas, que se caracteriza por la formación de cuencas limitadas por fallas normales con rumbo NW-SE, rellenadas por sedimentos clásticos con intercalaciones de rocas volcánicas, principalmente máficas e intermedias. De manera casi contemporánea en la costa del Golfo de California se formó el denominado Arco Circum-Golfo formado por una secuencia de rocas volcánicas principalmente ácidas, con derrames máficos en su cima (24-11 Ma, Mora-Alvarez y McDowell, 2000; Roldán-Quintana, 2002). Finalmente en ciertos lugares cercanos a la costa se ha observado un cambio notable en el magmatismo con la emisión de basaltos de afinidad alcalina (8-10 Ma, Roldán-Quintana, 2002; Gans, comunicación personal, 2004) y en el estilo tectónico, observándose una graduación de fallas normales a fallas a rumbo. En el Plioceno Temprano dio inicio la apertura oceánica del actual Golfo de California.

De este análisis se concluye que el cambio entre cada una de estas etapas tectónicas es gradual y que existe una relación estrecha entre el estilo tectónico observado y el tipo de actividad magmática. En lo referente al magmatismo sucede lo mismo, pues en el campo en algunos lugares, es difícil definir un límite claro por ejemplo entre las rocas volcánicas de los arcos Larámide y el de la Sierra Madre Occidental.

GET-8

ESTUDIO DE LA MEGACIZALLA MOJAVE-SONORA, EN EL NOROESTE DE SONORA, A PARTIR DE DATOS AEROMAGNÉTICOS

Hernández Quintero Juan Esteban¹, Campos Enríquez J.O.¹ y Rodríguez Castañeda José Luis²
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² ERNO, Instituto de Geología, UNAM
estebanh@igeofcu.unam.mx

La Megacizalla Mojave-Sonar (McMS), falla a rumbo que trunca el arco magmático continental jurásico en el suroeste de Norteamérica, es analizada en el noroeste de México con base en datos magnetométricos (aeromagnéticos, y satelitales). Primero, se propone un modelo cortical del noroeste de Sonora con base en la interpretación de un perfil regional de magnetometría satelital Magsat, que corre desde el Océano Pacífico (a la altura de San Carlos, y de las islas Magdalena y Margarita), hasta el sur de la Meseta del Colorado- provincia del Basin and Range, pasando por el Golfo de Cortés, y Sonora. Este modelo cortical pone, en el área de la McMS, en contacto sub-vertical dos terrenos con susceptibilidades magnéticas contrastantes: por un lado el terreno Seri (que comprende el sub-terreno Caborca), y por el otro el terreno Norteamericano (terreno Pápago). Aunque los datos Magsat no permiten resolver en si la McMS, este modelo apoya la sutura de los mencionados terrenos, y de manera indirecta apoya la existencia de la McMS. Segundo, la estructura cortical somera de la McMS es analizada con base en varios perfiles aeromagnéticos. En el área de Sonoyta (Sonora), un perfil NE-SW de aproximadamente 90 km de longitud nos permite correlacionar los datos magnéticos directamente con los afloramientos de la megacizalla. Se infieren adicionalmente en el basamento cristalino del bloque Caborca intrusiones de cuerpos volcánicos y metamórficos. La zona milonitizada de la McMS en es interpretada por una serie de cuerpos verticales angostos. En otro perfil aeromagnético paralelo (al noroeste de Caborca), estos rasgos se vuelven a observar. De esta manera estos modelos apoyan la existencia en el noroeste de Sonora de la McMS.

GET-9

PLATE TECTONICS AND GREAT CONTINENTAL TRANSFORM FAULTS, A COMPARISON WITH THE LIFE OF A PROPOSED RIO BRAVO MID TERTIARY LEFT-LATERAL FAULT

Le Pichon Xavier
College de France

GET-10

MAGMATISMO Y DEFORMACIÓN EN LA CORTEZA SUPERIOR A LO LARGO DEL ARCO VOLCÁNICO DE LOS ANDES CENTRALES

Marrett Randall y Baldwin Austin
Dept. of Geological Sciences, Jackson School of Geosciences,
University of Texas at Austin, Texas, USA
randall@edu

El arco volcánico es probablemente uno de los dominios más débiles de la corteza de los Andes Centrales, debido a la presencia de altas temperaturas y cámaras magmáticas localmente abundantes.

Por eso es probable que el arco volcánico haya sido un área de deformación importante durante el levantamiento Neógeno-Cuaternario del Altiplano. Además, es posible que la deformación a lo largo del arco volcánico haya afectado el movimiento de magma en profundidad y los procesos eruptivos cerca de la superficie. La interacción entre deformación y magmatismo, y quizás su retroalimentación mutua, puede haber sido un control fundamental en la evolución tectónica de los Andes Centrales.

Trabajos previos en la Puna, la tercera parte austral del Altiplano entre los 23 y 27°S, demostraron que corrimientos paralelos al arco (NNE-SSO) dominaron la deformación durante el Mioceno y Plioceno temprano. Durante el Plioceno tardío y Cuaternario la deformación se caracterizó por movimientos dextrales en fallas paralelas al arco. Aunque el magmatismo es menos desarrollado en el Altiplano que en el arco volcánico, estratovolcanes silíceos-intermedios y calderas gigantes son localmente importantes. Fechamientos radiométricos de depósitos volcánicos en el Altiplano y el arco volcánico excluyen la posibilidad de pausas en el volcanismo con importancia regional, implicando que el volcanismo generalmente no fue suprimido por acortamiento de la corteza superior. Durante el fallamiento lateral más reciente, coladas máficas y conos de escoria monogenéticos erupcionaron sobre extensas áreas de la Puna, típicamente asociados espacialmente con fallas activas.

Pocas investigaciones estructurales han estudiado la deformación a lo largo del arco volcánico de los Andes Centrales, probablemente por las dificultades logísticas provocadas por hiperaridez, elevaciones de 4-6 km (localmente alcanzando 7 km), infraestructura prácticamente inexistente, y fronteras internacionales. En el año pasado empezamos estudios estructurales de campo en varias localidades del arco volcánico, entre los 22 y 27°S, con los objetivos de determinar cronologías geológicas, entender la cinemática de deformación, y reconocer relaciones entre deformación y magmatismo. Aparte hemos buscado evidencias cinemáticas por medio de mecanismos focales de sismos, geodesia satélite del Global Positioning System (GPS), y interferogramas de radar satélite.

Debido a la cubierta lateralmente extensa de lavas y tobas Plio-Cuaternarias y la falta casi completa de erosión contemporánea, es difícil reconocer la deformación del Mioceno en el arco volcánico de los Andes Centrales. Sin embargo, la deformación Plio-Cuaternaria se evidencia en el campo por abundantes escarpas de falla, y la cinemática de estas fallas se semeja con la de la Puna. De los cinco mecanismos focales del catálogo de Harvard que representan sismos someros en el arco volcánico, cuatro indican movimiento lateral parecido a resultados de campo. La red de estaciones geodésicas de GPS cubre la mayoría del arco volcánico, pero el sur de los 22°S fue afectado por un sismo entre placas (M8.0) cerca de Antofagasta en 1995, el cual dificulta interpretar movimientos no cosísmicos. Hacia el norte de los 22°S, los datos de GPS muestran que la velocidad de deformación horizontal en la mayoría del arco volcánico supera la de la región al oeste, al contrario de lo que se espera en el caso de deformación elástica alrededor del borde de placas. La cinemática indicada por GPS en este sector del arco volcánico varía de movimiento lateral en algunos sitios a sobrecorrimiento en otros sitios. En imágenes de interferogramas de radar, el arco volcánico está segmentado en una escala de cientos de kilómetros entre los 21°S a 27°S. Algunos segmentos tienen rumbos NE-SO y evidencian levantamiento despacio o nulo, mientras otros segmentos tienen rumbos NNO-SSE y son sitios de levantamiento rápido.

Correlaciones preliminares entre la cinemática de deformación Plio-Cuaternaria y los estilos volcánicos sugieren los siguientes patrones en el arco volcánico de los Andes Centrales.

Fallas laterales de rumbo NNE-SSO a NE-SO dominan la deformación en segmentos donde el arco volcánico tiene rumbo semejante, y se asocian con estratovolcanes silíceos-intermedios y/o volcanismo máfico no explosivo. Releasing bends, donde el fallamiento normal domina localmente, contienen campos de domos lávicos silíceos-intermedios no explosivos. Cinemática de sobrecorrimiento y levantamiento rápido dominan la deformación en segmentos del arco volcánico con rumbo NNO-SSE, donde restraining bends podrían existir. Grandes calderas silíceas-intermedias explosivas ocupan estos sitios con estratovolcanes, los cuales pueden haberse desarrollado por encima de calderas previas actualmente ocultas o pueden indicar sitios de futuros colapsos de caldera.

GET-11

PALEOSEISMOLOGY IN CENTRAL MEXICO: THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

Langridge Robert M.
Geological & Nuclear Sciences
r.langridge@gns.cri.nz

The time is right for more research into the paleoseismic history of faults in the central belt of Mexico. This belt, which stretches for more than 1000 km from the Pacific coast of Jalisco toward the Atlantic coast near Jalapa, generally coincides with the volcanism of the Trans-Mexican Volcanic Belt. The style of faulting is typically extensional (normal) and faults within this belt are capable of generating crustal earthquakes of $M > 6.5$. Therefore, these faults pose a hazard to the people and structures of central Mexico.

Paleoseismic studies which look into the record of surface-rupturing earthquakes on a given fault, have so far been limited. However, several papers on its neotectonic character and macroseismic events have been published (see Suter). One of the main focuses so far has been the Acambay Fault in the Acambay Graben, due to the large event there in 1912 which has left an indelible impact on the people and science of earthquakes here in Mexico. Studies by this author have shown that repeated large events have occurred on the Acambay Fault during the Holocene and prior to 1912. The slip rate for the Acambay Fault is low (c. 0.1-0.2 mm/yr) and therefore the calculated repeat or recurrence time for these events is comparable to that observed in trenches. In this regard, the Acambay Fault probably is typical of TMVB normal faults.

Other paleoseismic studies in central Mexico have been carried out near Morelia and in surrounding areas by Garduño and others, and by workers from the Centro de Geociencias in Juriquilla. The latter study was done in 2002 and involved trenching a fault scarp in urban Queretaro related to water draw-down. This trench showed that though there is no evidence for Holocene faulting, that the presence of deposits of this age did not preclude active basin subsidence, and therefore faulting. Faults such as the Venta de Bravo and Pastores Faults have potential as faults that have had macroseismic activity and may yield sites worthy of trench investigations.

Other work that has potential links to paleoseismology include historical re-analysis of accounts from the colonial era in Mexico, such as that published by Suarez et al. from Jalisco. These historical accounts can direct us toward a rupture source (fault) that can be trenced for a longer earthquake record.

GET-12

LA BÚSQUDA DE LOS SISMOS PERDIDOS, LA REGIÓN DE ACAMBAY, MÉXICO, MÉXICO, RECAPITULACIÓN

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

¹ Depto. de Geología, IIM, UMSNH

² Universidad de San Paulo, Madrid, España
vgmonroy@zeus.umich.mx

Entes de 1910 el registro de sismos en México se realizó en base a estudios históricos, es decir en base a las experiencias sufridas por nuestros antepasados. Estos estudios de macrosismicidad ayudan a conocer los efectos sufridos por distintas poblaciones de México. Debido a ello los rangos de registro son hasta ahora muy cortos en el tiempo, por lo que no alcanzamos a comprender si existe un comportamiento particular en la recurrencia de eventos sísmicos.

Con estudios de Paleoliquefacción, de Paleosismología y radiométricos en las zonas de Acambay e Ixtlahuaca, Méx., se logra caracterizar diferentes eventos sísmicos. Con ayuda de la granulometría y del tipo de estructuras de licuefacción se pueden obtener las magnitudes de ellos y además con la distribución espacial de las magnitudes se realizó el trazo de las posibles isosistas de un sismo en particular. Ahora existe en la bibliografía métodos que nos ayudan a reconstruir la profundidad de un sismo en base a las isosistas.

Así entonces se logra correlacionar a un evento de tipo regional que se caracteriza por una gran deformación plicativa o con la formación de slumps en las facies lacustres de las cuencas en estudio. Este evento resulta mas espectacular en la zona de Acambay, ya que los sedimentos deformados llegan a contener espesores de mas 30 m. En la zona de Ixtlahuaca el paquete deformado es menor a los 10 m. En ambas zonas los estratos deformados se encuentran descansando sobre un paquete de rocas volcánicas y terrígenas no deformados (estratos horizontales), el paquete deformado se encuentra cubierto por sedimentos fluvio-lacustres y lacustres también sin deformar. Lo anterior nos señala que este evento sísmico de carácter regional se llevo a cabo en un tiempo bien determinado, fechamientos en proceso ayudaran a ubicar este sismo. Es importante destacar que en base al tipo de deformación al espesor involucrado y a la geometría del basamento de la cuenca lacustre se considera que el sismo tuvo una magnitud superior a los 6 grados.

Los eventos sísmicos anteriores y posteriores al megaslumps, para generar esta deformación es necesario eventos sísmicos con magnitudes mayores a 5 y con epicentro localizado en un radio de 20 km, es decir, dentro de la zona de influencia de la falla Morelia-Acambay.

Sin duda alguna que los estudios sistemáticos de Paleoliquefacción y de Paleosismología pueden ayudar a conocer características de sismos generados durante el Pleistoceno-Holoceno en las zonas comprometidas con actividad sísmica activa.

GET-13

INFLUENCIA DE LA DEFORMACIÓN OLIGO-MIOCÉNICA EN LA LOCALIZACIÓN DEL VOLCANISMO DE LA PARTE ORIENTAL DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Alaniz Alvarez Susana Alicia y Nieto Samaniego Ángel Francisco
Centro de Geociencias, UNAM
alaniz@geociencias.unam.mx

En este trabajo se discuten las condiciones cinemáticas durante el inicio de la parte central-oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) utilizando como base la deformación cenozoica regional. El estudio de la estratigrafía y los eventos de deformación postpaleocénicos en una amplia región del centro y sur de México nos ha permitido identificar el tiempo en el que ocurrieron distintos estilos de deformación entre los bloques corticales ubicados al norte y sur de la FVTM y también determinar la presencia de un campo de esfuerzos favorable para el emplazamiento del arco volcánico. En la Mesa Central la deformación extensional ha sido liberada por fallas normales y ha ocurrido a lo largo de tres eventos relativamente discretos durante el Eoceno, Oligoceno y del Mioceno-Reciente. Los tres eventos liberaron extensión en dos direcciones principales horizontales y acortamiento vertical. El evento del Oligoceno fue el más importante y la mayor extensión fue hacia el ENE-WSW; en el tercer evento, activo desde el Mioceno hasta el presente, la deformación ha estado concentrada principalmente en los límites con la FVTM. En la Sierra Madre Oriental, en su porción localizada al norte de la FVTM, hubo poca o nula deformación extensional. Al sur de la FVTM, en la región de Taxco, Gro., han ocurrido dos eventos de deformación extensional acomodados por fallas laterales principalmente. El primero ocurrió durante el Eoceno tardío con una dirección de extensión NNW y acortamiento hacia el NE. El segundo evento ocurrió durante el Oligoceno, la extensión máxima ocurrió hacia el NE-SW y el acortamiento hacia el NW-SE, ésta fue la última fase de deformación ocurrida en esta región. La congruencia cinemática de los eventos de Taxco con fallas mayores ubicadas en el sur de México sugiere fuertemente la migración de los eventos de deformación cenozoica hacia el oriente.

La mayor parte de las rocas emplazadas sobre el basamento mesozoico a lo largo de la FVTM son rocas volcánicas miocénicas, sin embargo se ha reportado la presencia de rocas volcánicas básicas oligocénicas en la base de la cuenca de México, contrastando con las rocas riolíticas tanto en la Mesa Central como en la región de Taxco de la misma edad, por lo que se considera el Oligoceno como el inicio de la individualización de la FVTM. Se concluye que desde el Eoceno la deformación de la Mesa Central y de la Sierra Madre del Sur ha sido distinta, esto indica que existió una zona de despegue entre estas provincias. Sin embargo, es a partir del Oligoceno que la actividad de las fallas laterales en el sur de México implicó el acortamiento en la dirección principal NW-SE, generando en la zona de despegue una zona de extensión oblicua izquierda que favoreció, primero la formación de la cuenca que subyace a las rocas volcánicas de la FVTM y el ascenso posterior de magmas hasta la superficie, permitiendo la acumulación del arco volcánico.

GET-14

ACTUALIZACION DE LA TOPOGRAFIA SUBMARINA DE BAHIA DE BANDERAS Y SU MODELO DIGITAL DE ELEVACION

Álvarez Bejar Román
IIMAS, UNAM
rab@leibniz.iimas.unam.mx

La versión previa más reciente de la topografía submarina de la Bahía Banderas incluía alrededor de 70 sondeos individuales, más 120 km de ecosondeos efectuados a bordo del B/O El Puma y 60 km de sondeos a bordo del Argos R/V. Con esos datos se construyó un modelo digital del fondo de la bahía con una resolución de 463 m (0.25 mn). En esas mediciones se le dio prioridad a la zona sur de la bahía, que es la más profunda. Recientemente ampliamos las observaciones en la parte media a norte de la bahía con otros 120 km de sondeos de profundidad con sonar, también a bordo del B/O El Puma. Estos sondeos indican que la parte norte de la bahía está formada por una plataforma somera (90-190 m) que muestra dos tramos interrumpidos por una zona de fallas. Hacia el extremo este de la bahía, cerca de la costa, se observa otra zona de fallamiento. Con estas observaciones actualizamos el modelo digital de las profundidades de la bahía, lo que facilitará la correlación del abundante sistema de fallas regionales con los rasgos tectónicos del Valle y la Bahía de Banderas.

GET-15

RED GEODESICA PARA EL MONITOREO DE FALLAS GEOLÓGICAS ACTIVAS LÍMITE DEL BLOQUE JALISCO Y MICHOACÁN

Vazquez Bello Efraín¹, Silva García Jose Teodoro² y Estrada Godoy Francisco²

¹ Unidad de Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

² CIIDIR, IPN, Michoacán
efracho@hot.com

El área de estudio se localiza en el sector occidental del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), en el que regionalmente se destaca la presencia de un sistema de tres rifts que se interceptan en un punto triple continental localizado a 50 km al SW de la ciudad de Guadalajara Jal., es esta estructura la que ha controlado la actividad volcánica presente en esta región.

Los lineamientos de dimensiones importantes y con orientación preferencial Este-Oeste, del sistema estructural del graben de Chapala y NW-SE del graben de Cotija son los de mayor predominio en nuestra zona de trabajo.

Con el presente trabajo se pretende dar un seguimiento continuo al movimiento del bloque Michoacán y Jalisco, debido a los esfuerzos provocados por la subducción de las placas oceánicas Rivera y Cocos en las costas del pacífico de México; así como el impacto en la sociedad actual sobre el desarrollo de sistemas de prevención y hacer conciencia en la sociedad del peligro constante de ellos.

Lo anterior mediante la instalación de una red geodesica, cuyos puntos de control se definieron con equipo de geoposicionamiento global (GPS) con sistema de posproceso, y estación total de alta precisión. Las medidas de calibración del monitoreo se realizan

mensualmente por intervalo de un año. Las localidades se determinaron siguiendo principalmente criterios como son la sismicidad local y el grado de riesgo geológico.

GET-16

STRATIGRAPHY AND STRUCTURAL FEATURES IN CENTRAL SANTIAGO RIVER BASIN AND ITS RELATION WITH TEPIC-CHAPALA GRABEN, NAYARIT, MEXICO

Sánchez Pérez Juan, Garrido Uribe José Luis, García Villegas Felipe y Lechuga Valderrabano Florencio
Gerencia de Estudios de Ingeniería, CFE
juan.sanchez@cfe.gob.mx

Feasibility geological studies were done for Hydroelectric Project (HP) El Cajón, located 47 km south-east of Tepic City, up-stream of HP Aguamilpa. Regional mapping 1:50 000 scale, covers an area up to 600 km² and local exploration covers 30 km² where underground exploration (bore holes and geophysical survey) was also done. Laboratory studies included petrography and geochronology analysis. First explorations were done by Gómez et al. (1986), who did initial stratigraphic reports; later on, Ortiz & Michel (1994), as well as Sánchez, et al (1995) described regional structural domains. Regionally outcrops meta volcano-sedimentary preCenozoic rocks, tertiary andesitic and basaltic flows, locally known as Ignimbrita El Cajón, thicker than 450 m, where main dam facilities will be built; volcano-sedimentary deposits up to 280 m thick, tuffs, andesitic porphyritic rocks, conglomerates and Quaternary diabasic intrusive rocks (dikes), basaltic flows and unconsolidated deposits.

Studied area is located in the southwest portion of physiographic province Sierra Madre Occidental (SMO) in the Meseta de Lava (rhyolitic) Sub-province (Raisz, 1964), very close to transitional zone of the Faja Volcánica Transmexicana (FVT) Province, in the main local Mountain Range Las Palomas, which has N-S direction, is about 50 km long, reach elevations up to 1 600 masl and have big canyons cut in rhyolitic lava flows. Other important elevations are NNW-SSE and NNE-SSW orientated; there are also several important conic shaped volcanic structures, calderic collapsed structures and young lava flows filling partially some valleys, the last are basaltic composition from the FVT. Main regional faults are NW-SE and N-S trend and dip up to 28° E or W in a basin and range structural domain. Secondary faults are orientated NE-SW and E-W; among them Sobaco Fault (N20°W/65-80°NE) and Perro de Agua Fault (N50°W/65°NE) are the most important locally; as well as Cantiles, Palmillas, Sobaquito and Volcancito faults, which are N-S/85°E trend, and Astilleros Fault (N27°E/68°SE), all of them with more than 1,4 km length. Locally, there are 3 main structural domains: NW-SE, which is the oldest and controls drainage networks in Santiago River Basin; E-W and N-S, last one is the youngest. New K-Ar and Ar-Ar of 20,5 and 1,5 Ma indicate Miocenic basaltic-andesitic rocks (GC05-02) and Plio-pleistocenic basalts (GC07 & GC08-02 samples), which indicate younger ages than the Río Santiago Volcanic Group described near Guadalajara City (non-formal denomination, according to Rossotti et al., 2002).

New structural data and rock ages obtained are very important to understand tectonic regional behavior as part of the Tepic-Chapala Graben, to better know the boundary between the SMO and FVT and to define a Volcanic Group in the Santiago River Basin; furthermore, in applied geology, information obtained is important for final arrangement of civil facilities for water damming and electricity generation.

GET-17

LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA CENOZOICA DEL SUR DE MÉXICO: AVANCES Y PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Morán Zenteno Dante J., Cerca Martínez Mariano y Keppie Duncan J.
 Instituto de Geología, UNAM
 dantez@servidor.unam.mx

Los avances recientes en el conocimiento de la estructura y la estratigrafía cenozoicas del sur de México revelan una evolución compleja caracterizada por eventos de deformación orogénica iniciados en el Cretácico Tardío, seguidos por episodios de truncamiento de la margen continental y extinción gradual del magmatismo de arco en la Sierra Madre del Sur, antes del desarrollo del Cinturón Volcánico Mexicano.

El patrón de extinción general del magmatismo desde el Cretácico Tardío y Paleoceno en Colima y Jalisco, hasta Mioceno medio en la parte central y suroriental de Oaxaca, presenta, a la luz de los datos geocronológicos recientes, variaciones que rompen con un esquema simple de extinción hacia el SE. El plutonismo del Paleoceno reconocido en la región de Manzanillo convivió con un episodio magmático de la misma edad en la parte central de la Sierra Madre del Sur, para el cual se han reportado algunas afinidades adakíticas. El eje principal del magmatismo entre el Eoceno medio y el Oligoceno, se desarrolló a lo largo de la margen continental actual pero también hubo considerable volcanismo en una franja ubicada entre 100 y 200 km hacia el interior del continente. Los caracteres geoquímicos de este magmatismo indican en general una baja asimilación de la corteza continental.

Para el Eoceno e inicios del Oligoceno se han reconocido dos periodos de fallamiento lateral que variaron en tiempo y espacio y que activaron fallas de orientación NW-SE y N-S. Este último conjunto de fallas parece haber sido activo solo en el norte de la Sierra Madre del Sur, mientras que el primero siguió activo durante el Oligoceno en la margen continental de Oaxaca. Estos episodios indican que las direcciones de extensión relacionadas variaron de NNW-SSE a NE-SW y que localmente activaron durante el Oligoceno fallas normales en discontinuidades preexistentes.

Existen todavía problemas fundamentales respecto a la interpretación de los procesos de tectónica de placas que originaron los regímenes de esfuerzos que activaron los diferentes conjuntos de fallas laterales que han sido documentados hasta ahora y los factores que causaron los patrones de migración magmática observados y el truncamiento continental. Por una parte, han permanecido inciertos algunos de los argumentos sostenidos para postular la presencia del bloque de Chortis frente a la actual margen continental del suroeste de México. Por otro lado, los modelos que explican los desplazamientos restringidos con respecto al bloque Maya y sin una juxtaposición con la margen SW de México, sugieren más bien un truncamiento continental producido por erosión por subducción y un papel muy activo del ridge de Tehuantepec como factor de cambio en la geometría de la subducción y en la deformación por acortamiento en el sureste de México. Este tipo de modelos dejan, sin embargo, abiertas las causas del patrón de extinción magmática observado en la Sierra Madre del Sur.

GET-18

EVENTOS PRINCIPALES DE DEFORMACIÓN EN LA PARTE ORIENTAL DE LA SIERRA MADRE DEL SUR Y SUS IMPLICACIONES EN LA TECTÓNICA CENOZOICA DEL CENTRO DE MÉXICO

Nieto Samaniego Angel Francisco y Alaniz Alvarez Susana Alicia
 Centro de Geociencias, UNAM
 afns@geociencias.unam.mx

Basados en la geometría, edad y compatibilidad cinemática de las estructuras tectónicas del sur de México, hemos identificado grupos de estructuras que representan tres eventos sucesivos de deformación y cuyas edades abarcan del Maastrichtiano al Mioceno; en los tres eventos la deformación migró de Poniente a Oriente, estos eventos son: (1) El más antiguo corresponde a la orogenia Laramide, cuya edad es Cretácico Tardío en la parte poniente del área estudiada y que finalizó en el Mioceno Medio en la parte oriente. Estudiamos con detalle seis secciones estructurales dentro el sistema de fallas de Oaxaca, ya que ese sistema de fallas registró la evolución de la deformación laramídica, e interpretamos la siguiente sucesión de eventos: la juxtaposición del complejo Oaxaqueño sobre el cinturón milonítico de la Sierra de Juárez; el subsecuente levantamiento del borde oriente del bloque Acatlán-Oaxaqueño y finalmente, el corrimiento gravitacional de la cubierta sedimentaria en un arreglo radial, más evidente en la porción norte del bloque Acatlán-Oaxaqueño. (2) El segundo evento de deformación produjo fallamiento lateral con acortamiento horizontal NE-SW y ocurrió del Eoceno al Oligoceno Temprano. (3) El tercer evento produjo fallas laterales y normales que indican un alargamiento horizontal NE-SW durante el Oligoceno y Mioceno Temprano. Las estructuras mayores de estos tres eventos de deformación están burdamente distribuidas formando un arco que limita a los afloramientos mayores del bloque Acatlán-Oaxaqueño, por lo cual suponemos que la mayor cantidad de deformación fue acomodada alrededor de ese bloque cortical.

En una perspectiva más regional, tanto en La Mesa Central como en la Sierra Madre del Sur ha ocurrido fallamiento durante el Oligoceno-Mioceno. En la Mesa Central hay fallas normales que indican una dirección principal de extensión ENE-WSW con acortamiento vertical, mientras que en la Sierra Madre del Sur, asociado a la extensión NE-SW ocurrió acortamiento NW-SE. En la Faja Volcánica Transmexicana, se conoce la existencia de cuencas continentales rellenas de rocas volcánicas que en la porción oriental tienen edades del Oligoceno al Mioceno. Aunque escasa, la información del subsuelo parece indicar que la mayor cantidad de rocas son de edad miocénica y en contraste, las acumulaciones volcánicas que forman los mayores elementos positivos del relieve tienen principalmente edades del Plioceno y Cuaternario. Si se considera el campo de deformación que cubre a estas tres provincias para el tiempo Oligoceno-Mioceno, se observa que se trata de una deformación heterogénea, con una zona de incompatibilidad que requiere una dirección de extensión horizontal NW-SE localizada en la zona donde se encuentra actualmente la FVTM. Para acomodar esa deformación, proponemos la ocurrencia de una extensión oblicua lateral izquierda.

GET-19

ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO XOLAPA EN EL SEGMENTO DE ACAPULCO, GUERRERO

Pérez Gutiérrez Rosalva y Solari Lovati Luigi
 Instituto de Geología, UNAM
 perez_rosalva@hotmail.com

En el marco del proyecto "Geocronología de U-Pb, isotopía y geología estructural en las migmatitas del Complejo Xolapa, Estado de Guerrero", se llevó a cabo la cartografía y el análisis estructural de la porción occidental del complejo, en el segmento comprendido entre Tierra Colorada y Acapulco, Guerrero.

Los paquetes litológicos que se identificaron dentro del Complejo Xolapa fueron paragneises, ortogneises y granitos con una deformación incipiente. Dentro de las dos primeras unidades se determinaron además, áreas con diferente grado de migmatización a los que se denominaron gneis migmatítico y migmatitas, además dentro de la intercalación de cuerpos de mármol cipolino. Las rocas se encuentran afectadas por metamorfismo de facies anfibolita, las relaciones entre los distintos paquetes son de intrusión y sus edades hasta ahora han sido consideradas jurásico-cretácicas.

El análisis estructural consistió de la interpretación de los datos de foliación, líneas, pliegues e indicadores cinemáticos, que sumado a la observación de microestructuras permitió la determinación de las características estructurales de cada una de las unidades. Lo anterior permitió establecer al menos cuatro fases de deformación que afectan a las rocas del Complejo Xolapa: D1) evento que genera plegamiento, superficies de foliación penetrativa S1 y lineación mineral, cuya edad se considera posterior a 165 Ma, ya que ésta es la edad de cristalización del protolito del ortogneis. D2) evento compresivo que desarrolla el plegamiento de la superficie S1, la consecuente superficie de crenulación ó S2 y lineación mineral. El desarrollo del metamorfismo-migmatización se considera posterior a las fases de deformación D1 y D2, tomando en cuenta que las migmatitas no se encuentran foliadas por S1, y los leucosomas se están intrusionando paralelamente a S2; por otro lado, la asociación mineralógica y estructuras relacionadas con el metamorfismo indican condiciones de alta temperatura y baja presión que se relacionan a un evento termal importante que acompaña la deformación. D3) es un evento de extensión y cinemática normal, que se relaciona con el emplazamiento de cuerpos graníticos los cuales presentan una superficie de foliación difusa; la edad obtenida para estos cuerpos es de ± 130 Ma y por lo tanto, ésta sería la edad mínima de D3. D4) corresponde a un evento compresivo que genera un plegamiento tardío de las superficies de foliación y líneas; es posterior a ± 130 Ma y anterior a ± 30 Ma, que es la edad de los plutones graníticos de Tierra Colorada y Xaltianguis, los cuales no presentan ésta deformación dúctil. Al parecer D4 se relaciona con la deformación que sufrió la cobertura sedimentaria del Terreno Mixteco que se encuentra al norte del área y que ha sido atribuida a la Orogenia Laramide de edad Cretácico tardío-Terciario temprano. Considerando lo anterior, se plantea una evolución compleja para las rocas del Complejo Xolapa que incluyen episodios de vulcanismo, deformación y metamorfismo que se desarrollaron por lo menos en el rango comprendido entre el Jurásico medio y el Paleoceno.

GET-20

TERRENO CUICATECO, SUR DE MÉXICO: EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE UNA CUENCA PULL-APART PARA 145-132 MA.

Angeles Moreno Edgar¹, Elías Herrera Mariano¹, Sánchez Zavala José Luis¹, Macías Romo Consuelo¹, Ortega Rivera Amabel² y Iriando Alexander²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
 edgarangelesm@yahoo.com

Con base en algunos datos geocronológicos y escaso material fósil el terreno Cuicateco en el sur de México se ha interpretado como: (1) una cuenca marginal oceánica (rift abortado) del Jurásico Superior-Cretácico comunicada con la cuenca del Caribe, posteriormente emergida y deformada durante el Cretácico Superior-Paleoceno; (2) una cuenca trasarco o arco volcánico continental-cuenca intrarco del Jurásico Superior-Cretácico Inferior en un escenario con zona de subducción al poniente y con polaridad al oriente; (3) una cuenca pull-apart del Jurásico Superior-Cretácico medio relacionada con una falla de transformación mayor en el borde occidental del Golfo de México. Datos nuevos de geología estructural, petrográficos y geocronológicos del borde occidental del terreno Cuicateco, en la región de Teotitlán, Oaxaca, que enseguida se discuten, son más consistente con el modelo de cuenca pull-apart.

En la región de Teotitlán se reconocieron dos unidades litotectónicas fundamentales: complejo metamórfico Mazateco y migmatitas Teotitlán. El complejo metamórfico es una unidad polideformada con una edad pre-Jurásico Tardío que consiste en ortogneises tonalíticos y graníticos, esquistos anfibolíticos y cuarzofeldespáticos, cuarcitas y esquistos de mica-granate con un metamorfismo regional en facies de esquistos verde/anfibolita. Las migmatitas Teotitlán están constituidas de gneises migmatíticos diorítico-tonalíticos ricos en hornblenda intercalados con gneises graníticos y bandas y lentes del complejo metamórfico Mazateco como parte paleosomática. El bandeamiento dominante migmatítico es NW-SE, se presentan estructuras asimétricas asociadas a una cizalla lateral derecha con dirección de flujo estructural del NW al SE. Las migmatitas cabalgan (estructura laramídica posterior) a una secuencia volcanosedimentaria del Titoniano-Valanginiano (Formación Chivillas) con vulcanismo submarino y detritos de basamento cristalino.

Los gneises migmatíticos diorítico-tonalíticos dieron edades $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (hornblenda) de 144.9 ± 1.5 Ma y 131.94 ± 0.86 Ma, mientras que los gneises graníticos fueron fechados por U-Pb SHRIMP (zircón) dando una edad promedio de 140.6 ± 1.5 Ma (16 puntos de análisis) para bordes de cristales de zircones, cuyos núcleos dieron edades grenvillanas que varían de 1000 ± 16 Ma a 1067 ± 26 Ma (protolitos del Complejo Oaxaqueño). Una facies pegmatítica de los gneises graníticos dió una edad $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (muscovita) de 133.31 ± 0.68 Ma. Esquisto de mica-granate del complejo Mazateco embebido en los gneises migmatíticos dieron una edad $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (mica blanca) de 132.18 ± 0.66 Ma, lo que indica claramente una rehomogenización isotópica del complejo Mazateco durante la migmatización.

Estos datos indican claramente un evento tectonotérmico (145-132 Ma) durante el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano con un gradiente geotérmico alto que migmatizó al complejo Mazateco en los niveles medios de corteza. La fuente de calor probablemente fue

astenosférica relacionada con adelgazamiento cortical importante como lo sugiere la abundancia de cuerpos máficos y ultramáficos en la región. Simultáneamente en los niveles superiores ocurrió una sedimentación marina volcanosedimentaria (Formación Chivillas). Todos estos elementos se interpretan como parte de la evolución de una cuenca pull-apart que en un marco más regional puede estar asociada a un sistema de fallas de transformación relacionadas con la tectónica del Caribe.

GET-21

ACTIVIDAD CENOZOICA DEL SECTOR NORTE DE LA FALLA OAXACA

Dávalos Álvarez Oscar Gabriel, Nieto Samaniego Ángel Francisco, Alaniz Álvarez Susana Alicia, Santa María Díaz Alfredo y Loza Aguirre Isidro
Centro de Geociencias, UNAM
odavalos@geociencias.unam.mx

La falla de Oaxaca (FO) es una falla normal cenozoica, ubicada en el sur de la República Mexicana. En el estado de Oaxaca, su traza se sobrepone a la zona de cizalla de Oaxaca (ZCO), esto se observa desde Miahuatlán hasta Teotitlán. A partir de esa localidad la FO se separa de la ZCO, se desvía con dirección NW hasta Tehuacán, Puebla. La ZCO se originó por un evento contractivo previo al Jurásico Medio, tuvo actividad como falla transcurrente en el Jurásico Medio, como falla normal entre el Jurásico Medio y el Cretácico Temprano, y para el Cenozoico se reactivó también como falla normal.

En la porción septentrional de la FO se formó una extensa fosa tectónica conocida como Valle de Tehuacán. Los poblados de Tehuacán, Puebla y Teotitlán, Oaxaca, se ubican hacia la porción centro-meridional de dicho valle. En la región de Teotitlán y dentro del valle se observaron abundantes depósitos lacustres, estos comúnmente aparecen en los mapas geológicos como Formación Tehuacán, o son referidos como cubierta cenozoica. De ellos se pueden separar dos secuencias sedimentarias, la más antigua está formada por lechos rojos de conglomerado en los que se observaron algunas capas de yeso. Esta unidad subyace otros depósitos que identificaremos como formación Mequitongo, la cual está formada por decenas de metros de capas alternadas de lodolitas, lutitas, areniscas y conglomerados, varían de colores café claro a verde, también se observan capas de color rojo y se encuentran abundantes concentraciones de yeso, lo que indica un ambiente de depósito continental lacustre, muy probablemente con un tirante de agua muy pequeño. Ambos depósitos cenozoicos son producto de fases erosivas posteriores a la orogenia Laramide y probablemente debidas al levantamiento de la Sierra Mazateca. Cubriendo discordantemente a la formación Mequitongo, hay abanicos aluviales del Reciente.

Los lechos rojos y los depósitos lacustres se encuentran basculados, existiendo una discordancia entre ellos. En los depósitos lacustres se observan pliegues, teniendo como zona de despegue las capas de yeso. Se observa una transición del valle hacia la Sierra Mazateca, de los lechos rojos descritos, a un depósito de conglomerado sin yesos y con cantos gruesos, mayormente de rocas metamórficas. Esa variación litológica puede explicarse por un cambio de facies al acercarse a la fuente de sedimentos, o podría interpretarse como el producto de un evento tectónico previo al depósito de la formación Mequitongo.

Para la deformación cenozoica en esta porción de la FO se puede identificar al menos tres eventos tectónicos activos durante el terciario, el primero generó la cuenca donde se depositaron los lechos rojos, el segundo produjo el basculamiento de éstos, y el tercero basculó a la formación Mequitongo. Se puede limitar la edad de esta última deformación con el depósito de los abanicos aluviales, en los cuales se observó que no están afectados por fallas, lo que implicaría que en esta zona de la FO no hubo deformación en el Reciente.

GET-22

INTERPRETACION GEOFISICA EN EL FRENTE TECTONICO DE LOS TERRENOS ZAPOTECO Y CUICATECO, OAXACA

Belmonte Jiménez Salvador¹, Campos Enríquez J.O.², Ortega Gutierrez Fernando² y Navarro Mendoza Susana¹
¹ CIIDIR, IPN, Oaxaca
² Instituto de Geofísica, UNAM
sbelmont@prodigy.net.mx

Se determinaron las características geológico tectónicas de un frente tectónico (zona de sutura) donde convergen los terrenos tectonoestratigráficos Zapoteco (poniente) y Cuicateco (oriente), delimitados por la Falla de Oaxaca, a partir de la interpretación de estudios de gravimetría y magnetometría, ubicado en los valles centrales de Oaxaca, México. Se realizó la interpretación conjunta de seis perfiles a través del modelado directo en 2 1/2 D. También se determinaron profundidades a las fuentes a partir de la inversión de datos usando la técnica de Euler. Ambos métodos han proporcionado resultados semejantes.

Se ha determinado que el terreno Zapoteco cabalga sobre el Cuicateco, cuyas densidades son en promedio de 2.8 gr/cm³ para el primero y de 2.67 gr/cm³ para el segundo. El rango de variación de las susceptibilidades magnéticas es de 0.001 a 0.00505 cgs para el terreno Zapoteco y de 0.001 a 0.00455 para el Cuicatec. Se sugiere que la Falla de Oaxaca se extiende hacia el sur de la ciudad de Oaxaca.

El comportamiento del coeficiente de compensación isostático, indica que el equilibrio isostático en esta zona se ha realizado entre un 52 y 92%, siendo mayor hacia el terreno Zapoteco.

GET-23

DEFINICIÓN Y CINEMÁTICA DEL SISTEMA DE FALLAS TZITZIO-ALTAMIRANO, EN LA REGIÓN DE TIQUICHEO-ERÉNDIRA, ORIENTE DE MICHOACÁN

Morales Gámez Miguel¹, Centeno García Elena², Tolson Gustavo², Benammi Mouloud³ y Martínez Hernández Enrique²
¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
² Instituto de Geología, UNAM
³ Instituto de Geofísica, UNAM
morzuz@yahoo.com

En el presente trabajo se describe un sistema transcurrente denominado Sistema de Fallas Tzitzio-Altamirano (SFTA), estudiado en la región de Tiquicheo-Eréndira ubicada al sur del Cinturón Volcánico Mexicano en el Oriente de Michoacán, el cual está vinculado íntimamente a la estructura regional conocida como Anticlinal de Tzitzio. El SFTA se definió a partir de la relación que existe entre las fallas que ponen en contacto las rocas volcánicas y sedimentarias marinas y continentales jurásico-cretácicas, asociadas al

arco del Terreno Guerrero, que afloran en esta región y que presentan una deformación previa al depósito de las rocas sedimentarias continentales del Cretácico Superior (Maestrichtiano) de la Formación Cutzamala, con las cuales están en contacto tectónico o las subyacen discordantemente. Este rasgo estructural se manifiesta linealmente desde Tzitzio, Michoacán hasta Altamirano, Guerrero, con una dirección ~Norte-Sur, y está definido por la inclinación de los depósitos continentales.

La dirección del sistema de fallas Tzitzio-Altamirano en general es ~Norte-Sur. El contacto entre rocas marinas y continentales, hacia el Oeste de la región Tiquicheo-Eréndira, es por medio de fallas laterales y presentan arreglo trenzado como estructuras menores. Al Sureste de la región de estudio las rocas marinas y continentales de arco forman horts limitados por fallas laterales con una componente vertical importante con una dirección Noroeste-Sureste y con estrías que indican un movimiento lateral izquierdo, mientras que al Este de los afloramientos de rocas marinas, el contacto es por medio de fallas laterales con arreglos en échelon que tienen una dirección ~Norte-Sur y están asociadas a fallas con desplazamiento lateral con una dirección Este Noreste-Oeste Sureste. Además se observa una serie de fallas Riedel derechas e izquierdas, así como pliegues de arrastre a lo largo de las zonas de falla principales. Algunos planos del sistema principal son continuos y presentan brechas de falla de más de 150 m. de ancho. Otros forman sistemas trenzados, que contiene bloques de metros a decenas de metros de diámetro. Las fallas también se hospedan en los cuerpos de rocas marinas más antiguas.

La cinemática de la deformación se plantea como un sistema de fallas laterales izquierdas asociado a una componente de compresión que elevó el núcleo de la estructura de Tzitzio, por lo que se propone que la configuración del sistema de fallas tuvo relación con una componente lateral importante asociada a un proceso de compresión que elevó y puso en contacto rocas marinas pre-cretácicas con rocas sedimentarias del Cretácico Superior. Se desconoce la edad de la deformación, pero se sabe que es pos Maestrichtiano y posterior a la acreción del Terreno Guerrero. De esta manera se propone que la deformación observada en la región de estudio está asociada a un sistema de fallas transpresivo pos-Cretácico Tardío, y presenta regionalmente la morfología de una zona de transferencia (bending) con terminación en una distribución de fallas en forma de cola de pez. El levantamiento del núcleo de la zona de falla dio lugar a la morfología actual que se observa en la Sierra de Huetamo-Tzitzio.

GET-24

AGE OF FORMATION OF THE TZITZIO ANTIFORM AND STRUCTURAL CONTROL OF VOLCANISM IN EASTERN MICHOACÁN AND WESTERN GUERRERO

Ferrari Luca¹, Cerca Martínez Mariano², López Martínez Margarita³, Serrano Duran Lina¹ y Gonzalez Cervantes Norma¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

³ Depto. de Geología, CICESE
luca@geociencias.unam.mx

As a part of a wider project recently funded by CONACyT we began a regional study in an area immediately to the south of the Trans-Mexican Volcanic Belt between Morelia, Huetamo, Tejuipilco and Zitacuaro. This region exposes a thick late Cretaceous-early Miocene volcanic and sedimentary succession that allow to study the tectonic and magmatic interplay during and after the Laramide deformation in southern Mexico. The basement of this succession consists of a

Jurassic-Cretaceous low-grade metamorphic sequence (San Lucas Fm. and Tejuipilco schists) and the Aptian-Turonian Arcelia-Palmar Chico submarine volcanic and carbonates succession (GAP). These rocks are covered by: 1) a Late Cretaceous to Eocene continental sedimentary succession (red beds) with local shallow marine carbonates intercalations and, 2) Eocene to early Miocene silicic to intermediate ignimbrites as well as mafic dikes and lavas. Rocks belonging to the basement and to the red beds succession are involved in the ~N-S antiforms of Tzitzio-Huetamo and Tejuipilco, whose age of deformation is poorly constrained. To the east the Teloloapan-Ixtapan thrusts have a well constrained Laramide age. The red beds have been traditionally included into the Tertiary Balsas Group. Nevertheless, the lower part of the succession, mainly made of a strongly welded andesitic to basaltic conglomerate for which a Late Cretaceous age was suggested, was considered the product of the erosion of the Amenguaricuaro marine volcanic arc, coeval with the GAP (CRM, 1999). The recent findings of Maastrichtian dinosaur fossils in the red beds forming the eastern part of the Tzitzio-Huetamo antiform (Moulo et al., 2003) confirms a Late Cretaceous age for the lower part of the red beds succession. However, lavas in the Amenguaricuaro area are basically undeformed and entirely continental. Also, we have dated them by the 40Ar/39Ar method obtaining a Late Eocene age. A similar age was obtained for the Purungueo subvolcanic body, which clearly post-dates the formation of the Tzitzio antiform. Our ages imply that the red beds are unrelated with the Amenguaricuaro lavas and that the formation of the Tzitzio structure occurred in the Paleocene. We thus consider the Tzitzio and Tejuipilco antiforms as formed during a late phase of Laramide shortening that follows the thrusting of the GAP onto the Tejuipilco schists. The Laramide structures were later cut by a WNW trending shear zone that run from El Limon to the Taxco-Iguala area. This is a kilometer-scale wide fault system that displaces in a right lateral sense the Tzitzio and Tejuipilco antiform as well as the Teloloapan-Ixtapan Laramide thrusts. Furthermore, this crustal shear zone control the subsequent emplacement of the Nanchititla, La Goleta and Taxco silicic centers (late Eocene-early Oligocene) as well as a large swarm of mafic dikes exposed between Tuzantla, Bejucos y El Limón. Further to the SE, the Tilzapotla resurgent caldera (Moran- Zenteno et al. 2004) seems to be related to this structure as well. Available ages constrain the formation of this crustal shear zone, the cause of its formation is presently unknown, to Late Paleocene-Early Eocene times.

GET-25

LA EVOLUCIÓN GEODINÁMICA DE LA REGIÓN ÍSTMICA DE TEHUANTEPEC Y MATÍAS ROMERO, OAXACA; ELEMENTOS PARA LA RECONSTITUCIÓN DE LA HISTORIA TECTÓNICA Y ESTRUCTURAL

Ortuño Arzate Salvador y Romero Moguel Cuauhtémoc
Instituto Mexicano del Petróleo
sortuonoa@imp.mx

En el área del Istmo de Tehuantepec, región de Matías Romero y Palomares, afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las rocas ígneas constituyen el basamento denominado Paleozoico Ígneo y Metamórfico. Sobreyaciendo discordantemente a este basamento se encuentra la serie mesozoica de las formaciones Todos Santos, Mogoñé, el Porvenir, Potrerillo, Paso de Buques y el Grupo Sierra Madre. Las rocas metamórficas son las correspondientes a las unidades denominadas "Complejo Ramos Millán" y "Cretácico Superior Metamórfico".

La evolución tectónica desde el Triásico Tardío al Cretácico Tardío condicionó y determinó la sedimentación y los ambientes de depósito; desde los abanicos aluviales con aporte de materiales volcánicos de la Fm. Todos Santos, hasta los ambientes marinos de submarea somera semirrestringida de sedimentación calcárea-terrágena del Cretácico.

Posteriormente, durante el Cretácico Tardío hasta el Oligoceno Mioceno, ocurre la principal deformación tectónica del basamento, así como de su cubierta sedimentaria mesozoica. Esta deformación, de carácter compresivo-transpresivo, ocasiona la generación de rocas metamórficas cataclásticas a partir de las unidades ígneas y sedimentarias preexistentes ("Complejo Ramos Millán" y "Cretácico Superior Metamórfico"). La deformación tectónica más intensa tiene lugar durante el Mioceno, la cual tiene como consecuencia en el ámbito regional, el desplazamiento del Macizo de Chiapas hacia el Noreste, y el consiguiente plegamiento y expresión estructural de la Sierra de Chiapas.

El entendimiento de la evolución tectónica de esta región del sistema cordillerano en el Istmo de Tehuantepec es de fundamental importancia para definir la geodinámica regional de las placas tectónicas del Sur de México, así como los efectos de los movimientos de estas placas en la conformación geológica compleja de este sector de México.

Palabras clave: Sistema cordillerano, geotectónica, rocas cataclásticas, la Zacatera, Istmo de Tehuantepec, México.

GET-26

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LA REGIÓN DE TAMAZULAPAM-NOCHIXTLÁN, OAXACA

Santa María Díaz Alfredo, Alaniz Álvarez Susana Alicia, Nieto Samaniego Angel Francisco, Dávalos Álvarez Oscar Gabriel y Loza Aguirre Isidro
Centro de Geociencias, UNAM
santamaria@geociencias.unam.mx

Se presenta la cartografía geológico-estructural de un transecto de la región de Tamazulapam-Nochixtlán, en el estado de Oaxaca enfatizando la deformación terciaria. La zona de estudio está comprendida entre las coordenadas geográficas 16° 21' y 18°00' de Latitud Norte y 97° 05' y 97° 45' de Longitud Oeste. En esta región del sur de México se han reportado fallas mayores a nivel regional, la Falla Caltepec y la Falla Tamazulapam y una falla izquierda E-W (Falla Las Pilas) que modifica el eje del Anticlinal de Teposcolula. La primera es una falla transpresiva orientada NNW-SEE de edad pérmica, mientras que la segunda es una falla lateral izquierda orientada NW-SE de edad cenozoica. Ambas se han propuesto como límite entre los basamentos de los complejos Acatlán y Oaxaqueño. En este transecto afloran secuencias estratigráficas cuyas edades varían desde el Precámbrico hasta el Terciario. La primera secuencia está constituida por el Complejo Oaxaca de edad precámbrica. La segunda secuencia del paleozoico inferior la compone la Formación Tiñu. La tercera secuencia del cretácico la componen las Formaciones San Juan Teita, Teposcolula, Tilantongo y Yucunama. La cuarta secuencia del Terciario está compuesta por las Formaciones Tamazulapam, Yanhuitlán, Chilapa, depósitos epiclásticos y tobas, Andesita Yucudaac, Toba Llano de Lobos y rocas volcánicas de composición andesítica, estas formaciones afloran en casi todo el transecto, en Tamazulapam, Tepelmeme, Yanhuitlán y Nochixtlán. El fallamiento principal en la región tiene un rumbo preferencial NW-SE, y se asocian a este sistema

fallas normales con inclinaciones de 50° a 60° al NE, y fallamiento lateral izquierdo y derecho con inclinaciones de 70° al NE o SW, el fallamiento normal está presente en casi toda la secuencia terciaria, a excepción de la secuencia volcánica, mientras que el fallamiento lateral se manifiesta en la formación Chilapa y en la secuencia volcánica. Respecto a las grandes estructuras regionales, se logró documentar al sureste de Tamazulapam que la Falla Tamazulapam tiene una orientación NW-SE con una componente lateral izquierda, mientras que la Falla Caltepec es muy difícil determinar con precisión su trazo ya que existe una zona muy grande donde puede pasar su trazo. Cerca del poblado de Tamazulapam se midieron varias fallas que registran deformación oligocénica. La actitud de la falla más importante que observamos es 200°/45°, contiene ca. 7 m de brecha y ca. 15 cm de salbanda de clorita, muestra desplazamiento lateral derecho; las estrías cortan un juego de estrías previo cuyo sentido no se logró determinar, la falla es posterior al depósito de la Formación Chilapa oligocénica. Esta formación contiene un pliegue con línea de charnela 220°/20°. Al noreste de Tamazulapam se midieron fallas normales (025°/60°) afectando la Toba Llano de Lobos de 26 Ma (Martiny et al., 2000). Se documentó también una zona de fallas normales de ca. 350 m de ancho, con orientación ca. 075°/60°. Todo este conjunto de estructuras indica un evento posterior a los 26 Ma con dirección de extensión máxima hacia el NE. Adicionalmente se documentaron fallas menores laterales compatibles con esa dirección de alargamiento.

GET-27

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL E IMPLICACIONES TECTÓNICAS DE UNIDADES METAMÓRFICAS DEL ÁREA DE LA VENTA, ESTADO DE GUERRERO

Torres De León Rafael¹ y Solari Lovati Luigi²

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

² Instituto de Geología, UNAM
torresdeleon@hotmail.com

Se presentan los resultados previos de un estudio realizado en la región de La Venta, sur del Estado de Guerrero, en esta zona se encuentran en relación tectónica el Complejo Xolapa, la Formación Chapolapa y la caliza Morelos, las evidencias estratigráficas y estructurales señalan una historia de deformación compleja para estas unidades.

El Complejo Xolapa está formado por una variedad litológica representada por gneises de biotita y/o de moscovita, de hornblenda, augengneis, esquistos de moscovita o de biotita, estas unidades fueron deformadas y metamorizadas en condiciones de alto grado (Dx). Además son intrusionadas por metagranitoides deformados.

La Formación Chapolapa consiste de una secuencia metavolcánica y metasedimentaria intercaladas que está metamorizada en facies de esquistos verde y posee deformación dúctil milonítica (Dx+1). La secuencia metavolcánica es compuesta de metandesitas, metadacitas y metarriolitas, mientras que la secuencias metasedimentarias son filitas, metabrechas y metaconglomerados. El metamorfismo de esta formación es caracterizado por la presencia de clorita, epidota y sericita.

En la secuencia metavolcánica se diferencian dos paquetes: milonítico y no milonítico. El paquete milonítico se caracteriza por una foliación espaciada consistente de dominios de clivaje constituidos de clorita y sericita y microlitones formados por cristales individuales de plagioclasa o cuarzo y una matriz de cuarzo finamente recrystalizada.

Además muestra indicadores de sentido de cizalla entre los cuales hay porfiroclastos envueltos tipo sigma y delta (formados por plagioclasa, cuarzo, epidota y clorita), V pull aparts, fracturas sintéticas y antitéticas, etc. Estos indicadores predominantemente señalan un sentido de cizalla correspondiente a falla normal con buzamiento hacia el NW. Por su parte, el paquete no milonítico presenta fábricas ígneas relictas que varían de porfídica a fanerítica. Los porfiroclastos de cuarzo, en ambos paquetes, poseen estructuras de deformación intracristalina como subgranos, bandas de deformación y láminas de deformación. Esta unidad fue plegada después de la deformación dúctil (Dx+2).

El contacto superior de esta formación es con la caliza Morelos a través de la cabalgadura La Venta (Dx+2) y el contacto inferior es con los metagranitoides El Pozuelo y Las Piñas y gneises del Complejo Xolapa a través de una falla normal (Dx+3). La cabalgadura La Venta es una estructura probablemente laramídica, convexa e inclinada hacia el norte, orientada en sentido NW-SE y con variaciones en su inclinación entre 25° a 45°.

Los metagranitoides El Pozuelo y Las Piñas se encuentran entre los gneises Xolapa y la Formación Chapolapa, están foliados, lineados y poseen indicadores de sentido de cizalla que indican la misma cinemática que en la Formación Chapolapa, asimismo, están metamorfozados en facies de esquistos verde (Dx+1). Debido a que las estructuras y metamorfismo de estas unidades son concordantes se concluye que fueron deformadas y metamorfozadas contemporáneamente. La edad preliminar del metagranito El Pozuelo es de 130 Ma y representa el límite inferior para este evento de metamorfismo y deformación.

GET-28

DO PLUMES EXIST?

Foulger Gillian R.

Dept. Earth Sciences, University of Durham, U.K.

foulger@edu.uk

Mantle plumes were originally proposed in 1971 by W. Jason Morgan to explain intraplate volcanism, and large-volume ridge-centred volcanism, that seemed to be not explicable by plate tectonics. He defined precisely their characteristics and consequences, such that the original, classical plume hypothesis was readily testable. However, subsequent research tended to not confirm the predictions. Large igneous provinces have been found to be not preceded by the predicted uplift, many "hot spots" are not associated with time-progressive volcanic tracks, seismic anomalies extending down into the deep mantle have often not been seen, and at many "hot spots" there is no evidence that they are hot.

Nevertheless, instead of the theory being abandoned as is done, for example, in medical research if a drug is found to not produce the predicted results, the plume model was retained. The problems were dealt with by progressively adapting the theory in an ad hoc fashion to include the unpredicted observations. Plumes have been proposed to come from almost any depth, to rise vertically or tilt, to flow for thousands of kilometres laterally, to have narrow or broad conduits, to have no plume head, one head, or multiple heads, to produce steady or variable flow, to be long- or short-lived, to speed up or slow down, to have a source that is either geochemically depleted, enriched, or both, to have either high or low $3\text{He}/4\text{He}$ and to be either hot or cold. Thus, the contemporary plume theory is not falsifiable, but has become so flexible it has become a data-independent, a priori

assumption. Many research papers are nothing more than reports that list new data and then suggest how the plume model must be adapted to fit them. Such an approach is unscientific. Worst, it is distracting many scientists from seeking scientific explanations for various volcanic regions.

There has recently been renewed interest in considering alternative models for "hot spots" that may fit the observations with few ad hoc assumptions or appeals to coincidence. One of these proposes that all surface volcanism is essentially a shallow phenomenon, has nothing to do with the deep mantle, and volcanic "anomalies" are simply the by-products of plate tectonics. This theory attributes "hot spots" to permissive volcanism in areas of extension. The volumes of melt produced, which may be large in the case of tholeiitic provinces such as Hawaii, or small in the case of alkaline volcanism in continental rifts, are controlled by the fertility of the underlying source. The presence of eclogite or pyroxenite in the source, or refertilised peridotite, will result in larger volumes of magma than if the extending region is underlain by depleted peridotite. Volatile content and temperature will also affect melt volumes, but in a secondary way.

A third of all the world's "hot spots" lie on or close to spreading plate boundaries. Extending intraplate regions such as the East African Rift and back-arc basins are also commonly associated with "hot spots". Fertility may be introduced to the mantle by subducting slabs. The crustal portion transforms to eclogite at depth. Other sources of fertility are the metasomatised mantle lithosphere of subducted slabs and continental mantle lithosphere, which may delaminate following thickening as a result of continental collision. Refertilised mantle may have a solidus as much as 200°C lower than that of depleted mantle peridotite. The melting of such material beneath an extending area may yield several times as much melt as would be extractable at the same temperature from depleted peridotite.

This alternative model for the genesis of "hot spots" raises new questions and challenges. Can the melt volumes observed be quantitatively modeled? How should seismic tomography images be interpreted? How hot are "hot spots"? Are deep mantle plumes physically possible? What is the relationship between large igneous provinces and volcanic chains? Can geochemical observations be reconciled with a fertile source at relatively normal temperatures? What is the origin of high $3\text{He}/4\text{He}$? Right or wrong, the present challenge to the plume hypothesis and the innovative thinking it is encouraging, is unearthing many novel new research problems that have long gone unrecognised.

GET-29

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LAS CADENAS PLEGADAS Y CABALGADAS DEL OCCIDENTE DEL GOLFO DE MÉXICO: SIERRA MADRE ORIENTAL-SIERRA DE ZONGOLICA-SIERRA DE CHIAPAS

Padilla y Sánchez Ricardo José

Facultad de Ingeniería, UNAM

ricardoj_padilla@yahoo.com.mx

La evolución geológica de la Sierra Madre Oriental-Sierra de Zongolica-Sierra de Chiapas está íntimamente ligada con los procesos tectónicos que dieron origen al Golfo de México. La fragmentación y dispersión de la Pangea en el área que hoy ocupa la porción oriental de México comenzó durante el Triásico Tardío (~220 ma). La apertura del Golfo de México dió paso a la formación de un sistema

de grabenes alargados, estrechos y orientados NW-SE en la parte que corresponde al occidente de la ubicación actual de esta cuenca oceánica. En esas depresiones se depositaron lechos rojos en condiciones continentales desde el Triásico Superior hasta el Jurásico Medio (Bajociano, 169 ma) que posteriormente fueron cubiertas por aguas marinas para depositar grandes volúmenes de sal durante el Calloviano (164-159 ma). El área del actual Golfo de México estaba entonces ocupada por el Bloque Yucatán, mismo que se desplazó muy rápido hacia el sur-sureste, del orden de 400 km, hasta la posición que ocupa actualmente, en un lapso de tiempo de 5 millones de años. Como consecuencia de ese movimiento tan súbito, hablando en tiempo geológico, se creó un desequilibrio isostático importante que provocó largos períodos de subsidencia en la parte central del Golfo de México, acompañados de importantes levantamientos en las áreas continentales y en los bordes de la cuenca oceánica. Las Cadenas Cabalgadas y Plegadas del oriente de México se formaron por un deslizamiento gravitacional hacia la gran depresión del Golfo de México como una consecuencia de ese desequilibrio isostático; el nivel de décollement sobre el que se deslizaron las secuencias sedimentarias marinas mesozoicas se ubica en las rocas dúctiles Jurásicas del Oxfordiano-Tithoniano. La edad de la deformación en la Sierra Madre Oriental es más antigua (Paleoceno-Eoceno), que la deformación en la Sierra de Zongolica (Eoceno-Mioceno Medio), o que en la Sierra de Chiapas (Mioceno Medio). Se presenta una reconstrucción de tectónica de placas sustentada en datos geológicos de campo, datos geofísicos e información paleogeográfica.

GET-30

ESTRUCTURAS TRANSCURRENTES EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL: UNA PERSPECTIVA DESDE EL CIELO

Sanguinetti Marco y Sorrentino David
Schlumberger
sanguinetti1@reynosa.oilfield.slb.com

En el presente trabajo se analizan los mecanismos de deformación y la cinemática de alguna de las estructuras presentes en la Sierra Madre Oriental de México, en función de la interpretación de imágenes satelitales Landsat de alta resolución.

Así mismo, se fortalece la hipótesis de los mecanismos transcurrentes responsables de la deformación de la Sierra Madre Oriental, ya planteada anteriormente por algunos autores, como resultado de la convergencia oblicua de las placas intervinientes desde el Turoniano hasta el presente.

Se estudia en particular las estructuras presentes en torno a la localidad de Jaumave, Ciudad Victoria y en el denominado Arco o Saliente de Monterrey. Se establece la relación de estas estructuras con respecto al esfuerzo tectónico principal máximo y se deduce la cinemática y estilo de deformación de las mismas. Por otro lado, se vincula temporo-espacialmente esta tectónica con el magmatismo de tipo alcalino observable a lo largo de todo el frente de la Sierra Madre Oriental (Provincia Alcalina Oriental de México).

Finalmente, se plantea la discusión en cuanto a la co-sanguineidad de esta tectónica con el origen y evolución de las cuencas sedimentarias petroleras adyuntas a la Sierra Madre Oriental.

GET-31

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANOMALÍAS GEOFÍSICAS Y MORFOMÉTRICAS ASOCIADAS A LOS RASGOS ESTRUCTURALES MAYORES DEL SW DEL GOLFO DE MÉXICO

Sandoval Ochoa J. Héctor¹, Aguayo Camargo J. Eduardo¹ y Araujo Mendieta Juan²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto Mexicano del Petróleo
jaraujo@imp.mx

Con los datos analizados y de la distribución resultante de anomalías o rasgos geofísicos y geomorfométricos observados en el mar del suroeste del Golfo de México, se hizo una hipótesis de trabajo, para revisar e identificar la organización morfoestructural y geodinámica actual de sus regiones marina y terrestre.

Los datos utilizados de los levantamientos de: batimetría, (Bryant et al., 1984), hipsometría (SDN), sismología multicanal regional y somera y gravimetría, han sido retomados de las últimas tres décadas a partir de los proyectos CICAR, IDOE (1970-1982) y satelitales de NOAA-UCSD-SIO/UNAM (<2000). Asimismo, se han realizado interpretaciones holísticas del modelado en base a una metodología de Geomorfometría Avanzada aplicada en la región.

Se da una síntesis de la distribución espacial y regional de los rasgos y elementos estructurales mayores que se asocian respectivamente, a las anomalías observables y ponderables de la geofísica y la morfometría de la corteza terrestre, la cual está influenciada por los basamentos y la cima solidificada del manto superior del Golfo. La distribución de diez compartimientos, rasgos o elementos estructurales submarinos y terrestres, resulta de un sistema geodinámico de movimientos relativos verticales y horizontales heredados de su evolución principalmente neogénica y del Reciente y que se observan actuando hoy día, de acuerdo a la información discutida aquí.

Así en lo general, se da el comportamiento de la organización estructural geotectónica y se muestra en lo particular, la presencia de las prolongaciones protuberantes de las estructuras continentales precenozoicas de las sierras SE de México que, como un Bloque Esfenoidal soterrando y elevado bajo el subfondo marino del SW del Golfo de México yace debajo del Prisma Sedimentario del Terciario-Reciente.

GET-32

ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DOMOS DE SAL DE LA CUENCA SALINA DEL ISTMO

Arellano Gil Javier¹, Yussim Guarneros Sergio² y Aguilar Pérez Luis Antonio¹

¹ División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
arellano@servidor.unam.mx

Las estructuras dómico-diapíricas del sureste de México se encuentran en la denominada Cuenca Salina, que se ubica en el estado de Tabasco y en el sur del estado de Veracruz. Las estructuras más importantes, por sus dimensiones, son los domos de Jaltipan, Coahuila, Tequistepec, Coahuila, Chinameca, Tonalá y Magallanes, y son de gran interés económico, ya que forman excelentes trampas

petroleras, yacimientos de azufre y de diferentes sales. El modelo propuesto para la formación de estas estructuras es el siguiente: la sal se depositó originalmente en estratos horizontales a finales del Calloviano e inicios del Oxfordiano en un ambiente de tipo sabka, durante la transgresión asociada a la apertura del Golfo de México, alcanzando espesores superiores a los 1000 metros. En esta etapa, ya sea por ligeros esfuerzos tangenciales o por erosión, se formaron pequeñas elevaciones que fueron el punto de partida para el desarrollo de los domos; posteriormente, la cuenca salina cambió a una fase de subsidencia relativamente rápida, por lo que la sal dejó de acumularse y se depositaron otras secuencias sedimentarias marinas de mayor densidad: se acumularon primero carbonatos de plataforma y después una gruesa columna de siliciclásticos. El espesor de la secuencia sedimentaria que se acumuló sobre las evaporitas, fue ligeramente mayor en los flancos de los promontorios formados previamente, pues por diferencia de densidades de la sal (1.8 a 2.11 g/cm³) con otros sedimentos, tiende a sostenerse en alto como si flotase. La sal del lecho madre fue alimentando a los domos por abajo con movimiento inicialmente horizontales y después verticales, en tanto que los sedimentos terrígenos fueron aumentando su espesor y en consecuencia la carga litostática sobre el domo y sus alrededores, mientras que el basamento continuaba hundiéndose. La alimentación del domo pudo haber terminado cuando el espesor del lecho madre (sal) se aproximó a cero en sus flancos, o cuando se alcanzó el equilibrio isostático entre la columna de sal y los terrígenos de la cubierta (con densidades entre 2.65 y 2.75 g/cm³), o bien, cuando terminó el hundimiento de la cuenca. Se considera que la fuerza principal que construyó el domo salino se deriva de la diferencia de densidades entre las evaporitas y los sedimentos de la cubierta; la sal impulsó a la primera capa a plegarse e intrusar a los sedimentos suprayacentes, elevándose sobre el lecho madre, después de que éste alcanzara una profundidad suficiente para que dicha fuerza pudiera vencer la resistencia que le opone la cubierta sedimentaria. La forma final de cada domo estuvo condicionada por la configuración inicial de la sal, por el espesor del lecho madre, por la resistencia mecánica de las rocas suprayacentes, por la temperatura y por la viscosidad de la sal. La intrusión no debió ser rápida, sino progresiva durante el Oligoceno y Mioceno, y se inició en el momento en que hubo la suficiente carga litostática sobre los sedimentos evaporíticos.

GET-33

ANÁLISIS DE LA TECTÓNICA DE RUPTURA A ESCALA DE NÚCLEOS DEL CAMPO PETROLERO CANTARELL

Velasquillo Martínez Luis G.¹, Ramírez Hernández Hugo¹, Xu S-S¹, Grajales Nishimura José Manuel¹, Murillo Muñetón Gustavo¹ y García Hernández Jesús²

¹ Programa YNF, Instituto Mexicano del Petróleo

² Exploración y Producción, PEMEX
lgvelas@imp.mx

Se presentan los resultados del análisis de la tectónica de ruptura a escala de núcleos (fallas y fracturas con longitudes inferiores a 20cm) y su relación con las fallas cartografiadas en el subsuelo (> 1000m) que afectan los Bloques Akal (alóctono) y Sihil (autóctono) del campo petrolero Cantarell, en la Sonda de Campeche. Los estudios geológicos y geofísicos han puesto en evidencia que Cantarell es un complejo estructural con tres relieves: Bloque Akal, Bloque Nohoch y Bloque Chac. Las configuraciones estructurales, obtenidas a partir de datos sísmicos, muestran que el Bloque Akal se caracteriza por un frente de cabalgamiento en sus flancos septentrional y oriental (fallas inversas imbricadas que se unen en profundidad) y fallas de

desplazamiento lateral (evento compresivo del mioceno inferior-medio), así como un sistema complejo de fallas normales (episodio extensivo posterior). Este estudio se desarrolló con la finalidad de caracterizar los sistemas de fracturas y su posible impacto en la circulación de fluidos. Los datos estructurales medidos a escala de núcleo fueron: (1) azimut e inclinación de los horizontes estratigráficos y de las fracturas (2) los parámetros que caracterizan a las fallas (tipo de falla, orientación del plano de falla, estrías o indicadores cinemáticos). El estudio de estos datos nos permite plantear las siguientes conclusiones:

El fracturamiento se concentra principalmente en una brecha carbonatada del límite Cretácico-Terciario (BKT). Se identificaron dos sistemas principales de fracturas: tempranas y tardías. Las fracturas tempranas se caracterizan por un ensanchamiento por disolución y cementación por dolomita y un sistema de fracturas tardías impregnadas de hidrocarburos, sin disolución ni cementación. Los sistemas de fracturas tempranas presentan patrones muy irregulares y direcciones arbitrarias que son cortadas por las fracturas tardías que presentan inclinaciones mayores a 60°. Esto implica que la circulación de fluidos y la conexión de los sistemas de fracturas esta controlada por el sistema de fracturas tardías.

Se observó que algunos planos de fallas identificados en los núcleos presentan una superposición de estrías. Estas observaciones nos permiten poner en evidencia que las estrías asociadas con un movimiento de falla normal cortan a las estrías ligadas con fallas de desplazamiento lateral. Esto implica que algunas fallas de desplazamiento lateral (evento compresivo) fueron reactivadas posteriormente con un movimiento normal (evento extensivo).

Por último, se determinó que a nivel de la BKT el Bloque Akal presenta una mayor intensidad de fallas normales y de fracturas que el Bloque Sihil. Lo cual implica que el evento extensivo no afectó de manera significativa a las unidades litoestratigráficas que subyacen a la BKT en el bloque Akal y por lo tanto tampoco al Bloque Sihil.

GET-34

DOS CASOS DE DISCORDANCIAS PROGRESIVAS EN LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS EN MÉXICO

Arellano Gil Javier¹ y Yussim Guarneros Sergio²

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

² Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
arellano@servidor.unam.mx

Desde el punto de vista geológico, una discordancia estratigráfica consiste en una ruptura en la continuidad en el registro estratigráfico, causado por erosión o por ausencia de sedimentación. Este concepto refiere la relación total existente entre dos secuencias geológicas, correspondiendo esta interpretación a un punto de vista en donde los cambios se dan en regiones tectónicamente estables y no de manera continua. Sin embargo, el depósito de muchas de las secuencias sedimentarias del Cretácico Superior de México se vio afectado por la actividad tectónica correspondiente a la Orogenia Laramide, lo que lleva a considerar el uso de una conceptualización y terminología que refleje claramente las características dinámicas de los depósitos sedimentarios.

De esta manera, se aplican nuevos conceptos para relacionar las etapas tectónicas con las sedimentarias. Por un lado, se presentan las discordancias sintectónicas que corresponden a "cualquier tipo de

discordancia en la que la sedimentación y la formación de la megaestructura discordante angular han sido contemporáneas del proceso tectónico que la ha engendrado" (Vera, 1994). Por otra parte, una discordancia progresiva constituye una "discordancia continuada por una acumulación vertical de cuñas sedimentarias todas ellas dirigidas hacia el flanco activo (cabalgamiento, flanco del anticlinal, etc.) formando un abanico abieto abieto hacia el centro de la cuenca" (Vera, 1994).

Las discordancias progresivas se forman siempre en el borde del frente activo de una megaestructura adyacente a una cuenca, que se levanta simultáneamente a la sedimentación. Esto condiciona la distribución geográfica de las unidades sedimentarias, en donde los mayores espesores se encuentran hacia el borde activo de la cuenca, en donde también se presenta la deformación sintectónica.

En la secuencia Cretácica de México se presentan dos ejemplos muy claros de discordancias progresivas: lo que se conoce como el Canal de Chicontepec, ubicado en el límite de los Estados de Puebla y Veracruz, y la Cuenca de Flexión de Maconí, en el límite de los Estados de Querétaro e Hidalgo. La identificación y modelado de este tipo de discordancias permite elaborar mejores estrategias de exploración y explotación de los recursos asociados a estas cuencas, como son los yacimientos petroleros y minerales.

GET-35

EL USO DE VETAS DE DEFORMACIÓN PARA DESCIFRAR EL DESARROLLO PROGRESIVO DE PLIEGUES Y CABALGADURAS: UN EJEMPLO DE LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS DE VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO

Tolson Gustavo¹ y Fitz Díaz Elisa²¹ Instituto de Geología, UNAM² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
tolson@servidor.unam.mx

En las rocas metasedimentarias de Valle de Bravo, se analizaron dos fases de deformación contractiva D1 y D2, con características cristal-plástico y de la transición frágil-dúctil, así como fallas normales tardías que los cortan. Además de pliegues, fallas y fracturas, durante los diferentes eventos de deformación se desarrollaron diferentes arreglos de vetas con composición, estructura interna y geometría particulares, cuyas relaciones de corte permiten establecer una cronología relativa.

Las vetas están formadas por cuarzo y calcita, y muestran un enriquecimiento progresivo en calcita. Las vetas más antiguas, asociadas a D1, están formadas predominantemente por cuarzo, y exhiben una fábrica fibrosa. Las vetas asociadas a D2 están formadas principalmente por calcita, y muestran fábrica fibrosa y granular. Las vetas asociadas a las fallas normales están formadas por calcita, y normalmente muestran una estructura interna granular, y algunas veces son parcialmente rellenas y muestran cristales euhedrales de calcita escalenoédrica.

La primera fase de deformación D1 está representada por pliegues apretados a isoclinales, con una foliación de plano axial S1 que es penetrativa en escala microscópica, sub-paralela a la estratificación. El análisis de S1 en sección delgada indica que en escala microscópica el mecanismo de deformación dominante es disolución por presión, el cual permite que los minerales solubles (cuarzo y calcita) reduzcan su tamaño y sean movilizables, para

posteriormente ser depositados en vetas. Las vetas asociadas a D1 se observan emplazadas entre los planos de foliación S1, lo cual a simple vista es paradójico, ya que la foliación es perpendicular al máximo acortamiento y las vetas son estructuras extensionales. Las relaciones de corte indican que las vetas se emplazaron entre los planos de S1 poco después de que éstos se desarrollaron, lo cual puede deberse a una combinación de un aumento importante en la presión de fluidos y la anisotropía de la foliación recientemente generada.

D2 está representada por pliegues asimétricos, con una segunda foliación S2 de plano axial asociada, acompañados por fallas inversas que en conjunto forman escamas tectónicas imbricadas con dirección de transporte hacia el SW. Las vetas asociadas a estas estructuras tienen dos arreglos: Unas se alojan sobre las fallas inversas o sobre planos de foliación S1 cuando es sub-paralela a las zonas de falla y hay cizalla sobre ésta. El otro grupo de vetas se aloja de manera casi perpendicular en el flanco largo de los pliegues asimétricos y de las zonas de cizalla. Así mismo, la orientación de las fibras internas de las vetas coinciden con la dirección de extensión máxima de la elipse de distorsión interna resultante que representa estas estructuras. La orientación de las vetas respecto a las estructuras es consistente con la geometría de las estructuras, lo que significa que las vetas, como estructuras sistemáticamente analizadas, pueden ser utilizadas como indicadores cinemáticos en casos similares.

La última generación de vetas consiste en estructuras planares, sub-verticales cuya orientación permite asociarlas claramente con fallas normales.

GET-36

UN MODELO DE CRECIMIENTO LONGITUDINAL DE FALLAS

Aguilar Hernández Alejandra y Tolson Gustavo

Instituto de Geología, UNAM
alec_aah@yahoo.com.mx

En el presente trabajo se propone un modelo para la evolución geométrica de fallas que toma en cuenta sus orientaciones dentro del campo esfuerzos para determinar la contribución de éstas a la distribución de longitudes resultante. El modelo establece un crecimiento preferencial para fallas que tienen cierta orientación respecto al esfuerzo compresivo máximo. El incremento en las longitudes de las fallas está relacionado a la longitud que tiene cada una antes del evento de crecimiento por medio de una ley de potencia y es ponderado por una función de la orientación de las mismas. Para reducir los efectos de frontera se usa una función periódica que cierra la superficie donde crecen las fallas. Al principio las fallas tienen la misma longitud, pero de acuerdo a su posición respecto al esfuerzo compresivo máximo unas crecen más que otras y dejan de crecer cuando alguna de ellas alcanza una determinada longitud; esto ocasiona que la distribución de sus longitudes adopte un comportamiento fractal. El valor de los parámetros fractales que se obtuvieron de las poblaciones sintéticas de fallas así generadas, son similares a los obtenidos de sistemas naturales de fallas reportados en la literatura.

GET-37 CARTEL

EL BLOQUE DE LOS CABOS Y LA REGIÓN MERIDIONAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS (UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGÍA DE MÉXICO)

Pérez Venzor José Antonio¹, Schaaf Peter², Aranda Gómez José Jorge³, Pérez Espinoza Jesús Efrain¹ y Hiraes Rochin Joel¹

¹ UABCS

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Centro de Geociencias, UNAM
japerez@uabcs.mx

El trabajo expone los resultados de las investigaciones geológicas realizadas en los últimos años en la región meridional de la Península de Baja California. Los resultados permiten establecer cinco morfoestructuras: Valle de la Paz, Bloque de los Cabos (BLC), Cuenca San José del Cabo, Bloque la Trinidad (BLT), Cuenca San Juan de los Planes. El Bloque de los Cabos define el sistema montañoso central, con orientación norte Sur y segmentado en bloques menores rectangulares; limitados por fracturas prácticamente E-W.

Las rocas que forman la región meridional las podemos agrupar en: Complejos Metamórficos, Ensamblajes Plutónicos y Secuencias sedimentarias.

Los Complejos Metamórficos afloran en tres regiones: Todos Santos, Sierra de la Gata y Borde Oriental del BLC; Están constituidos por rocas que alcanzaron las facies de anfibolitas y en ocasiones sufrieron fusión parcial.

Los Ensamblajes Plutónicos conforman principalmente el BLC, y BLT, consisten de tonalitas, granodioritas y granitos así como importantes afloramientos de rocas máficas (región de la Paz y Todos Santos). Varios sistemas de diques de composición dacítica, andesítica, pegmatitas están distribuidos tanto en el BLC como en el BLT.

Las relaciones de campo entre los Complejos Metamórficos y Ensamblajes Plutónicos son complejas, presentan zonas de reacción entre protolito y magma para desarrollar brechas magmáticas, también es común la presencia de migmatitas y granitos anatócticos.

Estructuralmente la región meridional presenta evidencias de una deformación en condiciones tanto dúctiles como frágiles, las primeras representadas por franjas miloníticas y las segundas por estructuras regionales como es el caso de Falla de San Juan de los Planes, Falla San José del Cabo y Falla de La Paz., que limitan y definen los rasgos de las morfoestructuras.

Los análisis geoquímicos en las rocas plutónicas deformadas y sin deformar indican que son rocas calcoalcalinas con concentraciones de SiO₂ entre 52.29% y a 75%, Al₂O₃ entre 13.66% y 18.95%, las edades en muestras por roca total oscilan entre los 129±15 Ma y 113±4 Ma, las edades a partir de concentrados de biotita varían 116±2 Ma y 72±3 Ma. Las características geoquímicas de las rocas del BLC permiten reconocer procesos de contaminación y asimilación, asociados con zonas de subducción. Se puede considerar que la región meridional de la península de Baja California expone diferentes niveles de erosión cortical: somero (región Todos Santos), intermedio (región Sierra La Gata) y profundo (sistema montañoso central). Los diferentes procesos metamórficos magmáticos y tectónicos relacionados en espacio tiempo están registrados en sus

características geoquímicas y asociaciones de campo, esto permitió documentarlos y asociarlos a la evolución tectono-magmática del margen occidental de México.

GET-38 CARTEL

CARTOGRAFÍA Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA SIERRA AGUACHILE Y SU RELACIÓN CON REACTIVACIONES CENOZOICAS DE LA FALLA DE SAN MARCOS, CHIHUAHUA, MEXICO

Cervantes Corona Jorge Alfredo¹, Chávez Cabello Gabriel² y Aranda Gómez José Jorge³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

³ Depto. de Geología Económica, IPICYT
jorgjacc83@hotmail.com

La Falla de San Marcos (FSM) es una estructura de basamento formada en el Jurásico con una longitud mínima de 300 km. Su rumbo en Coahuila es WNW a NW, y es aproximadamente paralelo a la megacizalla Mojave-Sonora. La FSM separa al Bloque de Coahuila del Cinturón Plegado de Coahuila, que son regiones con estilos contrastantes de deformación laramídica y de sedimentación en el Mesozoico Tardío. En Coahuila, en donde afloran principalmente sedimentos marinos del Cretácico, la traza de la FSM es clara en imágenes de satélite y DEM's. En el límite Chihuahua-Coahuila la traza se pierde ya que es sepultada por las rocas volcánicas del Terciario Medio de la Sierra Madre Occidental y por los derrames de lava del Campo Volcánico de Camargo (4.9 – 0.09 Ma). La FSM ha sido reactivada durante al menos cuatro pulsos de deformación a partir del Cretácico temprano, siendo los eventos más recientes durante la extensión del Cenozoico medio y tardío. Cerca del Campo Volcánico de Camargo existen dos sinclinales (Aguachile y La Herradura) en rocas volcánicas del Terciario medio y pliegues menos conspicuos formados en los depósitos de grava en donde se emplazó el sill del Cerro La Tortuga. Otros pliegues en rocas del Terciario Medio ocurren en Peña Blanca y en la sierra La Cuesta del Infierno, cerca de Aldama (Chih). Se cree que estos pliegues cenozoicos fueron formados en el Mioceno Tardío y se asocian a la reactivación durante la extensión cenozoica de la parte sepultada de FSM. Esto añade 300 km adicionales a la traza de esta megacizalla.

El sinclinal Aguachile tiene un eje curvo, con rumbo NNW a NNE e inmersión SE. La estructura afecta a una secuencia de rocas volcánicas del Terciario Medio intercaladas con sedimentos clásticos continentales. El mapeo ha mostrado que la estructura: 1) no es una sinforma producto de compactación diferencial en ignimbritas, ya que en la secuencia hemos identificado derrames de lava, ni 2) una sinforma producto de basculamiento de bloques formados por fallamiento normal, ya que en la nariz del sinclinal buzante se pueden seguir de manera continua a varias de las unidades litoestratigráficas, 3) así como tampoco una estructura generada por emplazamientos lacolíticos sub-volcánicos, ya que estructuras de este tipo de mayores dimensiones no fueron reconocidas. El sinclinal es modificado por varias fallas normales, siendo las más notorias un sistema WNW con el bloque hundido al NE y una falla NNE, con el bloque hundido al ESE, que duplica a uno de los flancos del sinclinal. Por sus rumbos casi perpendiculares, se cree que estas estructuras secundarias no fueron formadas durante el mismo período de deformación. El sistema WNW es más congruente con deformación asociada a transpresión local al tiempo del plegamiento y la falla NNE, aproximadamente

paralela a la falla Las Borregas en el CVC, a un ambiente transtensional más joven. Estos eventos sucedieron en un sitio donde la falla de basamento debe de variar de dirección y son congruentes con un cambio en la orientación del tensor de esfuerzos.

GET-39 CARTEL

PERSPECTIVAS SOBRE ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS EN ROCAS DEL JURÁSICO SUPERIOR, DEPOSITADAS EN EL BLOQUE BAJO DE LA FALLA SAN MARCOS, COAHUILA, MÉXICO

Arvizu Gutiérrez Irving Rafael¹, González Naranjo Gildardo Alonso², Molina Garza Roberto³ y Chávez Cabello Gabriel¹

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

³ Centro de Geociencias, UNAM
irvingrafa@hotmail.com

En la literatura se ha citado que aunque no pueden probarse o excluirse grandes desplazamientos laterales sobre la Falla San Marcos (FSM), si se puede sugerir que pudo ser parte del sistema de la megacizalla Mojave-Sonora o un splay de esta, debido a su tamaño, orientación, localización y cronología de sus movimientos. Así mismo, también se ha sugerido que la FSM pudo haber formado parte de un sistema de fallas transformantes que conectaron dorsales oceánicas entre el Atlántico y el Pacífico, las cuales acomodaron desplazamientos en el Jurásico Tardío. Independientemente del escenario, la FSM debió implicar grandes desplazamientos laterales, los cuales aún no han sido demostrados.

En el presente trabajo se muestran resultados de investigaciones estructurales y paleomagnéticas que sirven para evaluar la potencial existencia de desplazamientos laterales mayores a través de la FSM, así como para tratar de entender mejor el origen de esta falla. Por un lado, el estudio paleomagnético en rocas del Jurásico Superior indica que existe una magnetización adquirida a bajas paleo latitudes y declinaciones rotadas notablemente en el sentido horario (90°). Las rotaciones observadas en las Capas Las Palomas del Valle San Marcos (VSM) se interpretan como producto de deformación en una zona de restraining bend de la FSM, siendo esta una rotación local. Por otra parte, existe la posibilidad de que esta rotación haya sido generada por deformación compleja del Terciario Temprano en la zona (dos fases de deformación). Esta última hipótesis, toma fuerza debido a que el fallamiento reconocido en las rocas de las Capas Tanque Cuatro Palmas y en la "eolianita" de las Capas Colorado del Jurásico Superior, en Potrero Colorado, corresponden a fallas normales con saltos de hasta decenas de metros, lo cual se extiende hasta la Formación San Marcos del Neocomiano; es decir, la presencia de fallas laterales que pudieran haber acomodado la rotación observada en las Capas Las Palomas del VSM en el Jurásico Tardío, simplemente no están presentes. Debido al contraste de resultados, más trabajo se está realizando en VSM y Potrero Colorado. El trabajo está orientado sobre cartografía, muestreo paleomagnético adicional y análisis estructural del contacto entre las rocas del Jurásico Superior y la Formación San Marcos (Neocomiano), esto para confirmar o descartar el depósito sin-tectónico y plegamiento de las Capas del Jurásico Superior, en Potrero Colorado y VSM, durante la instauración de la FSM en el Jurásico Tardío, previo al depósito de la Formación San Marcos. Lo anterior, con el objetivo de establecer un modelo apoyado en datos estructurales, cartográficos y paleomagnéticos que soporte una de las

siguientes dos hipótesis: 1) que la FSM es una falla lateral izquierda con actividad en el Jurásico Tardío que acomodó deformación y rotación de las capas del Jurásico en el mismo Jurásico Tardío o, b) que la FSM se instauró como una falla normal en el Jurásico Tardío y que acomodó rotaciones locales durante su reactivación con componente inversa hasta el Terciario Temprano durante la operación de la deformación Laramide.

GET-40 CARTEL

INVERSIÓN DEL PALEO ESFUERZO COMPRESIVO; CAUSANTE DE LAS ESTRUCTURAS DUCTILES EN LA RAMA SUR-OCCIDENTAL DEL CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS MEXICANO

Castrejón González Israel

Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

icastrej@yaho.com

El presente análisis estructural permite proponer la inversión del paleo esfuerzo compresivo causante de las estructuras de deformación observadas.

La orientación múltiple en tales estructuras implica orientación múltiple en la dirección del paleo-esfuerzo correspondiente; cuyas direcciones de compresión-acortamiento entre el post Cretácico temprano y el pre Eoceno se han posicionado respectivamente desde NW-SE, N-S, NE-SW, E-W hasta de nueva cuenta NW-SE, en un sentido de rotación similar al de las manecillas del reloj.

Cronológicamente, se establecen dos fases de compresión-acortamiento generales la primera post Cretácico temprano-pre Cretácico medio (Guerrerense) en la cual actuó la primer compresión de rumbo NW-SE y la segunda post-Cretácico medio-pre Eoceno (Laramídica) en la cual actúan las compresiones restantes de rumbo N-S, NE-SW, E-W y NW-SE.

Cada etapa de compresión-acortamiento generó vergencias opuestas o encontradas en pliegues, cabalgaduras e indicadores cinemáticos; reflejándose a escala de afloramiento, a escala de mapas semi-regionales y regionales.

Partiendo de la premisa de que la estructura menor es el reflejo de la estructura mayor se propone que la bidireccionalidad en las vergencias de tales estructuras está asociada a un modelo de pliegues en caja y/o cabalgaduras de vergencia opuesta o conjugadas; cuya deformación ha sido causada por cizalla pura a escala global y cizalla simple a escala local.

Deformación por cizalla pura que encuentra su explicación y apoya recíprocamente un modelo de dos zonas de subducción con polaridad encontrada asociada a la evolución de la zona de estudio; una localizada entre el terreno Oaxaca y Maya (terreno Juárez) inclinada al oeste causante de las estructuras con vergencia o sentido de cizalla al este y otra en el occidente del terreno Guerrero inclinada al este causante de las estructuras con vergencia al oeste.

Respecto a la rotación en la dirección del eje de compresión-acortamiento ésta posiblemente se deba a la dinámica impuesta por el reacondo de las microplacas involucradas en la evolución geológica-tectónica al sur del Cinturón Volcánico Transmexicano (Sierra Madre del Sur); durante la cual ocurrió la acreción entre los

terrenos Mixteco-Oaxaca, el cierre de las cuencas oceánicas Cuicateca (terreno Juárez) y Arcelia y la acresión entre los terrenos Guerrero-Mixteco.

GET-41 CARTEL

GEOLOGÍA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR EN LA REGIÓN DE CHILPANCINGO Y OLINALÁ, GRO.: UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN GEODINÁMICA DEL MARGEN PACÍFICO MEXICANO A PARTIR DEL JURÁSICO

García Díaz Jose Luis¹, Tardy Marc², Campa Uranga María Fernanda¹ y Lapierre Henriette³

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

² Université de Savoie, Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Francia

³ Université J. Fourier Grenoble, Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Francia
zapata98@hotmail.com

Se muestran los principales resultados de un trabajo sobre la evolución geológica de la Sierra Madre del Sur a partir del Jurásico, situándola en el marco geodinámico de la parte sur de México, ubicado actualmente en la intersección de las placas América del Norte, Caribe y Cocos. La arquitectura e historia es reconstituida a partir de información petro-geoquímica, estratigráfica y estructural. Se encontró que cuatro grandes etapas marcaron su evolución mesozoica y cenozoica:

1) En el Jurásico Medio, se reconoce un conjunto volcánico y volcanoclástico predominantemente ácido, cuya firma geoquímica es característica de series de lavas producidas en contexto de margen activo de tipo andino (Formación Las Lluvias), instalado sobre el antiguo margen continental norteamericano (Bloque Oaxaca), asociado a una cuenca tras-arco subsidente donde se depositó la Formación Tecojocoyunca. En el Jurásico Superior esta cobertura volcanosedimentaria y el basamento, son deformados en un sistema de pliegues y cabalgaduras por la orogenia nevadiana. Las características geológicas encontradas en el Jurásico de la Sierra Madre del Sur, pueden correlacionarse con otras descritas desde el Suroeste de Estados Unidos hasta Honduras pasando por el Norte Centro y Sur de México, poniendo en evidencia la existencia de una antigua cadena montañosa nevadiana; 2) El Cretácico Inferior lo marca el depósito en discordancia angular de la plataforma carbonatada Guerrero-Morelos en el borde continental norteamericano, donde, a la base del Cretácico Superior, la serie volcánica y sedimentaria del Jurásico Superior-Cretácico Inferior del Terreno Guerrero se adiciona por colisión arco-continente. A esta acreción, se asocia la formación de una cuenca flexural donde se deposita durante el Cretácico superior el fliish Mexcala. La orogenia laramide del fin del Cretácico Superior y del Paleógeno, deforma nuevamente el basamento y la cobertura sedimentaria a l'este del frente del Terreno Guerrero en un sistema de pliegues y cabalgaduras con vergencia al Este, mostrando un gradiente decreciente hacia el Este; 3) Entre el Paleógeno y el Mioceno Inferior, se depositan en discordancia, primero una molasa continental (Formación Balsas) que pasa lateralmente y hacia la cima a una serie volcánica (Formación Agua del Obispo) que termina en la potente serie ignimbrítica de la Formación Alquitrán, ambas asociadas a la subducción de la Placa Farallón; 4) En el Mioceno, después de la partida del Bloque Chortis, la evolución de la Sierra Madre del Sur está ligada a la subducción de la Placa de Cocos. Esta subducción,

induce la exhumación sin-convergencia de la corteza continental media e inferior representada por el Complejo Xolapa y una deformación en antifirma de la Sierra Madre del Sur paralela a la Fosa de Acapulco.

Toda esta información es integrada en un modelo evolutivo paleogeográfico de la margen pacífica mexicana del Jurásico al Reciente.

GET-42 CARTEL

SIGNIFICADO DE DATACIONES CRETÁICAS DE LOS ARCOS VOLCÁNICOS DE TAXCO, TAXCO VIEJO Y CHAPOLAPA, EN LA EVOLUCIÓN DE LA PLATAFORMA GUERRERO-MORELOS

Campa Uranga María Fernanda¹ y Iriondo Alexander²

¹ Universidad Autónoma de Guerrero

² University of Colorado at Boulder, CO, USA
atea@prodigy.net.mx

La plataforma Guerrero-Morelos se ha reconocido como una secuencia de bancos calcáreos del Aptiano-Turoniano sobrepuestos a un basamento antiguo Paleozoico o Precámbrico (Fries, 1960, DeCerna 1965), posiblemente sobreyacente al terreno Mixteca (Campa MF and Coney PJ, 1981, 1983).

Sin embargo hoy contamos con 6 edades isotópicas (Ma) de cristalización de lavas deformadas y metamorizadas del Cretácico temprano, obtenidas del análisis de zircones mediante el método ²⁰⁶Pb/²³⁸U:

TIMS SHRIMP

TAXCO 130±2.6 Ma 136.9±0.6 Ma

TAXCO VIEJO 131.7±0.85 135.2±0.9

CHAPOLAPA-La Venta - 133.2±0.7

CHAPOLAPA-Río Guamúchil - 129.7±0.8

Las localidades del muestreo analizado se presentan en los extremos N y S de la plataforma, y al oriente de la cabalgadura de Pachivía y occidente de la cabalgadura de Papalutla, ambas estructuras funcionando como límites tectónicos del Arco Teloloapan del terreno Guerrero y del Complejo Acatlan del terreno Mixteca respectivamente.

Las franjas de edades entre los 130 y 137 Ma data el volcanismo en el Valanginiense, congruente con su posición estratigráfica relativa con respecto a las calizas con rudistas del Aptiano-Turoniano (Formaciones Morelos, Huitzucó y Cuautla). La bioestratigrafía e isotopía combinadas apuntan hacia una posible interpretación, en la cual la plataforma Guerrero-Morelos se edificó en los marcos de los arcos volcánicos insulares de Teloloapan, Taxco, Taxco Viejo y Chapolapa, conformado el extremo austral del terreno Guerrero.

En ese modelo, la cabalgadura de Papalutla y su raíz anticlinal, conforma el límite acrecional entre los terrenos compuestos de Mixteca-Oaxaca y Guerrero.

El límite austral es una franja de cizalla NW-SE que separa el terreno Guerrero del terreno Xolapa en proceso de exhumación desde el Mioceno.

GET-43 CARTEL

EL ARCO VOLCÁNICO-SEDIMENTARIO DEL JURÁSICO MEDIO (GRUPO TECOCOYUNCA Y LAS LLUVIAS) DE OLINALÁ, GUERRERO

Campa Uranga María Fernanda¹, García Díaz José Luis¹ y
Iriondo Alexander²

¹ Universidad Autónoma de Guerrero

² University of Colorado at Boulder, CO, USA
atea@prodigy.net.mx

La secuencia de conglomerado de cuarzo (Formación Cualac) transicional hacia turbiditas de areniscas y lutitas interestratificadas del Grupo Tecocoyunca es bien conocida en La Montaña guerrerense, por el contenido de amonitas, plantas y carbón del Batoniano-Bajociano-Caloviano.

El depósito de ignimbritas presenta la típica textura eutáxica, donde se observan fenocristales de cuarzo, feldespato, anfíbol, zircon, apatita y esfena, que dan una composición ácida riolítica calcoalcalina, tanto en la barranca de Las Lluvias, en el eje del sinclinal de Olinalá, como en una nueva localidad cercana al Crucero de la carretera de Tlapa hacia Olinalá, entre cuarcitas y filitas con restos de plantas fósiles.

Los espectros de Tierras Raras y Multi-elementos caracterizadas por anomalías negativas de Nb y Ta, con valores elevados de Ce/Yb ≥ 15 , y con valores de ENd cercanos a 0, puede ser considerado como un arco insular tipo andino. Las lavas se derivan de la fusión de un manto astenosférico contaminado por fluidos de una corteza oceánica hidrotermalizada, por sedimentos subducidos y por litosfera continental sobre la cual se edifican.

Sin embargo, la edad del depósito de ignimbritas Las Lluvias, que se encuentra debajo del conglomerado Cualac y encima de la Formación Olinalá del Permico, era desconocida hasta que contamos con 3 edades isotópicas obtenidas del análisis de zircones mediante el método $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ con la técnica SHRIMP.

Barranca localidad tipo 168.2 ± 1.2 Ma 177.3 ± 1.5 Ma.
Nueva localidad Crucero Olinalá 179.1 ± 1.5 Ma.

Esas tres edades obtenidas caen en los pisos Bajociano-Caloviano, con lo cual se demuestra la contemporaneidad del ensamble volcánico-sedimentario.

Este volcanismo Jurásico medio continental se puede correlacionar con los arcos volcánicos de Artesa-Arizona, Nazas, Rodeo, Taray, La Boca, Caopas, Joya, Cahuascal, Huizachal, Todos Santos-Guatemala, etc. en un modelo de evolución, superpuesto a los antiguos bloque corticales o terrenos de basamentos y depósitos del Paleozoico y Precámbrico.

GET-44 CARTEL

ORIGEN, DISTRIBUCION Y EVOLUCION DEL GEOSINCLINAL DE EL ROSARIO, DURANTE EL PROTEROZOICO TEMPRANO

Bazán Perkins Sergio Dale y Bazán Barrón Sergio
Industria Minera Indio, S.A.
bazanperkins@hotmail.com

El geosinclinal toma su nombre de la mina aurífera El Rosario, ubicada 3 Km al poniente de Santa María Peñoles, Oaxaca, que contiene diseminaciones de oro detrítico y pirita asociados al grafito (thucholita) interbandeados, en paragneises cuarzofeldespáticos de hornblenda y biotita del Grupo El Trapiche, del Proterozoico Inferior (2500-1800 Ma.).

El Grupo El Trapiche esencialmente detrítico, se reconoce ampliamente a lo largo y ancho del territorio de México, yaciendo consistentemente en discordancia sobre las rocas komatíticas del arco insular del Supergrupo Pápalo del Arqueano (3600-2600 Ma.) del que derivan, para conformar al poniente el Geosinclinal de El Rosario, integrado por el Supergrupo Zimatlán (2500-1800 Ma.). Esta estructura se identifica en la Sierra de Guadalupe, Chihuahua (Gneis Carrizalillo); en Tamaulipas (Gneis Novillo); Hidalgo (Gneis Huiznopala); en Puebla y Oaxaca (grupos El Trapiche y Valdeflores); además, en el Macizo de Teziutlán, Macizo de Chiapas y Sonora (Grupo Coyotillo) para constituir secuencias de más de 4500 m. de espesor.

A los grupos El Trapiche y Coyotillo consistentemente sobreyace la sucesión gradual de los clásicos "iron formación", laminados y de origen bioquímico marino; aunque muy erosionados exhiben remanentes de todas sus facies de ambiente litoral, de plataforma y hasta abisal, con lechos de itabiritas, óxidos de hierro hematífero, jaspilitas, silicatos micáceos con sulfuros de hierro y magnetita; abundante grafito y apatito, muy radiactivos y con T.R., hacia la cima. Esta sucesión se observa en las sierras de Juárez, Vigalloy y San Miguel Peras, Oaxaca. La cima de esta secuencia constituye una conspicua discordancia, por las aperturas de los rifts de los geosinclinales Oaxaqueño y Acatlano, cordilleranos y con espesores de más de 2000 m.

Se considera que el Supergrupo Zimatlán se desarrolló justo a lo largo de la trinchera de subducción (miogeosinclinal) cuando se levantaba el arco insular del Supergrupo Pápalo, durante la apertura del extenso rift de la Faja Estructural Cananeana (3600-2600 Ma.) que yace cratonizada hacia la margen occidental del Continente Americano, desde Alaska hasta Chile y Argentina, para implicar removilizaciónes anatécticas de los "porphyry copper deposits", de edad laramide.

El Geosinclinal de El Rosario tuvo conexiones paleogeográficas y parasincrónicas durante el Proterozoico Inferior, hacia los cratones de Norteamérica y Sudamérica, como serían las secuencias huronianas de Blind River, Elliot Lake, Montgomery Lake del Canadá, así como en Moeda y Jacobina, Brasil que determinan el mismo proceso de su depósito y evolución tectónica, hacia las márgenes de los escudos arqueanos.

Queda enfatizar que en México y Sudamérica la subsidencia y expansión oceánica durante el Proterozoico Inferior y Medio para las cuencas marinas, continuaron intermitentemente con subducción todo el neoproterozoico-paleozoico, debida a la apertura de los rifts

posteriores a los 1800 Ma., que destruyeron y acumularon los "iron formation" del Grupo Valdeflores en forma de detritus, que ahora yacen como brechas y arenisca de magnetita y hematita hacia las márgenes de diversos bloques. Estas concentraciones ferríferas se identifican por diversas removilizaciones e inyecciones de tipo Kiruna, como: La Negra, Cerro del Mercado, Hércules, El Humo-Zaniza, Las Truchas, Peña Colorada-El Encino, entre muchos más.

GET-45 CARTEL

LOS KLIPES ULTRAMÁFICOS DE TEHUITZINGO, PUEBLA, PARTE BASAL DEL SUPERGRUPO PAPALO DEL ARQUEANO (3600-2600 M.A.)

Bazán Perkins Sergio Dale y Bazán Barrón Sergio
Industria Minera Indio, S.A.
bazanperkins@hotmail.com

Hacia el Valle del Río Atoyac y poblado de Tehuitzingo, se distribuyen burdamente Norte-Sur varios klipkes ultramáficos del Complejo Oaxaqueño, en una secuencia compacta y semibandeada de color verde-gris, serpentizada de rocas komatíticas típicas. Se asume que el protolito corresponde a rocas volcánicas peridotíticas ricas en magnesio, con piroxenos, olivino, anfíbolos y plagioclasas cálcicas, afectadas por diversos diques diabásicos de 0.3 hasta 5 m. Estos klipkes se extienden entre 1 hasta 8 Km de largo y de algunos metros hasta 3 Km de ancho, con espesores entre 20 y hasta 550 m., próximos a Tehuitzingo, Xayacatlán, Piaxtla y Tecamatlán, donde se explota magnetita, talco, asbesto y esporádicas concentraciones de Cr, Ni y Co de bajo rendimiento.

Se determinan para estas rocas ultramáficas un origen común, relacionadas con la parte basal de la potente secuencia vulcanosedimentaria del Supergrupo Pápalo, asignado al Arqueano del área tipo de Cuicatlán a Concepción Pápalo, Oaxaca, de un arco insular primitivo. Se determinan los klipkes a través del plano de subducción del Complejo Acatlán subyacente en dirección oriente, consiste en una sucesión de esquistos cloríticos, sericiticos con grafito y cuarcitas, semejantes al Grupo Nuxiño y Esquisto Taxco del Proterozoico.

Si consideramos los cuerpos granitoides de carácter anatexítico del arco marginal Paleozoico a lo largo del territorio de México, en una franja de 300 Km de ancho, inferimos que la secuencia ultramáficas del Supergrupo Pápalo se extendían unos 200 Km más hacia el poniente, a partir de las unidades alóctonas en discusión. Es de considerar que las rocas ultramáficas varían en composición de 40 a 45% de SiO₂ y de 22 a 34% de MgO que determinan rocas komatíticas típicas; por ejemplo, el klippe de Tehuitzingo reporta en promedio 40.66% de SiO₂, 3.45% de Al₂O₃, 5.37% de Fe₂O₃, 1.09% de FeO, 32.56% de MgO, 4.57% de CaO, 0.41% de Na₂O, 0.01% de K₂O, 0.02% de P₂O₅, 10.63% de +H₂O y 1.23% de -H₂O respectivamente.

La presencia de zonas eclogitizadas y una variedad compleja de granitoides en diversos klipkes precámbricos asociados al plano de subducción que se advierte en Tehuitzingo-Tecamatlán, infiere temperaturas de 620°C y presiones entre 11-14 kb. Por consecuencia, al occidente el grado de metamorfismo decrece progresivamente para las rocas del Complejo Acatlán. Esto es, que al oriente de Tehuitzingo se tienen episodios de granitización anatexítica anarogénicas, más intensa y profunda, relacionadas con la discutida subducción neoproterozoica-paleozoica.

Concluyentemente, las komatíticas (greenston belts) de Tehuitzingo representan reductos de un escudo Arqueano, sometido a desgaste erosivo posterior al depósito de los "iron formation" del Grupo Valdeflores, al finalizar el Proterozoico-Inferior (1800 Ma.) resultado de los rifts de los geosinclinales Oaxaqueño y Acatlano de afinidad Pacífica.

Su importancia litoestratigráfica radica en la naturaleza histórica y posición basal de las cuarcitas, metareniscas y metatobas subyacentes a las komatitas, con edad aparente de más de 3600 Ma. Así pues, se concibe que la obtención de un concentrado de circones de estas rocas detríticas, podrían reportar por U-Pb, la edad de los granitoides del que derivan, supuestamente de una corteza primigenia.

GET-46 CARTEL

ROCAS KOMATITICAS ARQUEANAS DEL SUPERGRUPO PAPALO (3600-2600 M.A.), EN LA PARTE CENTRO-OCCIDENTAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Bazán Barrón Sergio y Bazán Perkins Sergio Dale
Industria Minera Indio, S.A.
bazanperkins@hotmail.com

Reconocimientos en la Sierra de Guanajuato identificaron seis sucesiones litoestratigráficas distintivas, discordantes entre sí, relacionadas al Arqueano, Proterozoico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

La unidad basal (Grupo Los Alisos) aflora donde nace el Arroyo de San Juan de Otates con paragneises cuarzofeldespáticos y máficos (cuarcitas y metatobas) de 450 m de espesor, buzantes 43° al SW, corneanas y con metamorfismo en facies de anfíbolita, de una corteza primigenia de la Tierra. Siguen rocas vulcanosedimentarias ultramáficas-máficas bandeadas y semibandeadas (greenstone belts) de 420 m de espesor, de tipo komatítico (Grupo San Juan de Otates) metamorfoseados en facies de esquistos verdes, correlacionables al Supergrupo Pápalo de Puebla-Oaxaca; consisten de clinopiroxenos, olivino, hornblenda y plagioclasas cálcicas, textura spinifex basal y serpentización parcial diapírica. Afloran en ventanas de arroyos, desde San Juan de Otates hasta la base del Cerro del Cubilete y el Distrito Minero de Guanajuato.

Sobreyace una sucesión vulcanosedimentaria de paragneises cuarzofeldespáticos, anfíbolíticos, micáceos con grafito, interbandeados (Grupo Chichimequillas), metamorfoseados en la parte baja de las facies de esquistos verdes. Son deleznable en los 770 m de espesor que cubren la parte occidental de la sierra, semejantes a los grupos: Tejalapan, El Hielo del Complejo Oaxaqueño y Grupo Huiznopala, Hidalgo; también al Gneis Novillo, Tamaulipas, para representar la parte más externa de la Nappa de la Carbonera del Proterozoico Medio.

Las anteriores, aparecen intrusionadas por tonalitas-cuarzomonzonitas Tuna Mansa, asignadas al Pérmico-Carbonífero. Sobreyace la Secuencia Ofiolítica Mesozoica integrada por el Conglomerado Pardo La Laborcita, Formación Esperanza, Diques Doleríticos Santa Ana, La unidad Basaltos La Luz y Roca Verde, comagmáticos, relacionados con dorsales toleíticas generadoras de los sulfuros masivos polimetálicos del Distrito de Guanajuato. Finalmente, todas aparecen cubiertas por el Conjunto Vulcanosedimentario Continental del Terciario.

Se concluye que los grupos Los Alisos y San Juan de Oates del Arqueano, representan las rocas más antiguas identificadas en el territorio de México que llegaron a su actual posición, por la convergencia cabalgante inversa de la corteza continental, de por lo menos 6 eventos de subducción sucesivos de placas tectónicas, donde las más recientes levantaron las precedentes más antiguas, profundamente erosionadas hasta exponer la corteza primigenia de la Tierra. Esto es, si partimos que los "greenstone belts" arqueanos del Supergrupo Pápalo (3600-2600 Ma.) corresponden a un arco insular por subducción lateral, seguido por la subducción en dirección oriente del arco insular de Teixtlahuaca del Mesoproterozoico Tardío y posteriormente, durante todo el Paleozoico la Placa Nuxiño-Granjeno levantaba toda la secuencia arqueana basal; seguida de la subducción del Mesozoico, hasta culminar con la más intensa subducción del Terciario de la Placa Chicontepec, en dirección poniente; entonces así, podemos demostrar cómo, cuándo y donde llegó hasta la superficie una corteza precámbrica tan primitiva de la Tierra, como está expuesta en la Sierra de Guanajuato.

Por tanto, los xenolitos ultramáficos alcalinos, como basanitas, granulitas, paragneises cuarzofeldespáticos y anfibólicos de la parte central de San Luis Potosí y otros estados que aparecen en volcanes explosivos Plio-Cuaternarios, tipo maars y xalapascos, provienen de una secuencia precámbrica somera de 1 a 2 Km de profundidad.

GET-47 CARTEL

ESTUDIO DE LA DENSIDAD Y CONECTIVIDAD DE FRACTURAS DEL CAMPO PETROLERO CANTARELL

Xu S-S¹, Velasquillo Martínez Luis G.¹, Grajales Nishimura José Manuel¹, Murillo Muñetón Gustavo¹, García Hernández Jesús² y Ramírez Hernández Hugo¹

¹ Programa YNF, Instituto Mexicano del Petróleo

² Exploración y Producción, PEMEX
sxu@imp.mx; mgrajal@imp.mx

Con la finalidad de caracterizar los sistemas de fallas y fracturas en un yacimiento petrolero y su impacto en la circulación de fluidos, se analizaron las fracturas a la escala de núcleo (longitud < 1m) y fallas a la escala de yacimiento (longitud > 1000m) del campo petrolero Cantarell, en la Sonda de Campeche. Se estudiaron 141 patrones de fracturas abiertas o parcialmente selladas y 13 patrones sellados por minerales (vetillas de calcita o dolomita). Se estudiaron cuatro configuraciones de fallas en el subsuelo: cima de la Brecha carbonatada del límite Cretácico-Terciario (BKT), cima del Cretácico medio (Km), cima del Cretácico inferior (Ki) y la cima del Kimmeridgiano (Jsk). El trabajo se concentró en analizar los siguientes parámetros: FL, densidad de la longitud total de fallas y fracturas; FN, densidad del número de fallas y fracturas por unidad del área. P, parámetro de percolación; Db, la dimensión de caja (método de "counting box"); Dc, dimensión de masa del punto medio de la longitud de las fracturas; DL, exponente de la distribución de la longitud de fractura. Los resultados y conclusiones que se obtuvieron son los siguientes:

(1) Se determinó que si el parámetro P es mayor que 1.37 y Db mayor que 1.36 los sistemas de fracturas se interceptan, es decir, se definió la conectividad de los sistemas de fracturas.

(2) Se encontró una relación lineal entre Db y FL con el parámetro P. Esto indica que podemos determinar la conectividad de las fracturas a partir de Db y FL.

(3) En las proximidades de las fallas mayores los valores de FL y FN son más grandes respecto a los valores que se obtienen para las fallas secundarias o menores.

(4) FL, FN y P no dependen de la profundidad, lo que implica que las fracturas tectónicas son las que más influyen sobre los valores de estos parámetros.

(5) El valor de P aumenta si el espesor de las capas se incrementa, lo cual se puede interpretar que a mayor espesor de las capas la probabilidad de circulación de fluidos aumenta.

(6) Se observaron tres tipos de conectividades de acuerdo con la definición de Darcel (2003): DL > DC (tipo A), DL = DC (tipo B), DL < DC (tipo C). Se observaron 22 patrones de fracturas de tipo A, 16 de tipo B y 50 de tipo C. Esto implica que la conectividad esta principalmente gobernada por la fracturas de mayor longitud. Del análisis de las configuraciones estructurales del subsuelo se determinó que las fallas en la cima de BKT son de tipo B. Es decir, las fallas de menor y mayor longitud tienen la misma importancia para la conectividad. Para las fallas en las cimas de Ki, Km y Jsk son de tipo C. Por lo tanto, las fallas de mayor longitud controlan la conectividad de los sistemas.

GET-48 CARTEL

LA BÚSQUEDA DE LOS SISMOS PERDIDOS, LA REGIÓN DE ACAMBAY, MEXICO, MEXICO, PARTE I

Garduño Monroy Victor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel

Angel², Israde Alcántara Isabel¹ y Filonzi Sara³

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, IIM, UMSNH

² Universidad de San Pablo CEU, Madrid, España

³ Universidad de Milán, Italia
vgmonroy@zeus.umich.mx

La región de Acambay es un sitio que ya tiene antecedentes de sismos en el siglo pasado que han demostrado tener un importante efecto en las zonas urbanas del centro de México. Sus daños fueron devastadores no solo en la región de su epicentro, mostraron daños en muchos sitios como fue el caso de la Ciudad de México.

Estos sismos tienen como epicentro a rupturas que se han generado a lo largo de la falla Morelia Acambay, la cual está formada por una serie de segmentos de fallas normales con eventuales movimientos inversos.

De 1910 a la fecha la red sismológica nacional se ha encargado de el registro de los eventos sísmicos del centro de México, sin embargo no se han hecho estudios sistemáticos de Paleosismología para reconocer deformaciones cosísmicas en las sedimentos afectados por los sismos.

En la región de Acambay existen pequeñas cuencas lacustres donde se han combinado las condiciones para el registro de eventos sísmicos, que para ser registrados deben cumplir con ciertas características, algunas de ellas son, alternancias de arcillas limos arenas, un nivel estático somero que sature a las formaciones terrígenas y sismos con magnitudes superiores a 5 grados, generados en un radio de 20 Km. Es decir en estos sedimentos se genera la licuefacción de los sedimentos los cuales en base a sus granulometrías y la magnitud del evento van a presentar estructuras que ayudan a reconocer el evento.

Realizando un estudio sistemático de las estructuras en campo, de la distribución espacial de ellas y de las granulometrías podemos llegar a reconstruir las isosistas de eventos del Pleistoceno Holoceno.

La región de Tierras Blancas presenta estas condiciones, en la zona se han reconocido 6 eventos que pueden ser reconocidos en diferentes niveles de su columna estratigráfica, pero que además permiten inferir la magnitud y algunas de las isosistas que afectaron a esta cuenca lacustre. Los eventos sísmicos son bien reconocibles debido a que fueron formados en arenas volcánicas claras grises o bien oscuras que alternan con sedimentos más finos de limos o arcillas.

El primer evento corresponde a un megaslump que generó una gran deformación de secuencias lacustres terrígenas y a veces ricos niveles diatomíticos, donde se intercalan productos piroclásticos. En esta unidad se observan megapliegues los cuales sufrieron un "decollement" por encima de un nivel de cenizas. El segundo evento también genera un slump, más moderado pero con las mismas características que el anterior, en facies laminares diatomíticas con eventuales niveles arcillosos y vertebrados.

Los siguientes eventos sísmicos bien definidos en la columna litológica, separados por estratos no deformados, se identificaron en base a estructuras de licuefacción como son diques de arena, volcanes de arena, almohadillas, etc., siempre con granulometrías diferentes.

Los fechamientos que están en procesos ayudaran a reconocer factores de recurrencia, por ahora los datos paleontológicos y de fechamientos puntualizan que estos seis eventos sísmicos se llevaron a cabo durante el Pleistoceno-Holoceno.

GET-49 CARTEL

LA BUSQUEDA DE LOS SISMOS PERDIDOS, LA REGIÓN DE IXTLAHUACA, MEXICO, MEXICO, PARTE II

Garduño Monroy Victor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Ángel², Israde Alcántara Isabel¹ y Benente Luigi³

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, IIM, UMSNH

² Universidad de San Pablo CEU, Madrid, España

³ Universidad de Milán, Italia
vgmonroy@zeus.umich.mx

En la región de Ixtlahuaca se puede observar una secuencia fluvio-lacustre levantada más de 40 m, dicho levantamiento no fue generado por un basculamiento de fallas normales. La región presenta una serie de secuencias lacustres donde se pueden distinguir alternancias de terrígenos volcánicos con limos y arcillas. La deformación de estas secuencias lacustres se están asociadas a un cambio de dirección de la falla de Ixtlahuaca, la cual tiene un rumbo NO-SE formando parte del sistema de fallas de Taxco-Querétaro, para después sufrir un cambio de dirección pasando a ser casi E-O.

Las cuencas lacustres están muy asociadas con el Río Lerma, el cual ha generado una serie de meandros, ligados seguramente a la deformación de las estructuras mayores. La edad de estos sedimentos se ha estimado del Pleistoceno. Se han muestreado diferentes niveles de pómez y cenizas volcánicas que actualmente su fechamiento está en proceso.

En la parte central de la cuenca lacustre se estudiaron secuencias diatomíticas que pasan lateralmente a facies más proximales, lo que permite distinguir la geometría del depocentro de la cuenca. Es

importante resaltar la riqueza de niveles de depósitos de pómez en la parte terminal de la secuencia fluvio-lacustre, ellos podrían formar parte de los productos volcánicos del Nevado de Toluca o bien de la actividad del volcán Jocotitlan.

El nivel más altamente deformado tiene la característica de mantenerse a la misma cuota topográfica, no obstante el fallamiento NO-SE. La deformación es clara debido a la alternancia en los sedimentos de estratos con varios colores y granulometrías diferentes. Los pliegues tienen direcciones ONO-ESE y ligeras vergencias hacia el NNE, generalmente deformando a una decena de estratos con espesores de centímetros.

En los sedimentos se distinguieron pliegues y estructuras de paleolicuefacción separadas en la cima y en la base por estratos sin ninguna evidencia de haber sido afectados por un evento sísmico.

En otras columnas litológicas se tiene verdaderos slumps donde los pliegues están rotos y no tienen una continuidad en la deformación, evidenciando una clara deformación cosísmica.

Al menos fueron reconocidos tres eventos sísmicos claros, sin embargo debido a la falta de alternancias o a la posición del nivel freático no se generaron estructuras de licuefacción en los sedimentos.

Toda la secuencia fluvio-lacustre de la región de Ixtlahuaca se encuentra afectada por fallas de tipo normal con componente lateral derecha.

GET-50 CARTEL

GEOLOGÍA DEL COMPLEJO XOLAPA EN EL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE TIERRA COLORADA Y ACAPULCO

Villacura Aránguiz Bernardo¹, Pérez Gutiérrez Rosalva², Torres De León Rafael² y Solari Lovati Luigi²

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

² Instituto de Geología, UNAM
berthavaler@axtel.net

Este trabajo presenta la cartografía geológica a escala 1:50.000 realizado en el marco del proyecto CONACYT J-39783. El área de estudio se ubica entre Tierra Colorada, Acapulco y entre la carretera federal México-Acapulco y la margen derecha del Río Papagayo. Las unidades reconocidas en este tramo incluyen rocas pertenecientes al Complejo Xolapa, las que se describen a continuación junto con su principal mineralogía.

Complejo Xolapa

Paragneis: Rocas color gris a ocre de grano medio a grueso y que exhiben bandeamiento gneissico con espesor variable entre 0.5 y 20 cm. La composición de la roca está dominada por asociaciones de cuarzo+plagioclasa+feldespato, lo cual le imprime un carácter leucocrático. Los principales máficos corresponden a biotitas subhedrales y hornblenda; granates de forma subhedral y tono rojizo. La sillimanita ocurre como cristales fibrosos masivos y de color café pálido; opacos subhedrales corresponden a magnetita.

Ortogneis: Rocas color gris claro a blanco, cuya composición está dada principalmente por cuarzo, plagioclasa, microclina, ortoclasa, biotita, clinopiroxenos, hornblenda. El cuarzo desarrolla fenocristales de hasta 1 cm, los cuales se alinean paralelamente a la

foliación, generando una textura de augen. En algunos afloramientos contienen granate y los minerales accesorios son zircón y apatito; la magnetita es escasa.

Gneis migmatítico: Roca color gris claro a gris oscuro de grano medio a grueso, con bandeamiento gnéisico, migmatización incipiente, desarrollo de pliegues de crenulación y ptymáticos. En general los pliegues presentan planos axiales inclinados y horizontales, charnelas subredondeadas a redondeadas, flancos alargados con espesor constante. Espacialmente se asocian a los ortogneises, aunque no un contacto claro entre ambas unidades.

Migmatitas: Las migmatitas se caracterizan por leucosomas cuarzo-feldespáticos que forman vetas de hasta 15 cm de espesor, las cuales inyectan un melanosoma de color gris oscuro o negro, formado principalmente por biotita. Texturalmente son estromáticas, brechosas, schleiren, y nebulíticas.

Mármol cipolino: Mármol blanco sacaroidal y beige foliado, compuesto mayoritariamente por calcita. Los afloramientos son discontinuos y asociados a los gneis migmatíticos.

Granito con deformación incipiente: En base a mineralogía y estructuras se reconocen dos unidades: a) Color gris claro a blanca, presenta foliación y lineación mineral bastante marcadas, compuesta por cuarzo, plagioclasa, ortoclasa, microclina, biotita y muscovita (escasa a nula en el Km. 334 de la Autopista del Sol y abundante en la zona de El Playón), hornblenda, granate y como accesorio zircón (abundante). b) Al sur de Xaltianguis rica en ortoclasa, lo cual da un tono rosa a la roca, no se observa foliación clara, pero sí una deformación mineral.

El Complejo Xolapa, en el área de estudio está cubierto por las rocas de las formaciones Chapolapa la cual está en contacto tectónico con los ortogneises del Xolapa; la Morelos, que además está en contacto tectónico con Chapolapa y la Formación Papagayo que se encuentra en discordancia con Xolapa. El área está intrusada por granitos indeformados de Tierra Colorada y el Tronco de Xaltianguis, cortada por diques de diversas composiciones y además, está cubierta por depósitos volcánicos terciarios.

GET-51 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN EL PUERTO DE LAS SIERRAS LA FRAGUA, EL GRANIZO Y SAN MARCOS-PINOS EN LA PARTE CENTRAL DE COAHUILA

Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano¹, Chávez Cabello Gabriel², Fitz Díaz Elisa¹ y Tolson Gustavo¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
moebious_88@yahoo.com

45 kilómetros al Sur de Cuatrociénegas, Coahuila, convergen la Sierra de San Marcos - Pinos, la Sierra el Granizo y la Sierra de la Fragua. En el área aflora un paquete clástico del Jurásico (Capas el Granizo) cubierto concordantemente por conglomerado y arenisca del Neocomiano de la Formación San Marcos. El paquete clástico del Neocomiano de origen continental, subyace en discordancia paralela a rocas marinas compuestas de caliza arrecifal, lutita calcárea intercalada con lentes de pedernal, caliza de plataforma y lutita con caliza de estratificación delgada de las Formaciones Cupido, La Peña, Aurora e Indidura, respectivamente.

En esta área se observan estructuras en las rocas cretácicas que muestran relaciones de corte que sugieren que la deformación es compleja. Por un lado, afloran pliegues asimétricos de escala kilométrica con una orientación WNW y vergencia general hacia el S, aunque un caso particular es el anticlinal de San Marcos que cambia de rumbo WNW a un rumbo casi N-S. En el flanco occidental de este anticlinal se observa un conjunto de pliegues recostados de escala decamétrica con una orientación N-S, con dirección de transporte hacia el W, los cuales se extienden al Sur de la sierra en la curvatura que delimita al Valle del Jabalí.

Por otro lado, al SE del área se observan fallas secundarias con componente inversa que componen a lo que se puede llamar sistema de Falla de San Marcos con orientación NW-SE. Así mismo, en el cañón el Mimbres se identificó una zona de brecha de falla con un espesor de al menos 200 m que corta paralelamente a la charnela del anticlinal La Fragua siguiendo un rumbo WNW ambas estructuras, paralelo a la traza de la Falla de San Marcos.

La complejidad de las estructuras laramídicas en el área responden a una deformación compleja que pudo implicar la reactivación de discontinuidades del basamento (Falla de San Marcos y secundarias a esta) en un solo periodo de deformación, o bien, que existan estructuras generadas en por lo menos dos fases de deformación. Por lo anterior, en este trabajo se dan a conocer nuevos datos estructurales que permiten discutir el desarrollo de los pliegues y fallas de la zona, basados en la cinemática, geometría y relaciones de corte de las estructuras.

GET-52 CARTEL

MICROTERMOMETRÍA DE LA DEFORMACIÓN DE LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS CRETÁCICAS DE VALLE DE BRAVO, EDO. DE MÉXICO

Fitz Díaz Elisa¹, Tolson Gustavo¹, Camprubi Antoni² y Prol Ledesma Rosa María³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM
elisafitz@yahoo.com.mx

Se realizó un análisis estructural detallado en las rocas metasedimentarias cretácicas en el Cerro El Santuario, Valle de Bravo, Edo. de México, con el cual se caracterizaron dos fases de deformación contractiva D1 (con características cristal-plástico) y D2 (con características transicionales frágil-dúctil), cortadas por un sistema de fallas normales tardías (del régimen frágil o quebradizo). El análisis estructural permitió determinar la penetratividad y cinemática de los diferentes eventos de deformación, y caracterizar tres generaciones de vetas: V1, asociadas a D1; V2, asociadas a D2; y V3 asociadas a las fallas normales tardías. La premisa fundamental es que las vetas V1, V2 y V3 son "vetas de deformación", es decir, que son contemporáneas al desarrollo de las estructuras y crecieron a partir de fluidos que fueron activos o movilizados durante cada evento de deformación, por lo tanto, las inclusiones fluidas atrapadas en sus minerales corresponden a fluidos asociados dichos eventos.

Los criterios petrográficos de inclusiones fluidas en vetas de deformación son diferentes a los de análisis de vetas hidrotermales. Por ejemplo, hay inclusiones fluidas sobre planos de microfracturas que son contemporáneas a la deformación, y que son consistentes con la cinemática de crecimiento de la veta y ésta a su vez es congruente con la cinemática de la estructura que la contiene (sea pliegue o falla).

Para la petrografía de inclusiones fluidas en vetas de deformación es importante tener un buen control espacial de estructura, veta asociada, estructura interna de veta e inclusiones fluidas. Con estos criterios se seleccionaron Grupos de Inclusiones Fluidas Simultáneas (GSI) representativos de D1, D2 y fallas normales tardías.

Todos los GSI analizados presentan inclusiones fluidas bifásicas (L/V), predominantemente líquido, del sistema H₂O-NaCl, y no muestran estrangulamiento u otras características que indiquen filtrado de fluidos después del atrapamiento. En las vetas V1 se analizaron dos GSI asociados a D1 con temperaturas de homogeneización entre 240 y 251°C y salinidades 6.1 y 7.4 de wt.% NaCl eq. Los GSI asociados a D2, analizados en V2, dieron temperaturas de homogeneización entre 164 y 202°C, con salinidades de 4.2 a 5.2 wt.% NaCl eq. Finalmente, las vetas V3, dieron temperaturas de homogeneización de alrededor de 192 a 230°C y salinidades entre 2.6 y 4.6°C.

Las temperaturas determinadas para D1 y D2 representan temperaturas mínimas de la deformación, es decir, son las temperaturas a las que se encontraba el volumen rocoso durante los eventos de acortamiento, puesto que las vetas están confinadas en la roca y provienen de los fluidos locales activos durante la deformación los cuales estaban en equilibrio térmico con la roca, estas temperaturas corresponden al gradiente geotérmico al momento de la deformación. En contraste, las temperaturas de las vetas asociadas a las fallas tardías no representan la temperatura del volumen rocoso durante el fallamiento, sino de un fluido proveniente de una fuente profunda que circuló sobre las fracturas asociadas a fallamiento normal, que formaron vetas de gran longitud, abiertas a la superficie.

GET-53 CARTEL

ESTUDIO DE LOS ENJAMBRES DE DIQUES Y DEL FALLAMIENTO TERCIARIO EN LA REGIÓN DE BEJUCO-TUZANTLA, ESTADOS DE MICHOACÁN Y MÉXICO

Serrano Duran Lina¹, Gonzalez Cervantes Norma¹, Ferrari

Luca¹ y Cerca Martínez Mariano²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

lserrano@geociencias.unam.mx

Cerca a las localidades de Bejucos y Tuzantla, entre los estados de Michoacán y México, se reconocen enjambres de diques y fallas que afectan a una secuencia sedimentaria Meso-Cenozoica. Reportamos los primeros resultados de un estudio de los diques presentes en esta zona para obtener su edad, composición, relación estratigráfica con las rocas encajonantes y con las principales estructuras en el área. Con esta información será posible conocer la deformación que afectó la zona e inferir el campo de esfuerzos en la corteza durante el período en que fueron emplazados los cuerpos. Asimismo entender por qué hubo volcanismo en algún momento del Terciario pero actualmente esta zona representa un "hueco" en el frente volcánico de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Finalmente relacionar la evolución volcánica y tectónica de esta región con la historia tectónica general del Sur de México y la evolución de los límites de placas.

La estratigrafía de esta región consta de una secuencia constituida por: a) lavas asociadas al Grupo Arcelia-Palmar Chico y cubierta por calizas de la Formación Amatepec, b) conglomerados volcánicos, areniscas y limos comúnmente referidos como Capas Rojas del Grupo Balsas, c) lavas andesíticas, ignimbritas, y riolitas del Eoceno-Oligoceno sobre los que reposan otros conglomerados rojos

mas recientes. Los diques tienen composición máfica, un largo de varios kilómetros y un ancho que varía de 5 a 20 m. Hay mas de cien diques expuestos que se agrupan en dos enjambres principales. El primero tiene una orientación preferencial promedio de 300° que oscila entre 280° y 330°. El segundo tiene orientación casi perpendicular (50°) y se distribuye a los dos lados del pliegue de Tzitzio. Entre estos se encuentra un dique NNE de dimensiones excepcionales que alcanza hasta 40 km de longitud y un ancho visible de 20 m. No hay relación de corte sistemático entre los dos enjambres de diques, lo que sugiere la posibilidad que se hayan emplazado durante el mismo periodo de tiempo. La presencia de pliegues de arrastre en la zona de contacto con la roca encajonante, indica que aunque algunos de ellos si bien pudieron intrusionar a lo largo de fracturas preexistentes, también fueron emplazados en un régimen no extensional. Esto se confirma además por la ausencia de fallas normales con desplazamiento importante en la zona. Por lo anterior se descarta la posibilidad de que la región haya estado sometida a un régimen de extensión tipo Basin and Range, como han sugerido algunos autores. La exposición de estos diques y la presencia de cuerpos subvolcanicos de composición intermedia a silicicas bajo un grueso paquete de ignimbritas (facies intracalderica?) en la Sierra de Nanchitilla atestiguan un periodo intenso de erosión que removió por lo menos 1.5 km de material. Este periodo de erosión acelerada debe ser posterior al Eoceno, pero se desconoce su causa.

GET-54 CARTEL

EDAD DE LA FORMACIÓN CHAPOLAPA EN LA LOCALIDAD DEL RIO COCHOAPA AL OESTE DEL OCOTITO, ESTADO DE GUERRERO

Hernández Treviño Teodoro¹, Torres De León Rafael², Solís Pichardo Gabriela³, Schaaf Peter¹, Hernández Bernal Maria del Sol³ y Morales Contreras Juan¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM

tth@geofisica.unam.mx

En la porción sur de la plataforma Cretácica Guerrero Morelos se encuentra subyaciéndole la Formación Chapolapa, misma que en el área de la Venta está en contacto estructural con rocas del Terreno Xolapa. Al oeste de la Fm. Chapolapa, en el área de El Ocotito, Tlahuizapa e Iscuinatoyac, no se conoce ninguna unidad que esté subyaciendo a la Formación Chapolapa. Sin embargo, al noreste de la región, en el Cañón de Acahuzotla, donde fue definida por de Cserna (1965), se encuentra sobreyaciendo a rocas del Terreno Mixteco.

La Formación Chapolapa está conformada predominantemente por secuencias metavolcánicas de composición andesítica, riódacítica, dacítica y brechas volcánicas, intercaladas con secuencias metasedimentarias cuyos protolitos fueron areniscas, limolitas y conglomerados. Estas secuencias se encuentran metamorfozadas a facies de esquistos verde, presentan una foliación con inclinación NW-NE y lineaciones de estiramiento minerales dominantes al NW y en menor proporción al NNE, los indicadores minerales desarrollados son de tipo sigma y escasos deltas así como estructuras s-c, estos indicadores acusan un sentido de cizalla de tipo normal con un buzamiento NW.

La muestra estudiada se colectó en la ribera del Río Cochoapa; en la intersección con el camino que conduce del poblado El Ocotito a Tlahuizapa, aproximadamente a 30 km al sur de la Ciudad de Chilpancingo. La muestra es una metadacita con una textura porfídica

relicta, formada por fenocristales de plagioclasas y cuarzo contenidos en una matriz fina de plagioclasa y cuarzo con abundante sericita. Los porfiroclastos de feldespatos y cuarzo presentan estructuras de deformación intracrystalina como extinción ondulante, bandas y láminas de deformación.

La muestra fue fechada en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica de la UNAM, por el método de U-Pb en circones. Se analizaron 6 poblaciones de circones en tamaños que varían de 80 μ a 200 μ . Éstos arrojaron una edad de 126 ± 4 Ma, ubicando esta edad en el Cretácico Inferior (Valanginiana).

La Formación Chapolapa no presenta una continuidad regional, sino que se distribuye al menos en tres áreas distantes, la localidad tipo (Cañón de Acahuizotla), el área de la Venta Vieja y el área de El Ocotito-Ixcuinatoyac. Esta edad puede ser representativa de las tres áreas. Sin embargo, es necesario que las otras dos áreas sean igualmente fechadas, para una posible correlación, ya que por su complejidad estratigráfica y estructural que presenta en cada área, se requieren más estudios de geocronología.

GET-55 CARTEL

SISTEMA DE FALLAS E-W EN LA PORCIÓN NORTE DE LA SIERRA DE LAS CRUCES, LÍMITE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE MÉXICO

Tapia Cruz Miguel Angel¹, García Palomo Armando² y Morales Barrera Wendy¹

¹ Servicio Geológico Metropolitano, Instituto de Geología, UNAM

² Depto. de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM
tapiacma@msn.com

El área de estudio comprende la porción Norte de la Sierra de las Cruces (SC), localizada en el sector Central del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, entre las coordenadas 99°40', 99°05' W, y 19°26' 40", 19°48', 19°N; con un área aproximada de 2400 km².

Con base a la interpretación de imágenes de satélite, fotografías aéreas, cartas topográficas y trabajo de campo se reconoce la geometría y cinemática de fallas con dirección E-W, en la porción Norte de la Sierra de las Cruces, estas se caracterizan por un arreglo en echelón, paralelas con longitudes cortas que definen zonas de cizallamiento. El buzamiento de las fallas es tanto al N y al S; sin embargo las fallas principales buzaban hacia el Norte y delimitan bloques que forman una geometría escalonada. Los indicadores cinemáticos sobre los planos de falla y el desplazamientos de horizontes guía muestran un sentido de movimiento normal.

El estudio de estas fallas es de suma importancia para comprender la geometría e implicaciones geológicas, dentro de la Cuenca de México.

GET-56 CARTEL

LA CARTA GEOLÓGICA 1:50,000 DE SANTIAGO DE QUERÉTARO, MÉXICO

Martínez Reyes Juventino, Mitre Salazar Luis Miguel y Aranda

Gómez Jose Jorge

Centro de Geociencias, UNAM

jmr@geociencias.unam.mx

Este trabajo pretende mostrar, a través de la cartografía geológica, las condiciones físicas (geológicas) del entorno de la zona metropolitana más importante del estado de Querétaro, que a causa del crecimiento acelerado es cada vez más vulnerable a las acciones antrópicas. Hasta ahora la sobre explotación de los acuíferos, la subsidencia del terreno y el fallamiento activo asociado a estos fenómenos, son los ejemplos más notorios. Así mismo la Carta permitirá evaluar peligros relacionados con fallamiento activo de origen tectónico y a la estabilidad de taludes en áreas densamente pobladas.

La Carta Geológica de Santiago de Querétaro cubre una superficie de aproximadamente 962 kilómetros cuadrados y se localiza entre los meridianos 100° 20' y 100° 40' de longitud Oeste y los paralelos 20° 30' y 20° 45' de latitud Norte. La mitad occidental pertenece al estado de Guanajuato y la mitad oriental al estado de Querétaro. La ciudad de Santiago de Querétaro y su zona conurbada se ubican en su parte suoriental.

En esta región confluyen cuatro grandes provincias geológicas: Sierra Madre Oriental, Terreno Guerrero, Sierra Madre Occidental y Faja Volcánica Transmexicana. El área ha sido afectada durante el Cenozoico medio y tardío por tres sistemas de fallas normales: Taxco-San Miguel Allende, Tula-Chapala y "Basin and Range".

La estratigrafía en la región incluye unidades de origen volcánico formadas por lavas de composición basáltica, andesítica y dacítica, así como depósitos piroclásticos y volcanoclásticos intercalados. La mayoría de estas formaciones son de edad Neógena y están relacionadas genéticamente con la Faja Volcánica Transmexicana; sedimentos continentales recientes de origen fluvio-lacustre rellenan el Valle de Querétaro. Estas unidades sobreyacen a rocas riolíticas probablemente relacionadas con el volcanismo de la Sierra Madre Occidental, y a sedimentos terrígenos y calcáreos del Mesozoico de la Sierra Madre Oriental.

Además de un intenso plegamiento de naturaleza laramídica y un metamorfismo regional de bajo grado en las rocas mesozoicas, las unidades litoestratigráficas en la Carta reflejan claramente los efectos de una evolución tectónica cenozoica compleja en un régimen distensivo. El resultado de la extensión ha sido fallamiento de orientación NNW-SSE relacionado con el Sistema Taxco-San Miguel Allende que se intersecta casi ortogonalmente con el Sistema Tula-Chapala de orientación sensiblemente E-W. El graben de Querétaro, perteneciente al primer sistema, es la estructura más importante, ya que controla el patrón geomorfológico e influye en el flujo del agua subterránea en que abastece a la zona metropolitana de Querétaro. Así mismo, muchas de las fallas activas asociadas a la subsidencia tienen orientaciones similares al graben lo que sugiere un control pasivo en su localización.

Además de los recursos acuíferos subterráneos del graben de Querétaro (Valle de Querétaro) explotados para cubrir las necesidades domésticas, agrícolas e industriales (en esta región no existen recursos

hídricos superficiales importantes), se explotan también extensamente materiales pétreos para la construcción, lo cual es un indicador del crecimiento rápido que manifiesta esta ciudad. Indicios de mineralizaciones metálicas hasta ahora mal conocidos, complementan los recursos naturales no renovables de esta Carta.

GET-57 CARTEL

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA NACIONAL EN ESCALA
1:500,000**

Salinas Prieto Juan Carlos, Arriaga Melendez Hilario, Zamudio Angeles David José y Cendejas Cruz Eduardo
Consejo de Recursos Minerales
salinas@crm.mx

Ante la necesidad de actualizar y sintetizar la información geológica del país, a partir del mes de mayo, el Consejo de Recursos Minerales, como parte de su programa de generación de infraestructura geológico – minera, se dio a la tarea de producir cartas geológicas estatales en escala 1: 500 000.

Desde 1995, el Consejo de Recursos Minerales inició un programa nacional de cartografía geológica en escalas regionales (1: 250 000 y 1:50 000). El territorio nacional será cubierto en su totalidad en escala 1:250 000 a finales de 2005. La información generada durante este programa es la base de la información de las cartas geológicas estatales iniciando por el norte del país y el objetivo central es preparar la información para la nueva carta geológica de México, escala 1:2 000 000. A la fecha las cartas disponibles, impresas y digitales, son Chihuahua y Sonora.

La primera fase de la metodología utilizada consiste en detectar las diferencias existentes entre las cartas realizadas por el CoReMi en diferentes años en el período comprendido entre 1996 y 2002. Con la lectura y análisis de información publicada posterior a 2002, incluyendo tesis de licenciatura, maestría y doctorado, artículos en revistas arbitradas e informes de otras dependencias, actualizamos la información y agrupamos las unidades convenientemente para la escala escogida.

El análisis de imágenes de satélite Landsat TM a partir del software ERMapper se convirtió en una importante herramienta de apoyo para resolver las problemáticas detectadas, verificadas con recorridos de campo.

Fueron también consideradas un gran número de determinaciones paleontológicas e isotópicas realizadas por diferentes métodos y autores, incluyendo edades realizadas durante el desarrollo del programa del CoReMi. Estos datos permitieron ubicar las unidades en su posición estratigráfica actualizada y ordenada, las cuales se muestran en las columnas que acompañan a las cartas.

Colateralmente, otro objetivo de este proyecto es revisar las unidades estratigráficas para generar, con apoyo fundamentalmente de instituciones de educación superior, un léxico de nomenclatura estratigráfica de México.

GET-58 CARTEL

**MANTLE WEDGE THERMAL MODELS CONSTRAINED BY
THE SEISMIC P-WAVE VELOCITY ANOMALIES**

Manea V.C., Manea M. y Kostoglodov V.
Instituto de Geofísica, UNAM
manea@geofisica.unam.mx

A finite element method is applied to model the thermal structure of the subducted Pacific plate and overlying mantle wedge beneath the southern part of the Kamchatka peninsula. A numerical scheme solves a system of 2D Navier-Stokes equations and a 2D steady state heat transfer equation. The rheology of the olivine is also introduced in the numerical models. The model results show a temperature of 1300 °C in the mantle wedge beneath the active volcanic. A tomographic image is obtained using the thermal models and temperature dependence of seismic-wave velocities from (Karato, 1993). The seismic-velocity perturbations are calculated relative to the PREM model of Dziewonski and Anderson (1981). A low velocity zone (~-7% velocity anomaly) is obtained beneath the volcanic belt and a high velocity anomaly (~4%) for the cold subducted lithosphere. These results agree with the seismic tomography invention inferred from P-wave arrivals of Gorbatov et al., (1999). The procedure applied to estimate the tomography anomaly from a thermal model applying Karato (1993) uses the dry solidus for peridotite. The thermal models show a temperature of ~1,300°C at ~90 km depth. This corresponds to ~90% of the dry peridotite solidus. Tomography anomalies are usually interpreted as indicating a partially molten asthenosphere, but Sato et al. (1989) shows that this may reflect instead a hot solid asthenosphere where the temperature approaches 90% of the dry peridotite solidus. Experimentally anelastic properties of peridotite determined by Sato et al. (1989) illustrate that the attenuation mechanism of peridotite might be the weakness (or "softening") of grain boundaries at high temperature below the solidus. This might be the case in southern Kamchatka too, since the wedge temperatures come close to ~90% of the peridotite dry solidus. A good agreement of the velocity perturbation beneath the volcanic arc (at least in magnitude) between the tomography image from P-wave arrivals and our estimation from thermal modeling suggests satisfactory modeling the mantle wedge temperature beneath southern Kamchatka. Keywords: Kamchatka subduction zone, thermal models, mantle wedge flow, tomography.

GET-59 CARTEL

**UNSTEADY MANTLE WEDGE FLOW BENEATH SOUTHERN
MEXICO, CHIAPAS VOLCANIC GAP AND TEHUANTEPEC
RIDGE FORMATION**

Manea M., Manea V.C. Y Kostoglodov V.
Instituto de Geofísica, UNAM
marina@geofisica.unam.mx

Tehuantepec ridge (TR) is one of the most prominent structures on the Cocos plate and hypotheses about the age of its onset as well as a reliable formation mechanism have remained in doubt until now. A tectonic model constrained by the structural and morphological features observed in the bathymetry of the TR and surrounding ocean floor in the Guatemala Basin, is proposed in the present study. This model consists in a series of Euler pole shifts and slowing down in spreading rate at East Pacific Rise (EPR) only for the southeastern part of Clipperton Fracture Zone (CFZ) in Guatemala basin. These would have led to the occurrence of significant transpressional stresses along

CFZ and a major transpressional transform feature would be formed (TR). An important constrain for the proposed tectonic model is the position of the joint location between CFZ and TR. According to the seafloor magnetic lineaments, this intersection corresponds to an age of ~ 12 Ma, which is assumed to be the period when TR formation was initiated. The resulting tectonic features of those episodic pole shifts proposed in the present model, are in good agreement with the observed structural and morphological features in the study area. The slowing down of the Cocos plate (~ 2 cm/year from 9 to 14 My ago), which belongs to Guatemala Basin, is constrained by the good fit between the observed and calculated bathymetry (inferred from the half-space cooling model of oceanic lithosphere). This slowing down of the Cocos plate in Guatemala Basin has an important effect of the thickness of the oceanic slab, this becoming colder and therefore thicker. The dipping angle of the slab into the asthenosphere will increase with time, inducing a strong disturbance in the mantle wedge flow beneath Chiapas. We suggest that this flow disturbance is responsible for the volcanic gap in Chiapas between 2 and 9 My ago. Keywords: Tehuantepec ridge, Clipperton Fracture Zone, Guatemala Basin, Euler pole shift.

GET-60 CARTEL

RASGOS ESTRUCTURALES DEL VALLE DE BANDERAS

Álvarez Bejar Román¹, Arzate Flores Jorge², Yutis Vsevolod³ y Pacheco Martínez Jesús²

¹ IIMAS, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
rab@leibniz.iimas.unam.mx

El Valle de Banderas, en la colindancia de los estados de Jalisco y Nayarit, ha sido señalado como parte de un graben que se extiende desde el graben Tepic-Zacoalco hasta Bahía de Banderas. Además, este Valle forma parte de una región que fue propuesta recientemente como el límite NW del Bloque de Jalisco. No obstante, existen pocos estudios geofísicos sobre la región, que caractericen a dicho graben. En este trabajo se reportan tres perfiles gravimétricos y tres perfiles magnetométricos; dos de cada uno de ellos corren en la dirección NW-SE y uno en la dirección NE-SW, a lo largo del Valle de Banderas y subparalelo a la dirección del río Ameca en esa zona. Los datos gravimétricos a lo largo del perfil NE-SW sugieren un bloque caído hacia la parte centro-oeste del Valle, en contacto con un bloque al norte asociado a la Sierra Vallejo, que probablemente se continua hacia el este. La línea NW-SE sugiere una depresión estructural, que coincide con la observada en la línea NE-SW y cuyos valores continúan bajando hacia la sierra al sur de Valle, en donde la tendencia cambia. Los datos magnéticos coinciden en general con las tendencias estructurales observadas con la gravimetría. Un mapa preliminar de magnetometría terrestre derivado de esos perfiles, con contornos a 25 nT, muestra una buena correlación con datos aeromagnetométricos obtenidos a 300 m sobre la zona. Las mediciones magnéticas permiten inferir un desplazamiento lateral derecho de la zona de graben, aparentemente controlado por la misma falla NW-SE que define el cauce del río Mascota. En términos generales se confirma que la parte centro-oeste del Valle tiene estructura de graben con su eje en la dirección NE-SW.

Sesión

Geología y Geofísica Ambiental

Lunes 1

Salón Mariposas 1

GGA-1

BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LOS MÉTODOS GEOFÍSICOS EN DETECCIÓN DE MANCHAS DE CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

Lesser Illades Juan Manuel¹ y Saval Bohorquez Susana²¹ Lesser y Asociados, S.A. de C.V.² Instituto de Ingeniería, UNAM

lesserjuanm@infosel.net.mx

Existe gran cantidad de instalaciones que manejan hidrocarburos destilados del petróleo en los cuales se presentan fugas o derrames que infiltran y contaminan suelo y subsuelo. El agua de lluvia que se precipita sobre el terreno, se infiltra y constituye el principal vehículo que transporta hidrocarburos hacia los acuíferos. La caracterización o prospección de un sitio contaminado, consistente en determinar el área afectada, su magnitud y distribución, así como conocer el tipo de hidrocarburos y su concentración.

Los métodos geofísicos en sus diferentes modalidades son una valiosa herramienta que permite identificar cuerpos de rocas y materiales en el subsuelo. Estos métodos se basan en detectar los contrastes entre rocas y otros materiales para con ello conocer su distribución y profundidad en el subsuelo. Mientras mayor contraste exista, mayor será la precisión de los resultados obtenidos. En un sitio contaminado con combustibles destilados, donde los hidrocarburos se encuentran como volátiles y adsorbidos a las partículas del subsuelo, los contrastes existentes generalmente son muy reducidos, lo cual limita la aplicación de los métodos geofísicos como un método para la detección de la mancha de contaminación. Si a ello se le suma que en el subsuelo se presentan horizontes irregulares de arcillas intercaladas con arenas y mezclas de ambas en diferentes proporciones, la identificación de zonas contaminadas por hidrocarburos mediante geofísica deja de ser clara, consistente y concluyente. El estudio de un gran número de sitios permite resumir que la aplicación de métodos geofísicos en la detección de zonas contaminadas por hidrocarburos presenta fuertes limitaciones.

Como política o costumbre, la mayor parte de estudios de caracterización de sitios contaminados por hidrocarburos han venido incluyendo una campaña de geofísica. El método, puede ser de utilidad siempre y cuando se le de su peso específico de acuerdo con las características del sitio. Es común el abuso en el empleo de la geofísica que, en muchos de estos casos ha llegado al grado de correlacionar los valores obtenidos con el método geofísico con concentraciones de hidrocarburos presentes en el subsuelo, incluso expresadas en mg/kg. Para ejemplificar lo anterior se describen los resultados de la geofísica aplicada a la detección de zonas contaminadas de varios sitios.

A partir de las experiencias se concluye que la geofísica es una herramienta de gran utilidad en la detección de cuerpos, estructuras y materiales en el subsuelo, pero no así para la definición de zonas contaminadas. La exactitud de los resultados estará en función al contraste entre los cuerpos existentes en el subsuelo. Se muestra que ha existido un abuso en la aplicación de métodos geofísicos y se recomienda dar el peso específico correcto a la geofísica dentro de los estudios de caracterización de sitios contaminados y evitar el abuso que se ha llegado a hacer de ésta, lo cual está llevando a desprestigiar un método que, correctamente aplicado es de valiosa utilidad.

GGA-2

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS EN LABORATORIO Y EN CAMPO

Shevnin Vladimir¹, Delgado Rodríguez Omar¹, Zegarra Martínez Hector¹, Mousatov Aleksandr¹ y Ryjov Albert²¹ Instituto Mexicano del Petróleo² Academia de Prospección Geológica de Moscú
vshevnin@imp.mx

Después algunos meses a un año de ocurrido el derrame, la contaminación de suelo por productos petroleros se caracteriza por una anomalía de baja resistividad como consecuencia del proceso de biodegradación. En condiciones someras, con oxígeno y humedad, las bacterias transforman hidrocarburos, provocando diferentes cambios físico-químicos en las propiedades del suelo y del agua contenida en los poros. El primer modelo geoelectrónico que explica los cambios dados por el proceso de biodegradación fue propuesto por W. Sauck donde se presenta una disminución de resistividad del suelo como resultado de aumento de salinidad de agua. En este modelo se establece una relación lineal entre la resistividad del agua y del suelo. E. Atekwana y colaboradores encontraron una débil correlación entre el cambio de la resistividad del agua y del suelo.

En estudios en campo de sitios contaminados y en laboratorio, con la ayuda de tanques reactores, se determinó que el cambio de resistividad del suelo contaminado se debe más a cambios de la conductividad superficial que a la conductividad electrolítica de agua. Este aumento de la conductividad superficial es debido probablemente a un aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo contaminado.

Tanto en campo como en laboratorio se aplicó el método SEV. Se ha planteado que el método SEV no puede separar influencia de conductividad electrolítica y conductividad superficial, pero esto es posible mediante la realización en laboratorio de mediciones de resistividad del suelo versus salinidad del agua. En el campo podemos estimar la influencia relativa de la conductividad electrolítica y superficial con mediciones de resistividad de agua adicionales a las mediciones de SEV, permitiendo caracterizar la contaminación del suelo por productos petroleros con mayor precisión.

GGA-3

ESTUDIO GEOELÉCTRICO DE SITIOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS: DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PETROFÍSICOS A PARTIR DE RESULTADOS GEOELÉCTRICOS

Shevnin Vladimir¹, Delgado Rodríguez Omar¹, Zegarra Martínez Hector¹, Ochoa Valdés Jesús¹, Mousatov Aleksandr¹ y Ryjov Albert²¹ Instituto Mexicano del Petróleo² Academia de Prospección Geológica de Moscú
vshevnin@imp.mx

Los métodos geoelectrónicos, como el método de resistividad y perfilaje electromagnético, son útiles en estudios de sitios contaminados por productos petroleros. Debido al proceso de biodegradación, después de algunos meses que ocurrido el derrame, el medio afectado presentará valores bajos de resistividad. No obstante, otros factores como cambio de litología o aumento de la

salinidad del agua en los poros provocan un efecto similar. Con el objetivo de discriminar estos efectos en la anomalía de baja resistividad se realiza la medición de la resistividad del agua en diferentes puntos del área de estudio (en pozos y norias, en arroyos y ríos, en lagunas y charcas). El conocimiento de los valores de resistividad de agua y su distribución en el área nos ayuda a determinar el origen de anomalías de resistividad.

Durante la etapa de procesamiento de datos se utiliza el algoritmo petrofísico desarrollado por Ryjov, que permite modelar la resistividad de suelo en dependencia de la salinidad de agua, contenido iónico de sales, contenido de arcilla, porosidad de los componentes (arena y arcilla), humedad, temperatura y algunos otros parámetros del suelo. Este algoritmo resuelve la tarea inversa determinando tres parámetros petrofísicos: contenido de arcilla, porosidad y capacidad de intercambio catiónico (CIC).

En zonas contaminadas por hidrocarburos los valores de contenido de arcilla y CIC son anómalos (más altos) en comparación con los valores en zonas limpias. En zonas no contaminadas estos parámetros nos ayudan a caracterizar las diferentes capas (acuíferos y acuitardos) y estimar riesgos de contaminación (vulnerabilidad de acuitardo).

La utilización del algoritmo de interpretación 2D de datos de SEV M.H.Loke nos brinda nuevas posibilidades de aplicación de los parámetros petrofísicos estimados por resistividad. Como resultado de la aplicación del programa Res2DInv se tiene un modelo de resistividad con igual cantidad de capas y espesores constantes para todos los sondeos del perfil (y del área). Con ayuda de estos modelos es fácil construir mapas para una profundidad constante o para una misma capa, facilitando la localización de zonas contaminadas.

GGA-4

ANÁLISIS DEL FRACTURAMIENTO RECIENTE EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES

Sotelo Rodríguez Arturo
misb@cablenext.com.mx

En los últimos veinticinco años han aparecido en el valle de Aguascalientes decenas de grietas y fallas, la mayoría de varios kilómetros de longitud. El fenómeno ha provocado el deterioro y hasta el derrumbe de más de 1,200 fincas, entre casas habitacionales y lotes baldíos, aunado al fisuramiento de la Catedral Metropolitana y de otros edificios públicos y privados, así como daños al poliducto de PEMEX y a la red general de agua potable y alcantarillado. Para explicar el origen del fracturamiento institucionalmente se está manejando la tesis de que las fallas son producto de una sobre-explotación de los mantos acuíferos, derivadas de un proceso de consolidación inducido. Sin embargo el autor de la presente ponencia pretende desvirtuar tales afirmaciones; para esto elaboró la carta estratigráfica Aguascalientes, esc. 1: 50,000, con una cobertura de 1,100 kilómetros cuadrados. Como resultado del estudio se descubrieron y analizaron dos enormes fallas de dimensiones continentales que limitan el valle de Aguascalientes al poniente y al oriente; la primera, bautizada por el suscrito como Tapias Viejas- los Arquitos tiene una longitud de más de 160 kilómetros, y la segunda, conocida como Aguascalientes, tiene alrededor de 70 kilómetros de desarrollo. Los movimientos relativos de las dos superfallas fueron los causantes directos del fracturamiento y posterior hundimiento del

valle. Para comprobar que la sobre-explotación de los mantos acuíferos no tiene nada que ver con la aparición de las fallas, el autor está manejando doce diferentes argumentos geológicos y geotécnicos.

GGA-5

PROBLEMÁTICA DE LAS FALLAS GEOLÓGICAS EN LA ZONA URBANA Y CONURBADA DE SAN LUIS POTOSÍ-SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ

Mata Segura José Luis¹, López Doncel Ruben¹, Rodríguez Ríos Rodolfo¹, Arzate Flores Jorge² y Pacheco Martínez Jesus²

¹ Instituto de Geología, UASLP

² Centro de Geociencias, UNAM
jolumata@hotmail.com

En los últimos seis años, en la zona urbana y conurbada de la ciudad de San Luis Potosí, han estado ocurriendo nuevos agrietamientos del terreno, lo que ha ocasionado rompimiento progresivo del pavimento de calles, sistemas de agua potable y drenaje, ruptura de muros de casas y de algunos edificios públicos. Este fenómeno ocurre principalmente a lo largo de un sistema de fallas con dirección N-S en su parte septentrional y N-NW en su parte meridional. Los rasgos generales de las fallas en la capital de San Luis Potosí son principalmente: formación de grietas de tensión, depresiones y pliegues alargados de pisos de casas, en pavimentos de calles (los ejes de los pliegues y planos de ruptura son oblicuos respecto a la traza de las fallas), y asentamientos diferenciales entre los bloques que dividen las fallas.

En la ciudad de San Luis Potosí, como en la mayoría de las ciudades del centro de México, el crecimiento de la población ha sido acelerado en los últimos 20 años, por lo que se ha incrementado la perforación de pozos profundos para el abastecimiento de agua potable, lo que ha generado la sobreexplotación de los acuíferos. La extracción desmedida de agua del subsuelo ha ocasionado en algunas ciudades (Celaya, Aguascalientes, Morelia, Querétaro) asentamientos del terreno y la formación de fallas en zonas urbanas, siguiendo la mayoría de los casos los patrones de fallas que definen las estructuras tectónicas de los valles donde se asientan dichas ciudades. En el caso de la ciudad de San Luis Potosí la sobreexplotación del acuífero profundo del valle se ha documentado desde hace aproximadamente 20 años, sobre todo en la zona urbana y conurbada de S.L.P. por lo que resulta lógico pensar en una influencia directa del abatimiento de los acuíferos (± 50 mts.) sobre este fenómeno. Existe cierta correlación entre las trazas de los agrietamientos en superficie y las principales estructuras en el subsuelo (fallas detectadas por perforación de pozos de agua potable y estudios gravimétricos), sugiriendo que pueden estar ligadas genéticamente. Sin embargo, las características de ruptura del terreno en la zona urbana tal como se han documentado, sugieren un tipo de ruptura por fallamiento a rumbo más que por asentamiento de terreno o por fallamiento normal. Es decir, que a diferencia de otros valles tectónicos, la generación de agrietamientos en la zona parece más relacionada con una importante componente de esfuerzos de deformación en la dirección de la falla. Sin embargo éstos esfuerzos de transtensión parecen actuar en combinación con los esfuerzos horizontales producidos por los hundimientos diferenciales ocurridos a uno y otro lado de la zona de falla.

GGA-6

LOS RIESGOS GEOLOGICOS EN LA REGIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO COMO BASE PARA EL DESARROLLO DE UN MÉTODO CIENTÍFICO DE RIESGOS EN LA REGIÓN DEL VOLCÁN DE COLIMA

Chapa Guerrero José Rosbel, Ibarra Martínez Sergio Eduardo, Cortez Losoya Rosa Elia y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
jochapa@ccr.dsi.uanl.mx

El presente trabajo mostrará, con base a las experiencias y conocimientos ganados en la ingeniería práctica, la vinculación geológica, tectónica y geotécnica en relación a la estabilidad de los taludes escarpados, como ejemplo principal una región tipo de la Sierra Madre Oriental ubicados en el área de Monterrey, México y otra ubicada en las márgenes del Volcán de Colima. Las condiciones geológicas y tectónicas así como de ingeniero-geológicas juegan un papel decisivo en el reconocimiento de las causas y origen de un movimiento en masa y en las medidas de saneamiento requeridas. En el presente trabajo serán dadas estas medidas a través de una carta de riesgos geológicos en la Sierra Madre Oriental y por otro lado se discutirá las posibilidades de implementar esta metodología en el Volcán de Colima.

Es importante señalar que, en las últimas décadas del siglo pasado se puso de manifiesto en el ámbito científico, la gran necesidad de realizar investigación en la línea sobre los riesgos geológicos. De acuerdo a esto y analizando la gran explosión demográfica del área metropolitana de Monterrey, con una población de cerca de 4 millones de habitantes, se empezó a trabajar desde hace algunos años en el implemento de una metodología de ingeniería geológica científica que ayude a subsanar los diferentes problemas geológicos que se presentan al construir en diferentes zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental y también en sus valles. Por otro lado, se debe señalar que dicha metodología se esta comenzando a analizar para implementarse en regiones volcánicas, como lo es el volcán de Colima.

Dentro de las zonas urbanas que ya han sido estudiadas dentro de área metropolitana de Monterrey se pueden enumerar las siguientes. Frente de la Sierra Madre Oriental, Cerro de las Mitras en San Pedro y Monterrey, Cerro del Topo en Monterrey, Cerro de la Silla en Guadalupe y Monterrey y el cerro Mederos de Monterrey. Cabe aclarar que estas regiones estan en un gran porcentaje urbanizados, de una forma desordenada con una planificación muy restringida.

Para llegar a conjuntar una carta de riesgos geológicos en el área de estudio es necesario hacer un análisis de la estabilidad de los taludes escarpados. Para esto se deben hacer un análisis de los aspectos geomorfológicos, elaborar cartas geológicas y tectónicas a escalas 1:25000 o mas precisas aún 1:10000, hacer un análisis de las zonas homogéneas en roca y en suelos, evaluar los problemas geotécnicos del área en estudio, hacer un análisis de la estabilidad de los taludes y con toda esta información construir una carta de riesgos geológicos.

GGA-7

MINERAL WEATHERING AND SURFACE WATER CHEMISTRY: LOCAL AND GLOBAL QUESTIONS

Drever James I.
Dept. of Geology & Geophysics, University of Wyoming, USA
drever@uwyo.edu

Mineral weathering is the major control on the composition of unpolluted surface waters. It is also the most important long-term control on the CO₂ concentration of the atmosphere and hence global temperature. Early attempts to explain the compositions of waters draining silicate terrains were based on concepts of mass balance and chemical equilibria among secondary phases. More recent approaches have focused on mineral dissolution kinetics and on field studies, particularly studies that link soil profiles to runoff chemistry. There has been a great deal of laboratory work on mineral dissolution kinetics but the outcome in terms of predicting or understanding weathering rates in the field (and hence surface water compositions) has been disappointing. This is probably because of the importance of transport processes as distinct from reaction kinetics in determining field weathering rates, and because of the importance of coupling between physical erosion and chemical weathering. The role of vegetation is complex. It is not an explanation for the common observation that weathering rates in the field are much slower than would be predicted from laboratory experiments using inorganic acids and salts.

Overall, the most important controls on weathering rate appear to be runoff, temperature, and physical erosion rate. The important geographic locations of CO₂ consumption by weathering are volcanic terrains in the tropics, where temperature, rainfall, and erosion rates are all high. The direct effect of glaciation on global weathering rates seems to be relatively small.

Some of these principles will be illustrated by data from the Rio Ameca basin in Jalisco and Nayarit.

GGA-8

PRODUCTOS DE ALTERACIÓN EN RESIDUOS DE OPERACIONES MINERAS DE YACIMIENTOS TIPO SKARN EN MEDIOS SEMIÁRIDOS

Castro Larragoitia Javier, Arteaga Nubia y Monroy Fernández Marcos Gustavo
UASLP
gcastro@uaslp.mx

Los procesos de beneficio de menas minerales metálicas tiene como producto ineludible, la generación de grandes cantidades de residuos, con concentraciones importantes de minerales metálicos sin interés económico, pero si relevantes desde una perspectiva ambiental. Estos residuos son acumulados en los alrededores de los proyectos mineros en las denominadas presas de jales, las cuales frecuentemente fueron construidas sin pensar en una posible restauración de las mismas al final de su vida activa. La falta estabilización permite que el material sea dispersado por acción de los agentes meteóricos y cantidades considerables de elementos potencialmente tóxicos sean liberados al ambiente.

Los minerales metálicos acumulados en las presas de jales quedan expuestos a un medio oxidante el cual es saturado periódicamente a través de lluvias estacionales, condiciones bajo las cuales nos son estables y sus productos de reacción pueden comprender la formación de óxidos e hidróxidos, sulfatos, etc, así como tener el potencial de liberación de metales toxicológicamente relevantes al medio circundante y/o la generación de drenaje ácido de roca (DAR). La identificación de los minerales que están siendo generados bajo estas condiciones permite identificar el tipo de reacciones que están ocurriendo en los residuos, el potencial de estos para liberar metales y al mismo tiempo suministrar información para identificar las medidas que se podrían implementar para su estabilización.

En el presente trabajo se investigó la mineralogía presente en las presas de jales de dos yacimientos tipo skarn: uno rico en sulfuros de hierro y cobre (A), el otro rico en sulfuros y sulfosales de plomo, zinc, cobre y plata (B), ambos localizados en medios semiáridos. Las muestras obtenidas fueron analizadas por difracción de rayos X, por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) equipada con EDAX y sus contenidos de metales pesados totales se determinaron por Espectrometría de Absorción Atómica.

Las observaciones de campo permitieron identificar un fuerte desarrollo de minerales secundarios en la superficies de las presas de residuos. A profundidades que varían de entre los 0.3 m en el caso del yacimiento A y hasta 1.3 m en el caso de B se localiza una zona de cementación, a partir de la cual se reconoce la mineralogía primaria con un grado de alteración cada vez menor, señalando a esta zona como barrera para la difusión del oxígeno hacia el interior de la presa. La difracción de rayos X permitió identificar fases secundarias como el yeso, la jarosita y la goethita entre otros, en una matriz dominada por los minerales de ganga de los yacimientos (granate, cuarzo, calcita, etc.). Al análisis con ayuda del MEB permitió reconocer el avance del proceso de alteración en los sulfuros primarios hacia las fases arriba mencionadas, así como identificar que este proceso es responsable de la liberación de elementos como el As y metales pesados, los cuales son removidos de los sulfuros primarios poniéndolos a disposición para que sean adsorbidos y/o coprecipitados con los hidróxidos de Fe u otros minerales, o sean liberados al ambiente por soluciones percolantes generadas por las precipitaciones estacionales.

GGA-9

VITRIFICADO DE JALES DE ARSÉNICO PROVENIENTES DE ZIMAPAN, HGO.

Juárez Sánchez Faustino¹, Picazo Martínez Martín², Morales Martínez Tomas², Urrutia Fucugauchi Jaime¹ y Cabrera Moctezuma Olga¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Facultad de Química, UNAM
tino@geofisica.unam.mx

Planteamiento del problema

En el Municipio de Zimapan, Hgo. Se encuentra una de las principales fuentes de arsénico, lo cual es un verdadero problema para la salud humana, ya que este elemento es altamente tóxico y toda la zona corresponde a un depósito natural de minerales de arsénico, por lo tanto la contaminación de los acuíferos y atmósfera esta totalmente impactada por este compuesto.

Las técnicas de eliminación o fijación hasta el momento empleadas resultan deficientes por la alta movilidad de As.

Por lo que se requiere de un proceso que impida esta movilidad, este proceso es la estabilización por vitrificado.

Objetivo

Desarrollar un proceso de estabilización de los residuos de As en lodos de tratamiento y jales de minerales

Hipótesis

Dadas las propiedades de los silicatos en los minerales se puede establecer un proceso que permita controlar la movilización de un componente tóxico como lo es el arsénico que se encuentra contenido en los minerales de las zonas de explotación, esto se puede llevar a cabo con un proceso de aglomeración y una vitrificación, si dichos procesos son llevados a cabo considerando el balance metalúrgico correspondiente y las condiciones de formación (presión y temperatura) adecuadas, se va a poder obtener un material que contenga los desechos del jales y lodos de plantas de tratamiento, logrando de esta forma una inmovilización del principal componente que es el As.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Los jales conteniendo arsénico se llevan a molienda en un molino de bolas. Posteriormente se vierte en un recipiente pasando por una criba de ¾" para separar las bolas de molino y el jale molido.

El jale molido se pasa por el partididor de Jones para separar en dos partes iguales. Una parte se coloca en el rotap para realizar el análisis granulométrico, la otra parte se toma para mezclarla con los reactivos específicos. La mezcla se tritura en un mortero de porcelana hasta homogenizar y pulverizar la sílice.

Para moldear los pellets

Se toma la mezcla y se agrega un 12% de agua.

La mezcla húmeda se coloca en un molde de geometría esférica.

El molde con la mezcla húmeda en su interior se coloca en una prensa hidráulica y se aplica presión.

El pellet así obtenido es colocado en una mufla para su secado, posteriormente al se le el compuesto vitrificante desarrollado en este trabajo, de donde se obtiene un vidriado uniforme aproximadamente de 1 mm de espesor.

El pellet obtenido se sometió a varias pruebas de estabilidad y solubilidad, para saber los probables cambios (de oxidación del Fe y As, tamaño de partícula principalmente) por el proceso, unas de estas pruebas no destructivas son la medición de susceptibilidad magnética y la espectroscopia Mössbauer.

GGA-10

GEOQUÍMICA DE SUELOS Y SU EFECTO EN LOS LIXIVIADOS DE UN TIRADERO A CIELO ABIERTO

Navarro Mendoza Susana, Aragon Sulik Manuel y Belmonte Jiménez Salvador
CIIDIR, IPN, Oaxaca
suscidir@hotmail.com

La edafogénesis del suelo, en donde se disponen los residuos municipales de la ciudad de Oaxaca se ve favorecida con la precipitación pluvial; de la cual se desprenden mecanismos

disolutivos. En primer término se incrementa la generación de lixiviados producidos por los residuos, posteriormente la eliminación de elementos más móviles del medio geológico del sitio, su arrastre en solución y/o en material, resultando una modificación en la composición tanto de lixiviados, como del entorno por donde circula. Por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar la influencia que tiene en los lixiviados la geoquímica del medio litológico en donde opera el tiradero municipal de la ciudad de Oaxaca de Juárez, el cual forma parte del proyecto SEMARNAT2001-C01-0097 y CGPI- I.P.N.

Para identificar la función del medio litológico en la calidad de lixiviados se realizó un análisis con difracción de rayos X y petrográfico, en muestras de material sano y alterado de la zona donde se ubica el tiradero.

Los resultados muestran asociación de micrita –espatita en un mas del 75%, cuarzo, feldespato, calcita, óxido de hierro y minerales arcillosos, por lo que el suelo residual evolucionado, presenta una mineralogía con características de variedades de Aluminosilicatos con armazón de los alcalinos y alcalinotérreos, asociado a sistemas monoclinico y triclinico alcalina, teniendo aniones adicionales como cloruros, carbonatos y sulfatos; así como SiO_2 , $\text{Ca} [\text{CO}_3]$, $(\text{Al},\text{Mg})_2 [\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_8$.

Estas características mineralógicas del material geológico ensayado, en principio genera mayor cantidad de material soluble, lo cual se ve reflejado en la solución de la zona no saturada, quien presentó conductividades eléctricas arriba de 2000 – 10,000 microS/cm, un enriquecimiento en aluminio y otros analitos.

Lo anterior indica que durante la evaluación de contaminación de la zona no saturada y saturada en zonas donde operen tiraderos a cielo abierto, no es suficiente detectar la presencia de contaminantes sino que se ha de definir si es de carácter endógeno o exógeno, ya que las características mineralógicas derivada de la propia geología puede estar aportando impurezas a los lixiviados contaminantes; como es el caso del tiradero del municipio de Oaxaca de Juárez. De hacerse parcialmente se corre el riesgo de tener una evaluación sesgada, y las acciones posteriores serán similares.

GGA-11

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR EN UN RELLENO SANITARIO LOCALIZADO EN EL MUNICIPIO DE LINARES, NUEVO LEÓN

Bustamante García Javier, Cruz Vega Carlos Ramón y De León Gómez Héctor
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
jaboroc@hotmail.com

En el municipio de Linares, N.L. en el relleno sanitario se depositan en promedio más de 50 toneladas de desechos sólido/día provenientes de la ciudad y algunas zonas conurbadas.

La observación de lixiviados generados en el relleno sanitario, y de los cuales no se tiene control, generó la inquietud de realizar un estudio preliminar para determinar si en algún momento pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas aledañas al mismo.

El estudio consistió en trabajos de tipo geológico, estructural e hidrogeológico con base a la Norma Oficial Mexicana.

En el estudio hidrogeológico se tomaron lecturas de los niveles piezométricos de los pozos distribuidos en toda la zona, en diferentes períodos del año, con lo cual se determinó la dirección del flujo subterráneo. Los resultados de este estudio muestran que la dirección del flujo de agua superficial es coincidente con el flujo subterráneo y este a su vez con los sistemas de fracturas de la zona. Esta dirección de flujo indica también que de existir contaminantes, estos se dirigirían hacia la Presa El Cinco y a otras poblaciones pequeñas localizadas aguas abajo del sitio.

La continuidad del estudio contempla los análisis físico-químico, bacteriológico y de metales pesados de las aguas subterráneas y suelos, esto con el objetivo de llevar a cabo la zonificación de contaminantes en la zona.

GGA-12

SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE LOS SUELOS SUPERFICIALES DEL MUNICIPIO DE QUERETARO

Hernández Silva Gilberto¹, Avila Murillo Fernando², Solorio Munguía José Gregorio¹, Molina Garza Roberto¹, Solís Valdez Sara¹ y Mercado Sotelo Italia¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Centro de Investigaciones en Matemáticas
ghsilva@geociencias.unam.mx

Uno de los temas más activos en la actualidad en la Ciencia del Suelo lo constituye el concepto, manejo y evaluación de la Calidad del Suelo (CS). Una de las vertientes de este concepto tiene que ver comparativamente, con la calidad del agua y del aire, sistemas que cuentan con estándares probados para el seguimiento de cambios en su calidad. En contraste, el suelo constituye un sistema abierto y muy complejo; por lo que hasta ahora existen pocos estándares para evaluar su calidad ya que los diferentes métodos para caracterizar la mayor parte de sus parámetros son lentos y costosos, como es el caso de los metales pesados (MP), que lo hacen poco práctico para un seguimiento constante y a largo plazo. En este sentido, las mediciones de susceptibilidad magnética (SM) han probado ser una herramienta valiosa para monitorear la calidad del medio ambiente. Casi todos los materiales depositados sobre la superficie contienen minerales ferromagnesianos que pueden clasificarse por su concentración y tamaño de grano, usando los resultados derivados de propiedades magnéticas. Se sabe de la existencia de una relación entre el tamaño de las partículas y la presencia de MP; la relación SM con los MP puede ser usada como indicador de contaminación ambiental en suelos; es posible que a través de las mediciones magnéticas, se identifique la fuente de contaminación. El objetivo de este trabajo en su fase preliminar es, establecer la SM de los suelos superficiales del municipio de Querétaro y determinar algunas correlaciones estadísticas con características de los suelos. En un área de 770 km² se tomaron 215 muestras de suelos georreferenciadas (0-30 cm); se determinaron textura, velocidad de infiltración, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico total, CO₂; Cr, Ni y Zn en 36 sitios; a 11 muestras se les determinó su mineralogía. A los 215 puntos se les midió la SM de alta (SMAF) y baja frecuencia (SMBF). A la base de datos resultante se le aplicó una estadística descriptiva, análisis de regresión múltiple y un análisis geoestadístico. Utilizando el método del vecino más cercano, se aplicó un SIG para mapear la distribución de la SM del suelo así como la de otros parámetros del suelo. Se utilizó el programa Surfer ver. 8 para el trazo de isólinas de los valores del variograma. Las correlaciones más significativas se encontraron entre SMAF con uso del suelo ($r^2=0.24$), arcilla ($r^2=-$

0.36), arena ($r_2=0.23$), pH ($r_2=0.23$), m.o. ($r_2=0.34$). Con respecto a la SM tanto frecuencia alta como baja no se encontraron correlaciones con los metales pesados. El variograma para la SMFA con modelo exponencial, mostró una variabilidad espacial a distancias menores de 12.551 km; Las concentraciones mayores de SM se observan al NW y centro de la zona de estudio. En una segunda etapa se definirá el tamaño del grano de las partículas magnéticas, con el fin de ver si se correlacionan mejor con la concentración de MP.

GGA-13

GEOLOGÍA URBANA DE LA REGIÓN DE GUAYMAS Y SAN CARLOS, SONORA

Vega Granillo Eva Lourdes, Vega Granillo Ricardo, De la O Villanueva Margarita y Araux Sánchez Elizabeth
Universidad de Sonora
lvega@geologia.uson.mx

Las principales poblaciones del área de estudio son Guaymas, San Carlos y San José de Guaymas. Guaymas es el principal puerto marítimo ubicado en el Mar de Cortés, contando con pesca, turismo, comercio, industria y agricultura. San Carlos es eminentemente turístico y el poblado de San José de Guaymas, se ubica en un valle dedicado mayormente a la agricultura.

El objetivo del presente trabajo fue aportar nuevos datos geológicos para incrementar el conocimiento y desarrollo urbano de esta zona costera. Con el apoyo del CONACYT se realizó trabajo de campo entre los años de 1999 y 2000. La investigación incluyó cuatro capítulos principales: un reconocimiento de la geología básica con la determinación de las unidades litológica, geología estructural y tectónica de la región; el estudio de los procesos costeros y la geología cuaternaria, enfocado al transporte de sedimento en las playas; una evaluación hidrológica superficial y subterránea; y por último, la revisión de los fenómenos naturales que afectan los asentamientos urbanos.

GEOLOGIA. Se encontró que las rocas más antiguas o basamento, son metasedimentos (Triásico superior-Jurásico inferior?) que afloran como colgantes aislados de granodiorita (Cretácico superior-Eoceno). Sobre éstas, se depositaron secuencias volcánicas terciarias de composición variable y lahares vulcanosedimentarios, finalizando con aluviones y coluviones (Plioceno-Reciente). Las estructuras geológicas más importantes corresponden a fallas normales y de desplazamiento lateral asociadas a eventos distensivos. Dos eventos tectónico-magmáticos, de edad Laramídico y Eoceno-Oligoceno afectan al área.

PROCESOS COSTEROS. Se generó un mapa base (escala 1:50,000) con ocho unidades geomorfológicas cuaternarias. El muestreo de sedimentos fue superficial y estacional (verano e invierno), con espaciamientos hasta de 250 m. Se realizó el análisis granulométrico y se determinaron las direcciones prevalencias de transporte de sedimentos en los diferentes muestreos y playas. Se identificaron las zonas más susceptibles a cambios naturales que significaran riesgos.

HIDROLOGIA. La cuenca se dividió en subcuencas, y se encontró que algunas podrían representar un riesgo para la población, por su orden, pendiente, densidad de drenaje y de corriente. Se establecieron tres unidades geohidrológicas. La piezometría mostró fuertes conos de abatimiento e intrusión salina en el valle agrícola de

San José de Guaymas. Se clasificaron las aguas en cuatro familias geoquímicas principales. Algunos de los pozos de agua potable para San Carlos, presentan abundantes cloruros y sólidos totales disueltos.

RIESGOS NATURALES. Datos históricos muestran que sólo tres ciclones han afectado la zona estudiada, por lo que este riesgo y el de inundaciones, es bajo. Respecto a sismos, sólo dos fuertes terremotos han afectado otras ciudades del estado, aunque en las costas y Mar de Cortés, son frecuentes los sismos de menor intensidad. En las ciudades de Guaymas y San Carlos, el principal riesgo geológico es el deslizamiento y caída de rocas, habiéndose fotografiado y medido algunos de los bloques peligrosos, para determinar su volumen y masa.

GGA-14

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD AL BASAMENTO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE LA PAZ B.C.S., UTILIZANDO INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA Y GRAVIMÉTRICA

Cruz Falcón Arturo¹, Salinas González Felipe¹, Vázquez González Rogelio², Ramírez Hernández Jorge³ y Prieto Mendoza Jesús¹
¹ CICIMAR, IPN
² CICESE
³ UABC
afalcon04@cibnor.mx

Con el levantamiento de perfiles gravimétricos e información aeromagnética del Consejo de Recursos Minerales, se estimó la profundidad al basamento y la geometría de la cuenca subterránea en el valle de La Paz B.C.S.

En ambos casos (Anomalía de Bouguer y Magnética) el tratamiento de los datos para la separación regional-residual se eliminó el efecto regional utilizando un plano horizontal.

Como una primera aproximación para la estimación de la profundidad al basamento, se utilizó la fórmula para el cálculo de la gravedad en un punto sobre una capa horizontal de extensión infinita (Carmichael and Henry, 1977) con un contraste de densidad de 0.66 gr/cm³, de acuerdo a las características generales del basamento y el relleno sedimentario. Se modeló en 2D utilizando el programa de Webring (1985), el cual realiza inversión lineal generalizada.

Apoyados con la geología de superficie, estratigrafía y estudios de resistividad, se obtuvo una versión inicial de la geometría y profundidad del basamento.

GGA-15

ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LIXIVIADOS CONTAMINANTES DE UN TIRADERO, POR MEDIO DE BOBINAS ELECTROMAGNÉTICAS

Navarro Mendoza Susana, Aragón Sulik Manuel y Belmonte Jiménez Salvador
CIIDIR, IPN, Oaxaca
suscidir@hotmail.com

La problemática ambiental generada por el manejo inadecuado de basura generalmente deja de ser puntual, y pasa a ser difusa, por tanto su abordaje representa altos costos si se emplean únicamente métodos tradicionales. En la última década se han incorporado

técnicas geofísicas a estudios de corte ambiental; aplicadas originalmente en la exploración de hidrocarburos, recursos minerales, prospección de aguas subterráneas entre otras.

La similitud de sus principios teóricos, metodológicos y de interpretación de información con los métodos conocidos, ha hecho que su aplicación sea cada vez más frecuente; particularmente en la evaluación de contaminación sub-superficial y subterránea, motivo del presente. Con equipo electromagnético denominado EM-34 se exploró el área donde se asienta el tiradero de la ciudad de Oaxaca, correlacionando con un muestreo dirigido en suelo y agua. Los resultados con el método indirecto o no intrusivo mostraron anomalías geoelectrica en un rango de 3.0–4.0 mS/cm en una profundidad de 0 – 10 metros.

Las mediciones directas mientras tanto proporcionaron DQOs de: 9000-20000 mg/l; C.E. 0.3–10.5 mS/cm en extractos de suelo; 1.7–4.5 mS/cm; 2000–3000 mg/l de DQO en agua de pozo. Los resultados muestran anomalías eléctrica que ponen en evidencia zonas y aguas clasificadas como C-3 (0.750-2.250 mS/cm) y de muy alta salinidad (mayor a 2.25 mS/cm).

Estos resultados fueron correlacionados con la Demanda Química de Oxígeno, presentando una tendencia similar. Por lo que en este caso, las bondades que representa el método utilizado se reflejan en tiempo, costo y área estudiada, fundamentando a su vez una mayor especificidad para el análisis y muestreo directo. Este trabajo forma parte del proyecto SEMARNAT2002-C01-0097 y CGPI- I.P.N.

GGA-16

DESARROLLO DE TRABAJOS GEODESICOS-TOPOGRAFICOS DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CULIACAN

Bustamante Miguel¹, Castro Rubén¹, López Moreno Manuel², Valderrama C. Rigoberto², Plata Rocha Wenceslao², Moraila V. Carlos R.² y García López Ramón V.²

¹ Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán

² Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa
bustamante@hotmail.com

La utilización de bases geodesicas confiables en el desarrollo de trabajos de cartografía y trazado de tuberías de alcantarillado y agua potable es indispensable.

Para la realización de estos trabajos ingenieriles la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Culiacán Sin, (JAPAC) con apoyo de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Sinaloa, estableció mediante observaciones del sistema global de posicionamiento una red geodésica de 22 puntos, la cual cubre la ciudad de Culiacán Sinaloa. Estos puntos han sido utilizados como la base geodésica y su densificación como apoyo en el control de obras de trazo de tuberías de agua potable y alcantarillado.

Además esta red sirve de apoyo para la generación de la cartografía confiable, para el monitoreo del control urbano de la ciudad.

La precisión alcanzada por esta red es de primer orden con longitudes entre lados de aproximadamente de cuatro Km.

GGA-17

ESTUDIO SISMOACÚSTICO PARA EL PROYECTO DE DRAGADO EN EL ÁREA DE CIABOGAS DEL PUERTO DE MAZATLÁN, SIN.

Parra Barrera Angel
Comisión Federal de Electricidad
angel.parra@cfe.gob.mx

Como parte del proyecto ejecutivo en el que la Administración Portuaria Integral (API) del puerto de Mazatlán realizará obras de dragado en el área de ciabogas, localizada frente a la base naval del puerto y en la parte oriental del canal de acceso, se llevó a cabo un estudio sismoacústico para evaluar el espesor y la compacidad de los sedimentos no consolidados que se encuentran hasta la cota -12 m, referida al nivel de baja medio inferior.

Bajo el fondo marino, la capa de materiales sin consolidación mostró espesores desde 4.0 hasta 22 m, cuyos valores mínimos aparecen frente a la zona naval (5.0 m) y los máximos en la parte oriental del área estudiada, muy cerca de la isla de piedra. Los materiales que conforman la capa de material sin consolidación, según reportes de los barrenos exploratorios, corresponden a limos, arcillas y arenas, intercalados entre si.

La configuración de la cima de los sedimentos semiconsolidados indica que el área de ciabogas no ofrecerá problemas para los trabajos de dragado, debido a que corresponden a un material blando y fino, y las rocas se encuentran por debajo de la cota -12, nivel requerido para la ampliación del puerto.

GGA-18

IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO SISMOTECTÓNICO EN LA REGIÓN ORIENTAL DEL TERRENO XOLAPA, EN LAS ZONAS DE FALLA CHACALAPA, COLOTEPEC Y MIXTEPEC-MANIALTEPEC, OAXACA

Uribe Luna Jesús, Ramírez Bárcenas Maribel y Oregel Romero Alfredo
Consejo de Recursos Minerales
juribe@coremisgm.gob.mx

En un convenio de colaboración entre el Consejo de Recursos Minerales y la Unidad de Protección Civil, se elaboró una base de datos y mapas digitales de peligros naturales del Estado de Oaxaca en el que se definieron zonas de riesgo sismotectónico. Derivado de ello se desarrollaron estudios de mayor detalle entre 2003 y 2004, en la región comprendida entre Santa María Huatulco y Pinotepa Nacional, a lo largo de 200 kilómetros, en la mitad oriental del terreno Xolapa y en los límites con los terrenos Mixteco y Zapoteco. La interpretación fotogeológica mediante sensores remotos y el trabajo de campo permitieron obtener la definición espacial de las zonas de falla; Zimatán, Copalita, Piedra de Moros, Limón, Pochutla, Chacalapa, Juchatengo, Mixtepec, Manialtepec, Pinotepa y Jicayan, de oriente a poniente. Los datos obtenidos de azimut e inclinación en superficies de falla y en estrías y escalones permitieron la identificación de fallas de características de movimiento lateral izquierdo principalmente. Este sistema se encuentra interrumpido por la zona de falla Colotepec que se extiende 60 kilómetros desde Puerto Escondido hasta la región de San Bartolo Loxicha, hacia el noreste, con característica de movimiento lateral derecho. La base de datos de

epicentros sísmicos obtenida de los boletines del Servicio Sismológico Nacional y su representación dentro de un sistema de información geográfica, demuestra la relación de la actividad sísmica con las zonas de falla de una geometría casi paralela a la costa de Oaxaca así como su relación con el límite tectónico de las placas Cocos y Norteamérica. Por otra parte, la representación espacial de los puntos de momento sísmico del catálogo del tensor de momento de Harvard, muestran planos de falla oblicua para la mayor parte de los eventos sísmicos relacionados a las zonas de falla Chacalapa y Colotepec. Otros temas como las unidades de litología, los vectores e imágenes de campo magnético total, reducción al polo, modelo digital de relieve, mosaicos fotográficos y estudios petrográficos complementaron la interpretación de unidades litodémicas en las zonas de falla que se componen de; granito, granodiorita, gneis milonítico, protomilonita, milonita y ultramilonita. En cuanto a la zona de falla Colotepec, los litodemas se componen de; granito, granodiorita, gneis milonítico, migmatita y granito anatexitico. En la identificación de las zonas de peligro sismotectónico se consideraron las localidades, pueblos, ciudades y municipios para determinar la exposición y la vulnerabilidad en el nivel habitantes, pobreza y marginación a partir de lo cual se determinó que los municipios de Pinotepa, Huazolotitlán, Jamiltepec, Tututepec, Mixtepec, Colotepec, Tonameca, Santo Domingo Morelos, Candelaria Loxicha y Pochutla, se encuentra dentro de una zonificación de riesgo alto.

GGA-19

MICROZONIFICACIÓN SISMICA DE LA CIUDAD DE TLAXCALA, TLAX. MÉXICO

Bernal Esquia Yesenia Isabel y Lermo Samaniego Javier Francisco
Instituto de Ingeniería, UNAM
ibernal@axil.igp.gob.pe

Se reconoce que la ciudad de Tlaxcala presenta un alto potencial sísmico por la presencia de sismos corticales y de intraplaca. Se presenta un mapa de microzonificación sísmica basado en el análisis de la sismicidad del estado, la topografía, hidrología y características geológicas de la zona urbana, así como la estimación del efecto de sitio de sus suelos aluviales, utilizando la técnica de Nakamura en 56 sitios de la ciudad de Tlaxcala. Los resultados obtenidos han permitido elaborar un mapa de isoperiodos con curvas de 0.2 y 0.8 segundos en el extremo norte y curvas de 0.1 y 0.5 segundos en el extremo sur de la zona urbana de esta ciudad. La microzonificación presenta tres zonas, siendo la zona I, la más vulnerable por la posibilidad de presentarse el fenómeno de resonancia al coincidir los modos de vibrar de sus suelos con respecto a sus viviendas.

GGA-20

ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DE LOS FLUJOS DE AVALANCHA DEL VOLCÁN EL TANCÍTARO, EN MICHOACÁN, MÉXICO

Arreygue Rocha Eleazar¹, Canuti Paolo², Casagli Nicola²,
Garduño Monroy Víctor Hugo¹ y Morelli Stefano²

¹ UMSNH

² Universidad de Florencia, Italia
arrocha@zeus.umich.mx

El volcán El Tancítaro es el edificio más grande del Estado de Michoacán, se localiza en el sector suroeste del Corredor Tarasco, en la intersección de dos sistemas importantes de fracturamiento, el

primero tiene una dirección NW-SE en la zona de la falla Chapala-Oaxaca y el segundo ubicado en el Corredor Tarasco con dirección NE-SW. Su estructura es claramente visible en las fotografías aéreas y en las imágenes de satélite. Es un volcán compuesto de tipo andesítico-dacítico con una altura de 3840 m, y una estructura en forma de herradura abierta hacia el oriente. Dicha estructura está cortando un valle con forma de "U", por lo que se considera que dicho valle es evidencia de un antiguo glaciar. Su erosión es muy intensa, seguramente debido a efectos del agua y de los glaciares. Dentro de esta estructura en forma de herradura, se observa un domo de tipo resurgente. En la parte sureste del Tancítaro se localizaron depósitos de avalanchas que están asociados con la formación del colapso. La edad de esta avalancha no se conoce, sin embargo debido a que la estructura en herradura está cortando a los valles en forma de "U" podría ser de edad menos a 10,000 años.

Esta gran avalancha en las imágenes y fotografías aéreas se puede observar con una longitud máxima de 73 km, con una superficie de 172 km², y un volumen de 26 km³, aproximadamente.

A lo largo de los depósitos se han encontrado granulometrías diversas. Por ejemplo en los primeros 20 Km. el depósito presenta pequeñas colinas (hummocks) que desaparecen después de dejar el Corredor Tarasco y entrar en la zona de la cuenca del Río Tepalcatepec. En la parte distal y cercana al Río Tepalcatepec se observa como los depósitos se hacen más finos pero portando bloques con estructura de rompecabezas. En esta última zona los depósitos están basculados, evidenciando una posible actividad tectónica durante el Holoceno. Como substrato y cubriendo a estos depósitos encontramos sedimentos de tipo fluvial y volcánoclasticos.

GGA-21 CARTEL

LOS RECURSOS GEOLÓGICOS Y LA PROMOCIÓN TURÍSTICA INTEGRAL: LA RUTA DEL MINERAL EL TRIUNFO, B.C.S. MÉXICO

Rojas Soriano Humberto, Gaitán Morán Javier, Alvarez Arellano Alejandro Daniel, Martínez Noriega César y Rojo García Paulino
UABCS
hrojas@uabcs.mx

Los primeros trabajos de explotación minera en el Distrito Minero El Triunfo-San Antonio datan del siglo VIII con la llegada de los españoles a la Península de Baja California. En virtud del clima semiárido y lo incomunicado de la región, no fue sino hasta fines del siglo XIX cuando se establecieron las primeras empresas extranjeras y este distrito inició su auge, explotando principalmente oro y plata. Posteriormente, la inestabilidad política y la revolución que afectó a México a principios del siglo XX, propiciaron la salida de estas empresas extranjeras. Desde entonces, la actividad minera ha sido irregular y en la actualidad es prácticamente nula. En la localidad de El Triunfo existe un patrimonio de construcciones y obras mineras que datan de esa época dorada y que hoy en día la mayoría de ellas se encuentran abandonadas y en algunos casos, casi en ruinas. Sin embargo, actualmente la Coordinación de Turismo Estatal ha puesto en marcha un programa de restauración y rehabilitación de algunos lugares. Se elaboró un sendero temático de esta localidad que muestra que muestra diversos sitios de interés relacionados con la antigua actividad minera como son minas, terreros, chimeneas, panteones, etc. Este sendero busca fomentar el turismo alternativo y buscar otra opción de esparcimiento y cultura distinta a la tradicional.

GGA-22 CARTEL

GEOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Monroy Sánchez Jaime, Wurl Jobst, Rojo García Paulino y
Quintana Araiza Gloria Gabriela
UABCS
jmonroy@uabcs.mx

El planeta tierra ofrece al hombre un lugar para vivir y una gran cantidad de recursos para el desarrollo de la vida.

Sin embargo; la falta de planeación y asesoría en el desarrollo de asentamientos humanos y en el aprovechamiento de recursos renovables puede traer consigo una alteración del Medio Ambiente originando grandes modificaciones en sus condiciones originales, con lo cual se producen perjuicios que en ocasiones son de carácter irreversible.

La extracción de aguas subterráneas, las explotaciones mineras, el aprovechamiento de recursos energéticos, la utilización del suelo y el vertido de desechos son algunos ejemplos de la actividad del hombre que si bien son el reflejo de un gran desarrollo humano, cuando se realizan sin asesoría y control, se convierten en acciones enormemente dañinas para el Medio Ambiente.

La ordenación del uso del territorio y el manejo correcto de los recursos es la respuesta a estos problemas. En esta labor multidisciplinaria la Geología, auxiliada por otras ramas de las ciencias, tiene un importante papel, ya que: es una herramienta eficaz para la correcta ordenación del uso del territorio en el que se tenga en cuenta el aprovechamiento de los recursos y la consideración de los posibles impactos al Medio Ambiente, logrando una óptima planificación de los usos del suelo y una mejor utilización del espacio físico disponible.

GGA-23 CARTEL

EL MEDIO FÍSICO Y LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Santamaría Saldaña Dora Elva
Gerencia de Estudios Ingeniería Civil, Comisión Federal de
Electricidad
ttavares@cfe.gob.mx

La Gerencia de Ingeniería Civil de la CFE integró en el año 2000 un grupo técnico multidisciplinario, cuya finalidad ha sido realizar Estudios de Impacto Ambiental para los Proyectos Eléctricos. Este tipo de estudios es de carácter obligatorio conforme al reglamento LGEEPA para todo tipo de obra o actividad que interactue con el sistema ambiental y ocasione impacto en el mismo. Los Estudios de Manifestación de Impacto Ambiental actualmente son requeridos por las Divisiones de Distribución que tienen como objetivo distribuir y comercializar la electricidad. El Sistema Ambiental es estudiado en tres grandes grupos: Biótico, Físico y Socioeconómico. El Aspecto Físico en el que se incluyen las características meteorológicas, geológicas, sísmicas y volcánicas tienen gran importancia porque en algunas áreas litorales del Pacífico el impacto provocado por fenómenos naturales sobrepasa al impacto que resulte de las actividades humanas. Así es que el planteamiento de la valoración del Impacto Ambiental considerando sólo el impacto por la obra o actividad humana, tendrá que ser reconsiderado tomando en cuenta

los efectos de los fenómenos naturales que impactan a los Sistemas Ambientales, a fin de tener una mejor visión del escenario futuro de una obra y su entorno ambiental.

GGA-24 CARTEL

ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE ZAMORA MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo¹, Garduño Monroy Victor Hugo²,
Aguirre González Jorge¹, Mijarez Arellano Horacio¹ y Arreygue
Rocha Eleazar²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
rvazquezr@iingen.unam.mx

El Estado de Michoacán forma parte de una de las zonas con mas alta sismicidad de nuestro país, donde se han generado sismos históricos de más de 8.0 grados de magnitud (Jara J.M., Sánchez A. R., 2001). Al realizar una recopilación histórica con datos que se remontan a 1882 se encontró que en el estado, se tienen tres fuentes potenciales de generación de sismos:

Los generados por la actividad volcánica (Jorullo 1759, Parícutín 1943).

Tectónicos. 1) Subducción: sismos producidos por la Placa de Cocos (p.e.1979, M 7.4 y 1985, M 8.1). 2) Intraplaca: son producto de la subducción pero con epicentro dentro de la placa continental, son sismos pequeños y a grandes profundidades donde la placa comienza a fundirse. Fallas Locales. Puesto que los sismos producto de las fallas locales son focos superficiales, esto provoca que la energía liberada, producto de un evento de este tipo, incida directamente (Falla de Acambay 1912). Y eventualmente los artificiales (construcción de presas).

Por lo cual es importante tener conocimiento de como se va a comportar el suelo ante un evento sísmico, ya que en la actualidad no se conocen los parámetros de seguridad de riesgo sísmico de cada ciudad, por lo que, los reglamentos de construcción se basan en el establecido para la ciudad de México.

En el presente trabajo se presenta una propuesta de Microzonificación sísmica usando el método de Nakamura.

Para la ciudad de Zamora se realizaron mediciones de microtemores usando sensores Guralp de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 10 arreglos en forma de triángulos equiláteros de 1 km de distancia entre sus vértices, procurando cubrir toda la ciudad, y al mismo tiempo tener el mayor número de registros posible. Se instalaron también dos acelerómetros K2 que se ubicaron: en dos tipos de suelo, uno en roca y otro en suelo blando. Estos acelerómetros se quedaron instalados durante un mes.

Con estos registros se calcularon los cocientes espectrales (H/V) de microtemores, se pudieron observar las frecuencias pico en los cocientes espectrales de microtemores alrededor de $f=2$ Hz, y periodos aproximadamente de $T=0.5$ seg. Con estos valores de frecuencias y de periodos se elaboró la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Zamora Michoacán con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

GGA-25 CARTEL

GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE LOS REYES METZONTLA-SANTIAGO COATEPEC, EXTREMO SURORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

Hernández Láscars Delfino

Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana
held@xanum.uam.mx

En el área de estudio se describen por primera vez 14 unidades litoestratigráficas, de las cuales, una es Precámbrica (Complejo Oaxaqueño, 6.20%), cuatro son paleozoicas (Complejo Acatlán, 6.70%, de edad Pre-pensilvánico; Formación Matzitzitzi, 14.90%, de edad Pensilvánico); Dique Metzontla, 0.90% y Rocas Graníticas Calpetec, 3.70%, ambas de edad Pérmica); cinco son mesozoicas (Dique Los Reyes, 5.60%, y Sill Atolotitlán, 2.30%, ambas de edad Jurásico Medio; Lechos Rojos, 4.7%, de edad Aptiano; Formación Zapotitlán, 29.0%; de edad Neocomiano; Caliza San Luis, 1.40%, de edad Aptiano), y cuatro cenozoicas, (Andesita la Cruz, 0.9%, de edad Miocénica; Andesita Xochiltepec, 15.80%, de edad Post-Miocénica; Dique Zoluche, 0.20%, de edad Post-Miocénica y Conglomerado el Castillo, 7.5%, edad Post-Terciario).

Estas unidades en conjunto cubren una superficie de 201 km², su relieve es muy abrupto de los 1650 a los 2450 m.s.n.m. Las geoformas establecidas por las distintas variedades geológicas tan variadas e irregulares, y una deformación estructural tan intensa, así como la necesidad de ubicar geográfica y estratigráficamente a la flora y fauna, obligó a plantear una metodología basándose en tres secciones estratigráficas, 2 hojas topográficas escala 1:50,000, 25,000 y 12,500; 57 fotografías aéreas, escala 1:25000 y 20 a 12,500; 200 ejemplares de roca; 60 secciones delgadas, 500 ejemplares de plantas fósiles, y 40 de fósiles de fauna.

Para determinar edades se utilizó los fechamientos isotópicos preexistentes y la descripción de los fósiles tanto de fauna como de flora, así como las relaciones estratigráficas verticales y horizontales. La conclusión del mapa geológico y su interpretación, es sin duda alguna una contribución para la evolución geológica y paleontológica, así como para el desarrollo sustentable de la región centro sur de México

Finalmente el mapa geológico que se presenta, esta grabado en un CD y fue dibujado en una digitalizadora SUMMA GRID con base a los programas ARC-INFO Y ARCVIEW, en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

GGA-26 CARTEL

INTEGRATED GEOPHYSICAL SURVEY IN SEARCH OF UNDERGROUND STRUCTURES ASSOCIATED TO CONTAMINATION RISKDena Oscar, Esparza Oscar, Avila Amaya Victor y Doser Diane
University of Texas at El Paso, USA
osdena@utep.edu

The presence of structures such as UST's and utilities could represent a potential environmental and geo-technical risk. The objective of this study was to combine different geophysical methods to search for the presence of underground structures that might represent a serious risk for future real estate developers from an

environmental and construction scope. The historical records reveal the presence of a Gas Station in the 1930's on the now vacant lot located in the EL Paso TX downtown area. The owner plans to develop the property into a parking lot and administration offices related to the State Park Services. Therefore, it was of urgency to carry out an environmental and geo-technical study to check for the soil integrity. The information given by an environmental consulting firm speculated the possible presence of metallic UST's and utilities buried in the site. To confirm or discard this concern, we decided to design a geophysical survey sensitive to metallic structures and hydrocarbon soil pollution. Electromagnetic and magnetic methods were applied to detect the spatial distribution of anomalies, and GPR profiling to delineate the depth structure of such anomalies.

GGA-27 CARTEL

GROUND PENETRATING RADAR STUDY OVER YOUNG FAULTS AND CAVERN AT THE TERMINUS OF THE FRANKLIN MOUNTAINSDe La Pena Marquez Alejandro, Goodell Philip y Dena Oscar
University of Texas at El Paso, USA
adelapena@utep.edu

Radar data has been obtained using a low frequency (110 MHz) antenna in order to get the best skin depth to resolve young faults and caverns. A nearby major cavern is proven to exist according to historical records. Studies have proven that a major fault had a 100 foot vertical displacement between 10,000 and 15,000 years ago. This study intends to find smaller faults that can still be active for a better geological understanding on this populated area.

GGA-28 CARTEL

GEOMETRÍA HIDRÁULICA Y MODIFICACIÓN DE CAUCES A LO LARGO DE ARROYOS EFÍMEROS EN LA CUENCA DE LA PAZ, B.C.S.Martínez Gutiérrez Genaro, Orozco Quintana Dagoberto,
Velasco García Agustín y Lira Beltrán Marcela
UABCS
martingg@uabcs.mx

La ciudad de La Paz ha presentado un crecimiento urbano acelerado en los últimos 8 años. En 1973, la ciudad cubría una área aproximada de ~15 km² y en la actualidad se estima que área urbanizada tenga una extensión de ~60 km². Geológicamente la ciudad está asentada sobre varios abanicos aluviales plio-pleistocénicos, que se extienden de norte a sur. Los abanicos aluviales son disectados por arroyos efímeros que han incrementado su anchura como resultado de los escurrimientos extraordinarios producidos por tormentas monzónicas o tropicales. Por medio de un análisis de foto identificación y visualización de imágenes satelitales se estudiaron los cambios morfológicos y morfométricos de algunos de los arroyos que han afectado a zonas urbanizadas. En el presente trabajo se estudiaron tres arroyos que cruzan la carretera federal no. 1, estos arroyos son: El Mezquitito, La Huerta, y La Palma. Los tres arroyos inundan la carpeta asfáltica así como áreas urbanas dejando a su paso una gran cantidad de sedimento o erosión. Estos arroyos han cortado en algunas ocasiones la comunicación, producto del escurrimiento extraordinario. Se realizaron una serie de perfiles transversales y longitudinales en los arroyos para evaluar la geometría y forma del cauce antes y después de la temporada de lluvias (tormentas tropicales), con el propósito de estimar el volumen de sedimento

depositado o erosionado, y así estimar la tasa de erosión dentro de la cuenca. Se determinó que sobre la carpeta asfáltica circulan flujos laminares después de las intensas lluvias que pueden dejar de 15 a 25 metros cúbicos de sedimento, dependiendo del ancho del cauce. Por otro lado se observó que donde la carpeta asfáltica estaba ligeramente por arriba del gradiente general del arroyo se producía mayor erosión en la intersección del arroyo y carretera, mientras aquellos cauces donde la carretera sigue aproximadamente el mismo gradiente que arroyo, solamente hay acumulación de sedimento. El análisis visual de imágenes multi-temporales permitió identificar que los cauces han modificado su morfología, esto posiblemente aunado a la deforestación de la cuenca en los últimos 8 años. Los cambios en la morfología de los cauces puede traer consigo que áreas urbanizadas estén en peligro de inundaciones relámpago en los próximos años, si se continúa deforestando áreas naturales.

GGA-29 CARTEL

MICROZONACIÓN DE LA CIUDAD DE LINARES, N. L. BASADA EN GEOLOGÍA Y VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS

Quintanilla López Yaneth, Montalvo Arrieta Juan Carlos,
Meneses Charles Mariana Margarita, Ramos Zúñiga Luis
Gerardo y Taméz Ponce Antonio
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
yennyql@hotmail.com

El presente trabajo, presenta los resultados de un estudio de microzonación de la ciudad de Linares, N.L., la cual está basada en la geología y velocidades de propagación de ondas sísmicas.

La importancia del conocimiento de las propiedades físicas de los materiales geológicos tiene un fuerte impacto en diversas áreas de las ciencias de la tierra (mecánica de rocas, mecánica de suelos, ingeniería sísmica, en ramas de la ingeniería civil, entre otros).

Es muy conocido que el daño ocasionado por terremotos está íntimamente ligado con las condiciones geológicas. Los sitios con sedimentos recientes y poco consolidados amplifican decenas de veces el movimiento sísmico, en comparación con los materiales más antiguos y consolidados (basamento o roca madre).

Un simple método para determinar la clasificación de las condiciones locales es por medio de las velocidades de propagación de ondas sísmicas (P y/o S) del material superficial. Esta técnica permite obtener valores de velocidad de propagación, con la finalidad de caracterizar la respuesta de cada unidad litológica. El equipo utilizado es un sismógrafo RAS24 de Seistronix de 24 canales, con geófonos Mark que registran la componente horizontal y vertical del movimiento del suelo, y como fuente se utilizó un marro y una placa de acero.

Se identificaron cuatro unidades geológicas que afloran en el área de estudio (suelo, aluvión, conglomerados y lutitas), en donde se realizaron una serie de perfiles sísmicos de refracción (directo e inverso) con diferentes aberturas. Las velocidades encontradas varían desde 180 m/s hasta 2000 m/s para ondas S y 330 m/s a 4000 m/s para ondas P. Correspondiendo los valores más bajos a la capa de suelo y los altos a las lutitas de la Formación Méndez. A partir de esta información se obtuvieron los espesores de las capas en cada perfil, los cuales fueron validados con datos de perforaciones someras en el área de estudio.

Sesión

Geología del Petróleo

Miércoles 3

Salón Claustro 2

GP-1

AVANCES EN LA INTEGRACIÓN GEOLÓGICA-GEOFÍSICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS PETROLEROS EN EL GOLFO DE MÉXICO PROFUNDO

Navarro Hernández Rebeca¹, Miranda Canseco Ernesto¹, Rojas Rosas R.¹, Ruiz Osorio A.S.¹, Rodríguez Arvizu L.I.¹, Carrillo Montiel I.Y.¹ y Méndez Vázquez J.²

¹ Exploración y Producción, PEMEX

² Instituto Mexicano del Petróleo
rebeca@hotmail.com

En la parte mexicana del Golfo de México Profundo, la zona con batimetría mayor a los 500 m de profundidad constituye un área de potencial interés petrolero dada su clara definición como parte de una cuenca sedimentaria de dimensiones regionales, de la que solo sus bordes externos han sido explorados y reconocidos de manera sistemática. Dicha zona profunda cuenta característicamente con muy poca información directa y constituye un área frontera donde se están aplicando estudios regionales de acuerdo al proceso exploratorio.

El trabajo que aquí se presenta forma parte de una serie de estudios encaminados a evaluar el potencial petrolero de esa megacuenca y consiste en la interpretación geológica geofísica de las principales secuencias presentes en el Golfo así como sus respectivas facies sísmicas. Se interpretó toda la información sísmica adquirida en el golfo de México incluyendo las campañas más recientes. Es importante mencionar que a este proyecto sísmico se han agregado algunas líneas aleatorias 2D generadas a partir de cubos sísmicos, con la finalidad de tener amarres más confiables con pozos y con áreas de mayor control estratigráfico.

En las áreas cercanas a la costa se tienen pozos que permiten tener un control estratigráfico hasta el inicio del talud, ya que en la planicie abisal únicamente se cuenta con los pozos del Deep Sea Drilling Project. La interpretación regional se definió en función de 9 transectos regionales, llevando la correlación de la planicie abisal hacia la costa en forma radial.

La columna estratigráfica definida en este estudio consta de 16 secuencias sísmicas y esta sustentada al norte por la correlación de información de pozos y líneas sísmicas compradas a los Estados Unidos; al Este, Sur y Sureste de la cuenca la interpretación es amarrada por los pozos que bordean la costa del Golfo de México. Esta interpretación permitió definir las provincias geológicas que conforman el Golfo de México Profundo, sus estilos estructurales y épocas de deformación.

Una vez establecido el marco cronoestratigráfico, se identificaron las facies sísmicas dentro de cada una de las principales secuencias estratigráficas, generándose 12 mapas de facies. En algunas secuencias se pueden identificar varios ciclos sedimentarios, pero debido al carácter regional de este proyecto se tomó de manera generalizada la reflexión predominante dentro de cada secuencia estratigráfica. Los principales parámetros para la descripción de las facies fueron: configuración de la reflexión, amplitud y continuidad. De manera general, las principales configuraciones de reflexión identificadas en este proyecto son las paralelas, subparalelas, hummocky, caóticas y algunas combinaciones de ellas. Este análisis ha permitido elaborar mapas de facies, definir depocentros y nos da elementos para predecir la ocurrencia de rocas generadoras, almacenadoras y sellos.

La información obtenida en este estudio se está integrando con los estudios tectónicos regionales y con la información geoquímica obtenida de pozos perforados en la plataforma continental y del muestreo de fondo marino para realizar el modelado de los sistemas petroleros del Golfo.

GP-2

ESTUDIO MORFOTECTÓNICO DEL SUR DE MÉXICO

Reyes Bache Gustavo
Pemex Exploración y Producción, PEMEX
gusrobert@hotmail.com

El Análisis Morfotectónico del Sur de México, posibilita identificar en la Plataforma de Yucatán y Llanura Costera del Golfo de México, entre los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche. Diferentes Sistemas de Depresiones y Magabluques, delimitados por franjas débiles regionales las cuales fueron determinadas, con el apoyo de Transectos Morfotectónicos que inician en la línea de costa en el estado de Oaxaca y Chiapas y finalizan en las costas del Caribe en la Península de Yucatán y Golfo de México.

El estudio está basado con Imágenes de Satélite, modelo digital de elevación, líneas sísmicas, información de pozos y métodos potenciales.

Fueron identificados seis principales Megabloques: Río Hondo, Valladolid, Campeche en la Plataforma de Yucatán y Villahermosa, Palenque y Chiapas en el SE de México. Se determinó un escalonamiento regional con dirección al Golfo de México y la zona de transición entre la plataforma de Yucatán y el Megabloque Villahermosa, en este se encuentra la principal producción de Hidrocarburos en rocas del Terciario y Mesozoico de la Región Sur.

En el Megabloque Campeche se encuentra la depresión Edzna con dirección N-S, en la cual se localiza el Campo Xan, dentro de la República de Guatemala con producción comercial de Hidrocarburos pesados de 13° API.

Las posibilidades de almacenamiento de Hidrocarburos comerciales en el Bloque Villahermosa son excelentes, ya que durante el Tithoniano el sur de México fue completamente inundado, desarrollándose ambientes profundos de baja energía con buen aporte de sedimentos oleogeneradores.

GP-3

SEDIMENTOLOGIC AND DIAGENETIC CONTROLS ON RESERVOIR QUALITY OF THE EOCENE WILCOX SANDSTONES, ARCABUZ-CULEBRA FIELDS BURGOS BASIN, NORTHERN MEXICO

Torres Vargas Ricardo¹, Hernández Jauregui Ricardo¹, Cruz Castillo Manuel¹, Gallo Padilla Ismael¹ y Téllez Avilez Mariano²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Pemex Exploración y Producción, PEMEX
rtorresv@imp.mx

The Wilcox equivalent Eocene reservoir sandstones of the Arcabuz-Culebra fields in northern Mexico, represent upper delta front facies from a wave modified delta that gradually evolve to a tide modified system. Sandstone rich facies were initially deposited to the

south (Culebra field), with a slow migration of the depocenter to the north (Arcabuz field). To the west, channel, lagoon, marsh, tidal flat and costal facies were identified but have minor economic interest.

Igneous and carbonate rich litharenites are the main reservoir sandstones, implying that both basement and carbonate rocks from the Eastern Sierra Madre are the source of the sediments. That information, together with sedimentologic data suggests that sediments were supplied directly from the west and that the main sand pulses were between 51.5 and 50.5 MA. Shaly sediments associated to the maximum flooding surface, around 50.3 MA, represent the regional reservoir seal.

Sedimentary facies, bioturbation and pervasive spary calcite cement are the main controls on reservoir quality. Lithic compaction, chlorite and authigenic silica and feldspar have minor volumetric significance. Only the upper most part of the delta front facies are important as reservoirs in both fields. Reservoir quality is bed modified by the amount of cementing calcite which is controlled by bioturbation, sediment contouring, microfaulting and clay content.

GP-4

DIAPIRISMO SALINO Y MINI-CUENCAS COMO PROSPECTOS EN LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS EN LA BAHÍA DE CAMPECHE

Araujo Mendieta Juan¹, Aguayo Camargo Joaquín Eduardo² y Sandoval Ochoa J. Héctor²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Facultad de Ingeniería, UNAM
jaraujo@imp.mx

A la Bahía o Sonda de Campeche donde se encuentra la zona de Dápiros Salinos la limitan, al norte, la planicie abisal del centro del Golfo de México; al sur, la franja litoral de los estados de Tabasco y Campeche; al occidente, el alto volcánico de los Tuxtlas y el margen oriental del Cañón de Veracruz y, al oriente, el Cañón de Campeche. A esta provincia, también se le denomina, Zona de Dápiros Salinos, debido a que en ella inciden una gran densidad de domos salinos simples y compuestos, que intrusionan a la columna estratigráfica desde el subsuelo profundo del Jurásico Medio, llegando algunos de ellos hasta la superficie del piso marino actual.

Debido a la densidad de las intrusiones salinas en la Bahía de Campeche y a la extensión de las mismas de varios kilómetros, desde el subsuelo profundo hasta la superficie marina, y por los efectos del movimiento de los cuerpos salinos se han formado entre éstos, mini-cuencas interdómicas, que presentan columnas de sedimentos que pueden alcanzar desde cientos de metros hasta varios kilómetros de espesor. Estos dápiros salinos han actuado como altos, modificando el drenaje marino, en la plataforma y talud continentales, formando depresiones interdiapíricas, las cuales actúan como trampas de los depósitos de sedimentos turbidíticos. Estos cuerpos sedimentarios tienen propiedades petrofísicas adecuadas para almacenar y preservar los hidrocarburos que migran hacia ellos. Los sedimentos finos tienen buenas propiedades como generadores de petróleo y de gas natural, ya que se depositaron bajo condiciones reductoras y tasas de alta sedimentación y rápido sepultamiento.

La existencia de estas estructuras geológicas ya han sido detectada en secciones sísmicas de reflexión continua en la región y la geometría de su relleno está relacionado con los paleo-drenajes en la plataforma y talud continentales y las fuentes de aporte de los

sedimentos hacia las zonas de depósito, así como por la forma de la mini-cuenca que se haya generado por la evacuación de las masas salinas y la subsidencia por la carga sedimentaria en la cuenca.

GP-5

MODELO SEDIMENTARIO DE LAS CALCARENITAS DEL EOCENO MEDIO DEL CAMPO KU-ZAAP-MALOOB

Aguilar Luis Juarez y López Rios Jaime
Instituto Mexicano del Petróleo
luis_juarez@hotmail.com

El Complejo Ku-Zaap-Maloob esta compuesto de tres estructuras anticlinales con orientación principal Este-Oeste. El yacimiento se explota desde 1979 con los pozos Maloob 1 y Ku 1. La principal producción proviene de una brecha del Cretácico Superior y en menor proporción de las rocas del Jurásico Kimmerdgiiano. Debido al constante avance del contacto agua-aceite en los yacimientos del Cretácico es prudente buscar alternativas para explorar nuevos yacimientos en el Terciario. En 1986 se probó en las calcerenitas del Eoceno Medio en el pozo Ku no. 10 resultando productor de aceite y gas. En el presente trabajo se expone un posible ambiente de formación para las calcerenitas del Eoceno Medio.

GP-6

ZONIFICACIÓN DE REGISTROS DE POZO CON ONDÍCULAS

Rivera Recillas David y Coconi Morales Enrique
Instituto Mexicano del Petróleo
drivera@imp.mx

Se usa la transformada ondicular (wavelet) para estimar una zonificación usando registros de pozo. Esta técnica se basa en la capacidad de esta transformada para determinar las discontinuidades en una señal. La utilidad del método reside en su aplicación para la interpretación de los registros, la identificación de estratos y para correlacionar diferentes pozos. Se presentan resultados usando el registro sísmico para varios pozos. A partir de esta zonificación cada registro sísmico se puede filtrar para obtener un registro suavizado. Con los registros filtrados obtenidos con este método se calcula la porosidad; luego se compara con la porosidad calculada con el método tradicional. Se analizarán los resultados.

GP-7

LA EXPLORACIÓN Y EL ÁMBITO PETROLERO EN MÉXICO: ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO

Ortuño Arzate Salvador
Instituto Mexicano del Petróleo
sortunoa@imp.mx

Desde hace varias décadas, en México se ha desarrollado una intensa actividad exploratoria, la cual ha permitido el hallazgo, cuantificación e incorporación de grandes volúmenes de recursos petroleros. Durante los primeros años de la década de 1980 fueron incorporadas reservas que llegaron a alcanzar hasta 70,000 Mb. Sin embargo, ya hacia el final de esa misma década y hasta la actualidad fueron disminuidas drásticamente las actividades exploratorias. Las consecuencias de esta disminución de las actividades exploratorias han

repercutido en el rápido descenso de los montos de reservas en el país. En el año 2000 la reserva probada era de 32,614 Mb y ahora sólo alcanza los 18,895 Mb.

El potencial petrolero y la incorporación de reservas del país se fundamenta en el conocimiento de las provincias geológicas. Actualmente, todas las reservas probadas de hidrocarburos se encuentran en las áreas tradicionales, las cuales podrían corresponder sólo al 20% de las cuencas con potencial petrolero en el país. El país posee provincias petroleras productoras y altamente promisorias para el futuro, tanto en áreas terrestres como las situadas en las regiones marinas. Tal es el caso de la Región Marina de Campeche y de la Plataforma continental, las cuales constituyen el portal de entrada a la exploración y producción petrolera en aguas profundas y ultraprofundas del Golfo de México.

Sin embargo, México ha tenido una importante reducción del monto de sus reservas de hidrocarburos a partir de la década de los años 80. Esta reducción ha sido notoria entre los años 2000 y 2004, descendiendo de 32,614 Mb hasta 18,895 Mb. Este hecho necesariamente tendrá repercusiones en la producción nacional petrolera en los próximos años. Particularmente afectará las expectativas de aumento sostenido de la producción en los próximos años.

Efectuando cálculos sencillos sobre las reservas probadas contra las tasas de producción diarias –la producción anual de petróleo crudo equivalente durante el año 2003 fue de 1,587 Mb–, México tendría un período de autonomía energética sólo para cerca de 11 años para el petróleo y de aproximadamente 7 años para el gas natural. Todo esto, desde luego, de mantenerse las condiciones actuales de producción, precios, tecnología y no incorporación de nuevas reservas probadas en el corto plazo.

Actualmente, es urgente e inaplazable, que en los aspectos técnicos de la cadena de valor del petróleo, se pueda llevar a cabo un reforzamiento de cada una de las etapas de la exploración y producción petrolera. Tales acciones requieren estrategias científicas, tecnológicas, financieras, administrativas y políticas para llevar a cabo el fortalecimiento de la industria petrolera. La tecnología petrolera jugará un papel determinante: éste es el reto.

Palabras clave: Exploración, producción petrolera, cuenca sedimentaria, reservas probadas, reservas probables, petróleo, gas.

GP-8

APPLICATIONS OF THE FLUID INCLUSION TECHNIQUE TO PETROLEUM GEOLOGY

Pironon Jacques y Jacquemet Nicolas
 Université H. Poincaré, Nancy, France
 jacques.pironon@g2r.uhp-nancy.fr

Fossil fluids from petroleum basins are present in diagenetic minerals as fluid inclusions. They are the witnesses of the original oil or gas composition and the memory of the pressure and temperature conditions at the time of fluid emplacement. Brines are always present as non-miscible phase at equilibrium with oils in reservoir in the form of free or irreducible water. During diagenesis, newly formed minerals can trap such aqueous or hydrocarbon fluids as fluid inclusions. Defects generated during crystal growth are responsible for the

formation of microcavities inside minerals. Filled with the oil, water and/or gas that accompanied the diagenetic episode, the microcavities are called fluid inclusions.

In order to reconstruct the conditions of fluid emplacement (pressure, temperature and composition) an analytical procedure of both aqueous and petroleum inclusions has been developed (Pironon, 2004). It is based on PVT properties and gas composition estimates. Temperature of phase transitions is measured by microthermometry, dissolved methane content of aqueous inclusions is quantified by Raman spectrometry, CH₄ and CO₂ content of petroleum inclusions is approximated by Fourier transform infrared spectrometry and the volume of petroleum inclusions is reconstructed by confocal scanning laser microscopy. Thermodynamic models are based on Duan and Peng-Robinson equations of state and are applied to aqueous and petroleum inclusions respectively. They allow the P-T reconstruction of the fluid system with bubble and dew point curves and iso-density curves (i.e. isochore). The intersection of the isochores of the two fluid systems gives the true pressure and temperature conditions of fluid trapping. The knowledge of the fluid pressure allows us to reconstruct the hydrodynamic evolution of reservoirs in various geodynamic regimes.

The fluid inclusion technique is not only applied to natural systems in order to reconstruct the geological history, but it has been recently applied to hydrothermal experiments in laboratory (Jacquemet et al., 2004). The inclusion technique is used as a microsampling technique of fluids at high temperature and high pressure conditions. It has been developed for experiments about aging of well and reservoir materials in the case of greenhouse and acid gases (CO₂+H₂S) sequestration. A natural quartz sample with decrepitated inclusions is put inside the reactor with reactive fluids and solids. It is heated up between 100 and 200°C under several hundreds of bars to mimic reservoir conditions. The decrepitated microcavities are filled by the experimental fluids and sealed during the experiment. After the experiment, the inclusions can be re-heated to the temperature condition of fluid trapping using a heating stage adapted for microanalyses. Microthermometry gives the state of the fluid phases (liquid, gas or critical phase) and salinity variations, whereas Raman analyses of aqueous fluids and gases give the composition of the fluid system at equilibrium with newly formed minerals.

GP-9

ANÁLISIS ISOTÓPICOS DE SALMUERAS PETROLERAS DE LOS CAMPOS PETROLEROS SARAMAKO Y AGAVE EN TABASCO MÉXICO. COMPARACIÓN CON DATOS DE INCLUSIONES FLUIDAS

Carrillo Chávez Alejandro¹, Méndez Ortiz Blanca Adriana¹, Tritlla Jordi¹, González Partida Eduardo¹, Levresse Gilles¹, Oviedo Pérez Adán², Martínez Kemp Hugo² y Gonzalez Posadas Fernando²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² PEP, PEMEX

ambiente@geociencias.unam.mx

Aguas de formación procedentes de los pozos petroleros Saramako y Agave en Tabasco, fueron recolectadas y analizadas de elementos mayores, elementos traza e isótopos de oxígeno y deuterio (18O y D). Los resultados indican diferencias entre los pozos petroleros de Saramako y Agave, aun dentro de los pozos de Agave, pero los datos indican una tendencia que relaciona a las diferentes

muestras con una posible evolución hidrogeoquímica común. Los pozos Saramako 1 y 2 producen gas y condensado con algunas salmueras de 29,500 ppm (2.95% salinidad). La composición isotópica es de $d18O = +2.110/00$ (VSMOW) y $dD = -13.770/00$ lo cual indica una composición isotópica de agua evolucionada y en equilibrio termodinámico con la roca encajonante (carbonatos cementados). La salinidad de las aguas de formación en el pozo 1 de Saramako se encuentra por debajo del promedio de salinidad en las inclusiones fluidas del mas profundo de los núcleos del mismo pozo (11 wt% NaCl). Los datos de las inclusiones fluidas de Saramako sugieren que hubo al menos cuatro diferentes salmueras migrando dentro del sistema. Las salmueras actuales representan el último evento de migración.

Las salmueras de los pozos petroleros del campo Agave presentan un rango de salinidad entre 4.4 a 15.5%, indicando al menos tres intervalos de producción dentro de tres diferentes horizontes. Los datos hidrodinámicos (Presión vs. Profundidad) e hidrogeoquímicos del campo Agave hincan que no hay una conexión hidráulica entre estos horizontes producidos.

La meta final de este proyecto es determinar la evolución hidrogeoquímica de las salmueras en la región y las probables rutas de migración de las salmueras y los hidrocarburos.

GP-10 CARTEL

HIDROCARBUROS: ORIGIN "ABIÓTICO" Y MIGRACIÓN EN EL NOROESTE DE MÉXICO: EL CASO DE LA HIDROGEOLOGÍA PETROLERA EN EL ESTADO DE SONORA

Nájera Garza Jesús¹, Rodríguez Torres Rafael² y Kenney J.E.³

¹ Consultor

² Depto. de Geología, Universidad de Sonora

³ Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
jng1207@hotmail.com

Los trabajos de campo y las investigaciones que se han realizado en las últimas décadas, se han dedicado al estudio del origen, migración y evolución hidrogeoquímica de los fluidos en cuencas sedimentarias, tanto en rocas detríticas como en rocas fracturadas sedimentarias y volcánicas; estos fluidos han comprendido tanto, aguas subterráneas someras y profundas, como aguas salinas profundas (derivadas de evaporitas), hidrocarburos (líquidos y gaseosos) y desechos tóxicos lixiviados. Se han utilizado técnicas de evaluación, que incluyen análisis químicos e isotópicos ambientales, tanto de rocas como de fluidos, así como de registros eléctricos de pozos profundos. Estas evaluaciones se han dirigido, ampliamente, a los aspectos ambientales y de impacto económico, hacia la región donde se localizan. La Costa de Sonora, en el Golfo de California (o Mar de Cortés), constituye un interesante laboratorio natural para verificar las interacciones físicas e hidrogeoquímicas entre estos fluidos y las rocas que los contienen, por medio de los datos, ahora accesibles, de muestras y reportes respectivos, y de la amplia información sobre geología regional. En este contexto, se presenta aquí la "reciente" teoría (ruso-ucraniana de hace 50 años, Kenny, et al., 2002) "El origen ABIÓTICO de hidrocarburos", sintetizados naturalmente, a profundidades de 70-130 km, que corresponden al ambiente termodinámico y físico-químico del Manto de la Tierra. Este origen es aplicable actualmente, a las manifestaciones de hidrocarburos descubiertas por exploración submarina, que fluyen de las Crestas Meso-Oceánicas Basálticas (MORB), del fondo del Golfo de California (Mar de Cortés), así como en anteriores pozos de

exploración de PEMEX y de la antes Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH), en las Costas de Sonora; éstos últimos analizados por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 1969?). Una de las posibles explicaciones de la presencia de hidrocarburos, de origen ABIÓTICO, en el noroeste de México, sería el impulso ejercido por "paleo-gradientes" o "paleo-potenciales" hidrogeológicos regionales, sobre los hidrocarburos, hacia su localización actual, tierra adentro, en las costas sonorenses. Esta situación de los hidrocarburos, podría significar la gran posibilidad de evaluar nuevos yacimientos, por medio de estudios hidrogeológicos e hidrogeoquímicos con isótopos estables y radioactivos naturales, para determinar o definir, pasados o anteriores sistemas de geología de fluidos, o hidrogeología petrolera, en la región noroeste de México.

GP-11 CARTEL

HIDROGEOQUÍMICA DE SALMUERAS PETROLERAS DE LOS CAMPOS PETROLEROS SARAMAKO Y AGAVE EN TABASCO, MÉXICO

Méndez Ortiz Blanca Adriana¹, Carrillo Chávez Alejandro¹, Tritlla Jordi¹, González Partida Eduardo¹, Levresse Gilles¹, Oviedo Pérez Adán², Martínez Kemp Hugo² y González Posadas Fernando²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² PEP, PEMEX

bmendez@geociencias.unam.mx

La industria petrolera, con vistas a la exploración de nuevos recursos, necesita entender los mecanismos de origen, transporte, migración, evolución y atrapamiento de los hidrocarburos. Dentro de estas herramientas se encuentra la caracterización hidrogeoquímica de las salmueras petroleras (aguas saladas de formación que acompañan a los hidrocarburos). Estos fluidos contienen parte del registro de los procesos de migración y acumulación de hidrocarburos en la cuenca. Su correcta interpretación permite definir la dinámica de flujo de los hidrocarburos y salmueras asociadas.

Se llevaron a cabo análisis químicos de aguas de formación de nueve pozos petroleros de los campos Saramako y Agave en Tabasco (Saramako 1, Saramako 2, Agave 42, Agave 73, Agave 201, Agave 242, Agave 512, Agave 611, Agave 721), además de agua de mar, pudiendo observar una clara conexión entre todos ellos, observando así la gran interacción agua – roca que han sufrido las salmueras a lo largo del tiempo. Las densidades de las salmueras se calcularon en rangos desde 1.009 g/mL para el pozo Saramako 1 (25,440 ppm de salinidad) hasta 1.138 en el pozo Agave 242 (salinidad de 133,492 ppm).

Se modelaron el estado de algunas fases presentes en la muestra, encontrándose al yeso y a la halita en solución y a la calcita precipitada. Se encontró una clara tendencia y conexión en los datos químicos de los halógenos (Cl/Br vs. Na/Br). Así como la limitada presencia de sulfatos y magnesio en solución, lo que nos indica una alta interacción agua-roca.

La finalidad de este proyecto es determinar los procesos que han ocurrido durante las rutas de migración de las salmueras así como hacer una comparación con datos de inclusiones fluidas procedentes de los núcleos de perforación de los pozos, así como aumentar el número de pozos muestreados para poder tener una mejor visión acerca del campo petrolero.

GP-12 CARTEL

MULTIBEAM SWATHMAPPING AND HIGH RESOLUTION SEISMIC PROFILES ON THE NORTHERN AREA OF THE CAMPECHE KNOLLS FROM THE RV SONNE CRUISE SO174 - OTEGA II PROJECT, GULF OF MEXICO

Mortera Gutierrez Carlos¹, Bohrmann Gerhard², Macdonald Ian³, Escobar Briones Elva⁴, Abegg Friedrich⁵, Blanchon Paul⁴, Bandy William¹, Blinova Valentina², Bruckmann Warner⁵, Drews Manuela⁵, Eisenhauer Anton⁵, Han Xiquiu⁵, Heeschen Katja², Meier Florian², Naehr Thomas³ y Orcutt Beth⁶

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universtat Bremen

³ TAMU, Corpus Christi

⁴ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁵ Kiel University

⁶ University of Georgia
carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx

At the southern region of the Gulf of Mexico (GM), multibeam bathymetry data and high-resolution seismic data were collected at the abyssal province of the Campeche Knolls (CK) during the RV SONNE cruise SO174, at the end of 2003, as part of the OTEGA-II interdisciplinary project carried by scientist from Germany, Mexico and U.S.A. One of the cruise objectives at the CK province was to explore for evidences of seafloor structures and processes that could be related to the dynamic of gas hydrates. Swaths of seafloor bathymetric data were collected by the German vessel with a SIMRAD EM120 multibeam echo sounder of 12 kHz with 191 beams. The swath bathymetry data evidence the existence of 22 knolls at the northern area of the CK province (60 by 110 km area), never before reported at any GM seafloor map. On board the vessel, the high-resolution multibeam map allows us to identify process on the knolls that have controlled their surface form and sedimentary deposits surrounding them. Some of the knoll summits shows a topography reflecting the deformation caused by salt tectonics underneath. At the CK northern area, small semi-circular mounts and elongated salt massifs dominate the topography. At the NW corner of this area, asphalt clasts were observed at the knoll CK2135 (named thereafter Chapopote Hill). High-resolution subbottom sediment profiles were collected with the Atlas PARASOUND narrow-beam echo sounder, with an interference frequency between 2.5 and 5.5 kHz. The sediment profiles have a wide-ranging signal penetration between 5 to 40 m. Crosswise the northern CK province; PARASOUND profiles show almost identical and laterally continuous sequences on the near surface stratum. These profiles crossed 18 of 22 knolls and confirm that are salt-diapir structures with steep flanks and rough surface at their crest. Faulting around the knolls is also documented with the PARASOUND profiles, showing as radial faults and keystone grabens on the multibeam map. German Federal Ministry of Education and Science, the USA NOAA Office of Ocean Exploration, UNAM and Harte Research Institute supported this research.

GP-13 CARTEL

FOSSIL FLUIDS FROM SARAMAKO PETROLEUM FIELD, MÉXICO

González Partida Eduardo¹, Levresse Gilles¹, Tritlla Jordi¹, Carrillo Chavez Alejandro¹, Pironon Jacques, Oviedo Perez Adan³, Martínez Kemp Hugo³, Gonzalez Posadas Fernando³ y Priftuli Edlira²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² G2R-Cregu, France

³ PEP, PEMEX

egp@geociencias.unam.mx

The brines and oil inclusions of four shafts (Lisboa#1, Pueblo-Nuevo#1, Crimen#1 y Saramako#1) from Saramako oil field have been investigated. Microthermometry and Raman microspectroscopies have been used to characterize the gas composition of brine gas. Three types of inclusions have been observed biphasic brine (Laq+V), and oil (Lhc+V) and triphasic (Lhc+Laq+V) in the neoformation minerals (calcite, dolomite). More than 2000 fluids inclusions are analyzed in the productive zone. The Lisboa#1 and Saramako#1 shaft present a range of salinity and homogenization temperature respectively from 1.74 to 12.8 wt%NaCl with a statistic mode at 5 y 11 wt%NaCl and from 80° a to 160 °C with a statistic mode at 105±5 °C. The Crimen#1 and Pueblo-Nuevo#1 present a range of homogenization temperature of aqueous and oil inclusions respectively from 60°C to 150°C and from 40°C to 120°C. The salinity of the brine of the Crimen#1 and Pueblo-Nuevo#1 shaft present a four mode distribution, 5 wt%NaCl, 10.5 wt%NaCl, 16 wt%NaCl, and a complex brine (Ca-Mg-Na-Cl) with final melting temperatures ranging from -23°C to -26°C. This suggests that at least four different brines could accompany the hydrocarbon. The evolution of the field should be structurally controlled with several pulses of fluid inputs coming from different formations.

GP-14 CARTEL

FLUID INCLUSIONS CHARACTERIZATION OF POL OIL FIELD, MÉXICO

Levresse Gilles¹, Gonzalez Partida Eduardo¹, Tritlla Jordi¹, Carrillo Chavez Alejandro¹, Priftuli Edlira², Pironon Jacques², Sanchez Trejo Antonio³, Pancardo Ceballos A.³, Leon Ventura R.³ y Casimiro Contreras Alfonso

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² G2R-Cregu, France

³ PEMEX-PEP

glevresse@geociencias.unam.mx

The main oil reservoir in the POL Field, offshore Campeche, consists of a dolomitized carbonate breccia with an ejecta seal on top, considered to have been formed during the Chicxulub impact event. Fossil fluids (i.e. brine, liquid petroleum and gas) have been trapped in microcavities in diagenetic minerals. Fourier transform infrared and Raman microspectroscopies and microthermometry have been used to characterize the gas composition of petroleum and brine. Confocal scanning laser microscopy allows us to determine the volume of gas phase at a given temperature and describes the shape of the inclusions. Homogenization temperatures and volume measurements are the input data for the PIT software that has been applied to reconstruct the P, T conditions of fluid trapping and to model the petroleum composition. In all shaft, three types of inclusions have

been observed: biphasic brine (Laq+V), and biphasic oil (Lhc+V) and triphasic (Lhc+Laq+V). The oil composition presents an important variation from black oil to light oil. All different type can be trapped in the same crystal without chronological evidence. Brine and oil microthermometric data are similar. The range of variation of homogenization temperature of (Laq+V) and (Lhc+V) are respectively, from 101°C to 128°C and from 45°C to 130°C. The range of salinity and CH₄ in (Laq+V) associated with oil inclusion are respectively from 3.4 to 7 moles of NaCl/kg H₂O and from 0.11 to 0.23 moles of CH₄/kg H₂O. The statistic distribution of the data suggest, as in Cantarelle oil field (Martinez-Ibarra et al., 2003), the existence of two events. This supports the idea of a complex maturation and migration history.

GP-15 CARTEL

SEDIMENTOLOGY AND DIAGENESIS ON THE ARCOS FIELD, NORTHERN MEXICO

Cruz Castillo Manuel¹, Hernandez Jauregui Ricardo¹, Torres Vargas Ricardo¹, Gallo Padilla Ismael¹ y Téllez Aviles Mariano²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² PEMEX

macruz@imp.mx

The Arcos Field represents a wave dominated deltaic system with its associated wave modified costal barriers. It is related to a unique depocenter developed during Eocene time in the Burgos Basin, Northern Mexico.

Provenance analysis shows two modal suites of sandstones, one silica and feldspar rich interpreted as the main source of the sediments, coming from the northwest probably in a system related to an ancestral Rio Grande. The other one is less significant, it is made of sedarenites, with sediments supplied from the west or southwest directly from the Eastern Sierra Madre.

Sedimentary facies, sandstone composition, bioturbation, lithic compaction, and pervasive cements (silica and calcite) are the main controls on reservoir quality. Grain coating chlorite and other swelling clays play a significant role on permeability reduction, especially to the eastern portion of the reservoir. Lithic-arkoses are the main composition of the reservoir sandstones.

Sesión

IX Coloquio de Mineralogía

Miércoles 3

Salón Mariposas 1

MIN-1

HALLAZGO DE ESPINELA EN EL METEORITO ALLENDEFlores Gutiérrez Daniel¹, Reyes Salas Adela Margarita² y Macías Romo Consuelo²¹ Instituto de Astronomía, UNAM² Instituto de Geología
daniel@astroscu.unam.mx

En recientes estudios sobre la textura del meteorito Allende hemos encontrado la presencia de espinela, en un bello ejemplar que se exhibe en Museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM. Parece ubicarse en el grupo de las cromitas. Por su génesis terrestre se puede asociar a metamorfismo de contacto de alta temperatura (del orden de 1526°K).

Nuestro propósito aquí, es mostrar los trabajos desarrollados para entender la presencia de la espinela y su distribución espacial en este ejemplar mexicano del meteorito Allende.

MIN-2

LOS MINERALES EN MARTE, ORIGEN Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN DEL PLANETACorrea Olan Juan Carlos y Victoria Morales Alfredo
Facultad de Ingeniería, UNAM
jcorrea@hotmail.com

Marte, planeta que recibe su nombre del dios romano de la guerra, es el cuarto desde el Sol y el séptimo en cuanto a su masa. Según los historiadores de astronomía la historia de Marte se remonta más de 4500 años, teniéndose referencia del planeta por parte de los asirios. Galileo fue la primera persona que observa a Marte con un telescopio en 1610, el pudo describir las fases del planeta.

En este trabajo se presenta una compilación de la información obtenida por las naves Spirit y Rover opportunity, mediante análisis con un espectrómetro de rayos X y de partículas alfa, de muestras tomadas de la superficie de Marte, la cual fue obtenida consultando la página del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA.

Se ha reportado una alta concentración de azufre, el cual se encuentra combinado con magnesio y hierro, formando diferentes tipos de sales.

También se encontró olivino, Jarosita [KFe₃₃+ (SO₄)₂(OH)₆], y hematina. La presencia de este último mineral se explica se podría haber formado por la oxidación termal de productos eruptivos volcánicos durante fenómenos volcánicos o también por precipitación química por la circulación de agua rica en hierro a través de capas preexistentes de material volcánico. Además se han detectado elementos que pueden formar sales como cloruros y bromuros.

Con toda la información obtenida se pueden confirmar algunas de las teorías preexistentes, como la de que el planeta no ha sufrido una diferenciación de los materiales como en la tierra, tal vez se enfrió rápidamente y su núcleo debe estar en estado sólido ya que carece de un campo magnético importante. Si alguna vez existió agua esto debió ser hace muchos millones de años.

El estudio mineralógico de Marte se hace cada vez más importante ya que si se desea enviar una misión tripulada se deben conocer los lugares donde existan recursos como agua o metales

valiosos para que en un futuro no muy lejano se pueda pensar en la explotación de estos ya que cada vez los recursos en la tierra se van haciendo más escasos y tal vez en algunos años se descubra una nueva manera de propulsar las naves espaciales y sea económicamente viable explotar yacimientos interplanetarios.

La pregunta mas importante por responder es que si Marte albergó agua como lo indican los minerales hallados y volcanes activos como la Tierra. ¿Por que en la Tierra se desarrollo la vida y Marte se convirtió en el planeta desierto que es ahora?

MIN-3

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA MINERALÓGICA DE UN NÓDULO DE MANGANESO PROVENIENTE DE SANTA ROSALÍA, B. C. S. Y DE UN NÓDULO DE MANGANESO Y DE UN FRAGMENTO DE COASTRA DE COBALTO OBTENIDAS EN EL PACÍFICO ORIENTALVictoria Morales Alfredo¹, Girón García Patricia², Miranda Vargas Juan Carlos³ y Salcedo Luna María Cecilia⁴¹ Facultad de Ingeniería, UNAM² Instituto de Geología, UNAM³ SILVITA⁴ Facultad de Química, UNAM

victoria@servidor.unam.mx

Como parte del proyecto Reclasificación y remodelación del laboratorio de Mineralogía de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se realiza la identificación de los ejemplares adquiridos recientemente para tener su clasificación adecuada y poderlos integrar a la Colección de minerales de la Facultad de Ingeniería, por lo regular se realiza una caracterización mineralógica y en algunos casos, química con el apoyo del Departamento de Geoquímica del Instituto de Geología de la UNAM.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del análisis petrográfico, por difracción y fluorescencia de rayos x, realizado a tres muestras de mineral de manganeso, una corresponde a un nódulo de manganeso "fósil" (NMF) proveniente de Santa Rosalía B. C. S. y las otras dos a un nódulo de manganeso reciente (NMR) y a un fragmento de la costra de cobalto (FCC) provenientes del Pacífico Oriental, donadas a esta Facultad de Ingeniería para incrementar el acervo de la colección de minerales.

De la descripción megascópica y microscópica realizadas a cada una de las muestras, se observó que están formadas por dos partes con características texturales diferentes, una capa superficial porosa y una capa interna lisa, en el caso de los nódulos de manganeso y una parte externa negra y una parte interna amarilla en la costra de cobalto.

En el estudio microscópico además de las texturas de crecimiento observadas no fue posible reconocer ninguna fase mineral debido al tamaño tan fino de los cristales, sin embargo en el estudio por difracción de rayos x se identificaron las siguientes fases, para la capa lisa de NMF: romanechita, birnesita, piroludita y manganosita; para la capa porosa de NMF romanechita, manganosita y cuarzo; en la muestra NMR la cual presenta un grado de cristalinidad bajo, se encontraron cuarzo, trevorita de hierro y hematina?; en la muestra FCC se identificaron birnesita, manganosita, cuarzo y hematita?.

Del análisis semicuantitativo por fluorescencia de rayos X se observa que la muestra NMF contiene un porcentaje más alto de manganeso, cobre y bario, mientras las otras muestras tienen un contenido más bajo de manganeso pero se incrementa el hierro, y contienen proporciones mayores de níquel, sodio, calcio y cobalto que la NME.

De los resultados anteriores se concluye que los tipos de muestras analizadas tienen características químicas y mineralógicas diferentes.

MIN-4

LA EXPLOTACIÓN DE MERCURIO EN EL DISTRITO MINERO DE SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO, MINERALOGÍA E HISTORIA

Cuapio Pérez Cesar Augusto¹, Victoria Morales Alfredo² y
Nuñez Regalado Juan Carlos¹

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
augustocuapio@aol.com

El distrito minero de San Joaquín, Querétaro ha sido una zona importante de producción de mercurio durante distintas épocas, se tienen indicios de minería incipiente durante el periodo prehispánico, evidenciada por tiros y socavones localizados al fondo de la barranca aledaña a la zona arqueológica de Ranas, atribuidas a la cultura serrana que fundó este asentamiento. El mineral de mercurio que se explotaba era el cinabrio el cual se utilizó como pigmento y como ofrenda funeraria en la región del clásico maya.

El auge minero de San Joaquín se da en la década de los 60 del siglo pasado, a pesar de las condiciones insalubres en que laboraban los mineros, la falta de tecnología para el desarrollo de las minas y la obtención de mercurio en hornos de retorta muy rudimentarios, en esta zona se alcanzó a producir hasta 3.9 toneladas de mercurio semanalmente, lo que permitió que México llegara a ocupar el cuarto lugar como productor. Quedan como evidencia las ruinas de las instalaciones mineras. A partir de los 70 las obras mineras se detienen debido a la baja de los precios del mercurio provocado por las características tóxicas del elemento y a la búsqueda de sustitutos para su aplicación industrial. Actualmente muchos pobladores recuerdan esta etapa, con la esperanza de que algún día pueda resurgir.

De la gran cantidad de minas reportadas se visitaron únicamente seis: La Maravilla, El Otatal, La Perla, La Lana, Los Puerquitos y La Azteca (Esta última de la zona arqueológica) por sus condiciones y fácil acceso, ya que la mayoría se encuentran aterradas o se emplean como colectores de agua. La toma de muestras se realizó en los terreros y por donación de los trabajadores del INAH, solo fue posible obtener algo de cinabrio en la mina Los Puerquitos.

La mineralización se encuentra en forma de un sistema de vetas que tienen una orientación preferencial NW-SE, emplazadas en fallas y fracturas de las calizas cretácicas de la Facies La Negra de la Formación El Doctor. Corresponde a un yacimiento epitermal atribuido a intrusiones graníticas que afloran en esta región. La mayor parte de las muestras observadas tienen una textura brechoide y están constituidas por cinabrio y calcita, a excepción de las muestras procedentes de la mina la Lana donde la mena corresponde a mercurio nativo.

Con la información recabada en esta investigación se desea caracterizar el cinabrio obtenido y averiguar si guarda alguna relación con el utilizado en regiones tan apartadas como la zona maya; también aportar datos que permitan utilizar las ruinas de las instalaciones mineras como un atractivo turístico para aportar ingresos a la región y, como una zona más de estudio dentro del proyecto Nacional de Arqueología Industrial, que ha tenido mucho éxito en sitios como Tlalpujahua, Mex. y Real del Monte, Hgo.

MIN-5

TOPACIOS VOLCÁNICOS (MÉXICO): CRISTALOQUÍMICA, PROPIEDADES Y ORIGEN

Ostroumov Mikhail¹ y Victoria Morales Alfredo²

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, UMSNH

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
ostroum@zeus.umich.mx

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar las particularidades de la cristalografía, propiedades y origen de los topacios procedentes de los domos riolíticos de Tepetate, San Luis Potosí (México). Los cristales de dos generaciones (incolores y amarillo) fueron investigados mediante Espectrometría UV-VIS-NIR, Resonancia Paramagnética Electrónica y Espectrometría con plasma de acoplamiento inductivo. Las concentraciones de los elementos mayores y trazas en diferentes generaciones de los topacios son muy cercanas. La concentración elevada de flúor (alrededor de 20%) es característica para los topacios riolíticos y pegmatíticos. La naturaleza del color amarillo de la segunda generación de topacio se explica por la presencia de dos defectos estructurales (O-, F-) y las impurezas mecánicas (hematites) que provocan tres débiles bandas de absorción: 350, 422, 860 nm de las que las dos últimas provocan este color específico. En los topacios incoloros de la primera generación sólo se encuentra el centro estructural O-, que produce una banda de absorción en la región UV. Los centros huecos se forman en la naturaleza cuando en las rocas se observan las concentraciones relativamente altas de los elementos radioactivos. De acuerdo con los análisis químicos, las riolitas de San Luis Potosí se caracterizan por la presencia constante y elevada de estos elementos. Este hecho confirma la suposición sobre la participación de los elementos radioactivos en la formación de los centros de color en los topacios volcánicos. La destrucción de los centros huecos durante el calentamiento determinado permite suponer que las temperaturas de formación de las variedades incoloras son más de 500°C, mientras que para los topacios amarillos estas temperaturas son alrededor de 400°C.

MIN-6

LOCALIDADES MINERALÓGICAS FAMOSAS DE MÉXICO

Villaseñor Cabral María Guadalupe, Gómez Caballero Arturo y
Irazaba Ávila Óscar
Instituto de Geología, UNAM
mgvc@servidor.unam.mx

Los más renombrados museos mineralógicos del mundo se precian de tener ejemplares provenientes de México. A continuación se presenta una lista, por entidad federativa, de las localidades mineralógicas más famosas de México, indicando la mina de procedencia, en su caso, y sus especies típicas:

Durango. Mapimí; mina La Ojuela; legrandita, adamita, paradamita, hemimorfita y escorodita. Cerro de Mercado: apatita, var. piedra espárrago. El Rodeo: calcita. América-Sapiorís: durangita y casiterita.

Baja California. El Boleo: boleíta, pseudoboleíta y cumengita. San Quintín: epidota. Ensenada: chorlo.

Chihuahua. Villa Ahumada, mina Los Lamentos: wulfenita. Villa Ahumada y Casas Grandes: ágata (en litofisas). Naica: yeso variedad selenita, anhidrita, fluorita, galena, esfalerita y wollastonita. Santa Eulalia: arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, smithsonita, hemimorfita, mimetita, creedita, rodocrosita, ludlamita, conicalcita, aragonita y yeso, var. selenita. Ascensión, mina Bismarck: esfalerita y calcopirita. San Pedro Corralitos: mimetita. Batopilas: plata nativa y proustita. San Carlos: vanadinita. Cusihuiriachic: piromorfita. San Luis Potosí. Charcas: damburita, datolita y calcita. Tepetates: topacio. Guadalcázar: cinabrio. Sierra de Catorce: estibiconita y cervantita.

Sonora. Cucurpe, mina San Francisco: wulfenita. Arizpe, mina Las Chispas: acantita, polibasita y estefanita. Moctezuma: minerales de telurio. Aconchi: berilo. Baviácora: scheelita. Santa Cruz: chorlo. Guerrero. Amatlán, Gro.: cuarzo, var. amatista. Taxco: cuarzo, var. amatista y var. cristal de roca, pirargirita, barita y esfalerita. Guanajuato: La Valenciana: adularia, var. valencianita, polibasita y cuarzo, var. amatista. La Luz: pirargirita, proustita, estefanita, polibasita, aguilarita, acantita, apofilita, cuarzo var. amatista y calcita. Minas de Rayas y Cata: calcita, cuarzo var. amatista y acantita. Mina San Carlos: aguilarita.

Veracruz. Las Vigas: cuarzo, var. amatista.

Zacatecas. Fresnillo: pirargirita. Concepción del Oro, calcopirita, tetraedrita y tennantita; mina Aranzazú: malaquita y azurita. Nochebuena: boulangerita y jamesonita. San Martín y Nieves: jamesonita. San Martín: estibnita. San Pantaleón de la Noria: jamesonita.

Querétaro. Mina Iris: ópalo, var. ópalo de fuego.

Sinaloa. Choix: smithsonita.

Hidalgo. Pachuca: acantita y plata nativa. Zimapán: boulangerita y jamesonita.

Estado de México. Temascaltepec: pirargirita, miargirita, proustita, estefanita y estibnita.

Coahuila. Lago Jaco: grosularia. Múzquiz: fluorita. Ramos Arizpe: celestita.

Chiapas. Pichucalco, mina Santa Fe: wollastonita.

MIN-7

GEOLOGIA Y ARQUEOLOGÍA CIENCIAS ASOCIADAS EN LA BÚSQUEDA DE AREAS FUENTE DE MATERIAL ARQUEOLÓGICO. EL CASO DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE SAN AGUSTÍN HUILA, COLOMBIA

Forero Lloreda Eduardo¹, Victoria Morales Alfredo² y Cabrera Ramírez Mayumy Amparo²

¹ Instituto Colombiano de Antropología e Historia

² Facultad de Ingeniería, UNAM
eforero@mincultura.gov.co

El papel que desempeña la geología en la solución de preguntas de carácter arqueológico, es fundamental para el entendimiento de las sociedades antiguas, este es el caso del estudio geoarqueológico realizado en el Alto Magdalena, Colombia, en donde dentro de la metodología seguida se realizó un estudio detallado del origen geológico del área con énfasis en la naturaleza de las fuentes de arcilla y de los materiales volcánicos que sirven de materia prima para la

elaboración de las esculturas. Para completar este estudio se hizo un análisis de láminas delgadas estableciendo estudios petrográficos con el fin de contrastar las correspondencias litológicas entre muestras de cerámica contemporánea provenientes de fuentes de arcillas locales elaboradas por artesanos de la región y cerámica arqueológica, recuperada de zonas de estudio en excavaciones controladas.

El análisis de la procedencia de las arcillas muestreadas se basó en el estudio de los minerales que constituyen la roca total, en este caso se presenta una abundancia en minerales de origen ígneo como lo son olivino, piroxenos, anfíboles, micas, plagioclasas, cuarzo, vidrio volcánico, fragmentos de basaltos, minerales opacos, óxidos de Fe y ocasionalmente calcita, presentándose estos mismos minerales en las muestras arqueológicas, obteniéndose así una gran similitud.

Anterior a este estudio no existe, ningún trabajo del área en donde se tenga una descripción petrográfica de la cerámica arqueológica y mucho menos cuestionamientos sobre las fuentes de obtención de los recursos arcillosos. La idea que existía respecto a la naturaleza de los mismos, es que era obtenido de las arenas de los ríos que corren por el área, llegó incluso a especularse, que la cerámica arqueológica que aparece en el área era traída del centro de alfarería artesanal de la vecina población de Pitalito.

Nuestros resultados confirman que las fuentes de arcilla del material cerámico de San Agustín, utilizadas por los alfareros de la zona, son de la misma naturaleza geológica que se observa en las muestras cerámicas arqueológicas; por lo que en el área de San Agustín se permitió establecer el origen de las arcillas que constituyen a la cerámica arqueológica mediante estos estudios comparativos entre cerámicas.

MIN-8

ARQUEOMINERALOGÍA MESOAMERICANA. ESTUDIOS RECIENTES DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS APLICADAS EN LA PETROLOGÍA

Robles Camacho Jasinto y Sánchez Hernández Ricardo

Instituto Nacional de Antropología e Historia

jasinto_robles@yahoo.com

La arqueomineralogía es una subdisciplina de la arqueometría, que como concepto ha sido adoptado recientemente por los estudiosos de los materiales inorgánicos de contexto arqueológico. Dentro de este marco se presentan los casos recientemente estudiados, donde además del interés por la caracterización de componentes minerales se ha pretendido provocar el menor daño posible a las piezas arqueológicas. Esto mediante la implementación de técnicas cada vez más precisas y que requieren de cantidades mínimas de muestra o bien son totalmente no destructivas.

La caracterización de las piezas arqueológicas se realiza con dos fines: 1) la clasificación precisa de sus constituyentes minerales y 2) la búsqueda de sus fuentes probables de materia prima. La segunda actividad no es concebida sin una buena precisión de la primera. Es por esta razón que la identificación de los minerales componentes de los objetos es primordial, y aunque tradicionalmente se han aplicado técnicas destructivas como la petrografía y la difracción de rayos-X de manera sistemática, en la actualidad se aprovecha el potencial de técnicas como la microscopía electrónica o microsonda para reconocer la composición química superficial de los objetos e inferir mediante cálculos precisos, las especies presentes en cada caso. Una técnica

alternativa es la espectroscopia infrarroja de reflexión, la cual no daña las piezas y conforme se avanza en la creación de catálogos de especies, es más precisa.

La mineralogía reconocida en piezas arqueológicas mesoamericanas es amplia y prácticamente todo tipo de rocas se cuentan dentro de este registro. Entre los casos estudiados recientemente se cuentan: 1) el análisis de serpentinitas olmecas con el uso de técnicas como la difracción de rayos-X (DRX), fluorescencia de rayos-X (FRX), espectrometría por inducción de un plasma (ICP-MS), espectrometría de masas (MS), 2) el estudio de travertinos, donde ha sido posible implementar el análisis de tierras raras como guía de caracterización de yacimientos y de piezas arqueológicas provenientes de varios sitios, 2) el reconocimiento y análisis de amazonita mediante el uso de la petrografía, microscopía electrónica con análisis espectrométrico por dispersión de energía (EDS), ICP-MS, DRX y espectroscopia infrarroja de reflexión (IR), además de fechamiento por K/Ar para mayor precisión. Jadeíta procedente de varios sitios arqueológicos de las zonas maya, olmeca y tarasca, con las técnicas de DRX e IR han sido igualmente llevado a cabo en los últimos dos años.

En todos los casos se ha pretendido aplicar técnicas cada vez menos destructivas, de tal forma que en la actualidad se vislumbra la posibilidad de aplicar en corto plazo la espectroscopia infrarroja de reflexión de manera sistemática, así como ICP-MS con sistema de ablación láser en un futuro no muy lejano.

MIN-9 CARTEL

MINERALOGÍA DE PIEDRAS DE RIÑÓN DE PACIENTES DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO

Girón García Patricia¹, Lozano Santa Cruz Rufino¹ y Salcedo Luna María Cecilia²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Química, UNAM
pgiron@geologia.unam.mx

En el presente trabajo se presenta el estudio mineralógico por Difracción de rayos X, de litos urinarios de pacientes atendidos en el Hospital para el Niño Poblano, desde su inauguración en febrero de 1992, hasta diciembre de 1999. Desde el punto de vista clínico, éstos resultados serán de utilidad para establecer las enfermedades relacionadas, la dieta y el tratamiento adecuados para cada paciente.

La litiasis renal, también denominada Urolitiasis o Nefrolitiasis es una enfermedad causada por la presencia de cálculos o piedras en el interior de los riñones o de las vías urinarias (uréteres, vejiga).

Los cálculos renales se componen de sustancias normalmente presentes en la orina, pero por diferentes razones se han concentrado y solidificado en fragmentos de mayor o menor tamaño.

Para realizar éste estudio se recibieron 38 muestras de niños en edades entre 3 y 17 años. Las muestras fueron lavadas con agua destilada y secadas a temperatura ambiente, los pesos variaron entre 0.1 y 42g. Los ejemplares de mayor tamaño y dureza fueron cortadas transversalmente y en ellos se observaron capas concéntricas de diferente color, por lo que se decidió realizar el análisis de éstas capas por separado. Se denominó capa exterior (E) y capa interior o núcleo (N). En el caso de litos pequeños esto no fue posible y la muestra fue molida e identificada como muestra total (T). Los muestras fueron

molidas en mortero de ágata y se analizaron en un difractor Philips Mod.1130/96 (generador) y PW 1050/25 (goniómetro), utilizando radiación CuK α , en el intervalo angular 2 θ de 4° a 70°

Fue analizado un total de 38 muestras, en 14 de ellas fue posible analizar la parte interna o núcleo (N) y la parte externa (E) del litio. Los resultados por DRX del núcleo muestran que el mineral principal es la whewellita en un 50%, 21% es una mezcla de whewellita y weddelita y en el resto está compuesto de weddelita, whewellita, hidroxil apatita y struvita en diferente proporción.

En la parte externa, el mineral predominante es newberyta en un 43%, el 35% corresponde a una mezcla de whewellita y weddelita, el resto corresponde hidroxil apatita o struvita, combinados con whewellita y weddelita en mínimas proporciones.

En 24 muestras totales el 35% predomina la whewellita, 29% la weddelita, 13% la hidroxil apatita y en el resto aparecen otros minerales como calcita y struvita, además de whewellita y weddelita en pequeñas cantidades.

De los resultados obtenidos se puede concluir que los minerales predominantes en el núcleo de los litos son la Whewellita y Weddelita y la mezcla de éstos, en la parte externa predomina la Newberyta. En muestra total predomina la mezcla de Whewellita y Weddelita, hidroxilapatita y struvita se encuentran en menores concentraciones

La composición química de éstos minerales es principalmente oxalato de calcio y fosfato de magnesio.

MIN-10 CARTEL

PEGMATITAS EN BLOQUE DE LOS CABOS, BCS. MÉXICO

Valdivia Pimentel Daniel, Pérez Venzor José Antonio, Pérez Espinoza Jesús Efraín, Hiraes Rochin Joel, Zabre Ramirez Hugo y Ramos Velazquez Ernesto
UABCS
skilewocker1@hotmail.com

El trabajo expone las características mineralógicas, estructurales y relaciones de campo de tres localidades con pegmatitas en el Bloque de los Cabos baja California Sur.

La mineralogía de las pegmatitas en general consiste de moscovita (Ms), granate (Gte), turmalina (Tur), cuarzo(Qz), feldespato (Feld), biotita (Bi), los cristales de turmalina y feldespato llegan a medir hasta 10 cms, presentan ínter crecimientos entre Qz con Gte; Qz con Feld; Tur con Qz y Gte con Qz ; las asociaciones comunes son: Qz+Ms+Gte+Tur +Feld; Qz+Feld+ Tur; Ms+Gte+Feld.

Las pegmatitas definen estructuras simples, presentan bandeamiento y zonificación primaria, se comportan como diques de uno a varios metros de espesor y decenas de metros de longitud; ocasionalmente definen apófisis y están encajonados tanto en rocas metamórficas como plutónicas. Los contactos son tajantes y concordantes con la foliación; el origen puede estar asociados tanto a procesos magmáticos como a metamórficos.

Sesión

Oceanología

Martes 2

Salón Mariposas 2

OCE-1

ESTIMACIÓN DEL NIVEL MEDIO DEL MAR Y DEL MODELO GEOIDAL UTILIZANDO ALTIMETRÍA

Moraila V. Carlos R. y García López Ramón V.

Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa
moraila@hotmail.com

La estimación del nivel medio del mar (Mean Sea Surface Level, MSSL), y del geoide es crucial para el desarrollo de trabajos geodésicos, geofísicos y oceanográficos.

La altimétrica satelital mide la altura de los océanos con una precisión de 5 cm. y esta relacionada al elipsoide de referencia. Esta altura es la suma del geoide marino N y las variaciones del nivel del océano debido a fenómenos físicos (corrientes, procesos hidrotermales, mareas, efectos atmosféricos).

Diferentes metodologías han sido propuestas para el establecimiento del nivel medio del mar, así como del geoide marino a partir de mediciones altimétricas. En el presente trabajo se muestran la estimación así como el análisis de los datos altimétricos para obtener una dinámica y consistente forma de representación del MSSL.

El método para la determinación del nivel medio del mar con datos de la misión satelital altimétrica Topex Poseidon (T/P), utiliza las mediciones de la altura del de la superficie del océano (Sea Surface Height, SSH) de cada ciclo, las cuales son promediadas e interpoladas por cada paso del satélite.

Se tomo una zona de 10 x 10 grados para la determinación de MSSL, con un periodo de dos años de medición de SSH de T/P. Empleando un modelo de la dinámica del océano se determino el geoide.

El resultado final fue consistente con los errores de los datos, y sus correcciones.

OCE-2

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA CIRCULACIÓN CUASI-ESTACIONARIA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Makarov Viacheslav

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
smakarov@ipn.mx

El carácter bimodal de la circulación en esta región, que se expresa como la existencia de un giro permanente, pero con la rotación opuesta durante las épocas de invierno y verano, fue investigado numéricamente mediante los diferentes modelos estacionarios. El primer modelo, de corrientes básicas, se basa en las suposiciones sobre la homogeneización horizontal de vorticidad potencial en los giros y en la tendencia de la estructura de las corrientes a evolucionar hacia un estado con un mínimo de energía mecánica del sistema. Las corrientes en este caso fueron forzadas solamente por mecanismos básicos estacionarios, los cuales reflejan las características propias de la región (la forma, el relieve, la rotación de la Tierra), sin la influencia de los factores externos no-estacionarios. El modelo fue usado en dos variantes: para el océano homogéneo y para el océano baroclínico en la aproximación de dos

capas. El segundo modelo es un modelo tridimensional estacionario baroclínico de tipo de Ekman en coordenadas sigma. Las corrientes son forzadas por el viento y por la heterogeneidad del campo de densidad. Dicho campo fue construido en base a datos históricos de salinidad y temperatura mediante una técnica de ajuste con curvas segmentadas, basándose en el algoritmo no lineal de mínimos cuadrados.

Los resultados de modelación de corrientes básicas barotrópicas muestran la existencia de solo un giro anticiclónico casi en el centro de la región. La variante baroclínica (dos capas) da únicamente un desplazamiento insignificante y una disminución de la intensidad del remolino en la capa superior. Esta situación coincide con la circulación observada para la época de invierno. La circulación barotrópica por deriva de viento presenta la existencia de dos giros con rotaciones opuestas en la parte oriental (mas grande) y occidental, con un flujo intenso entre ellos. El giro principal (oriental) tiene rotación anticiclónica cuando el viento tiene la componente hacia al sur; si la dirección del viento es opuesta, este giro cambia su rotación. Sin embargo, la distribución real del viento en la región del norte del golfo es prácticamente uniforme durante todo el año; el viento tiene la dirección hacia al sureste. La circulación baroclínica es más complicada y tiene una fuerte influencia del relieve del fondo. Sin embargo, podemos observar que durante el invierno (y parcialmente en la primavera) la distribución de densidad provoca la formación, en el centro de la región y entre las islas grandes, de remolinos anticiclónicos. En verano y otoño la circulación es principalmente ciclónica.

Los resultados obtenidos nos permiten admitir que la existencia del giro anticiclónico en la época del invierno es causada por los mecanismos básicos (planetarios-topográficos) y los efectos baroclínicos y del viento soporten esta circulación. Entonces, los tres dichos mecanismos están en fase en este tiempo. La existencia del giro ciclónico en la época corta del verano es causada principalmente por la distribución específica de la densidad, que provoca corrientes relativamente más fuertes.

OCE-3

EFFECTO DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DEL VIENTO SOBRE LA CIRCULACIÓN ESTACIONAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Jiménez Domínguez Aleph, Marinone Moschetto S.G. y Parés

Sierra A.

CICESE

aleph@cicese.mx

Con un modelo numérico del Golfo de California se estudia y compara su circulación debida al forzamiento de un viento espacialmente homogéneo y de evolución temporal simétrica (VI), y de otro derivado de datos de QuikScat (VO). Se presentan las diferencias entre ambos del promedio y de su evolución estacional del campo de corrientes, densidad de energía cinética, vorticidad relativa y divergencia horizontal. En el promedio las corrientes generadas por VO tienden a una circulación ciclónica en la cuenca norte, y en el sur aparecen una serie de remolinos de signo intercalados. Para VI las corrientes son más débiles a VO con una estructura más simple: circulación anticiclónica en el sur e irregular en el norte. En ambos la variabilidad es mayor sobre la costa continental en aguas someras y difieren en la duración del giro ciclónico/anticiclónico en la cuenca norte. La magnitud del campo de corrientes también muestra

diferencias entre experimentos, debido a la mayor intensidad del viento de otoño a invierno para VO y en verano para VI. El promedio de la energía cinética es mayor sobre la costa continental en ambos experimentos. Alta vorticidad relativa, en VO, se presenta a lo largo del golfo en una serie de núcleos intercalados en su signo. Cerca de las costas la divergencia y convergencia es mayor para ambos forzamientos, lejos sólo en el caso VO. La evolución temporal de la energía, vorticidad y divergencia es más irregular en el experimento VO. La vorticidad y divergencia en VI se origina sólo con viento fuerte y en las costas mientras que en VO se produce también por el rotor del viento aun y que éste no sea muy fuerte.

OCE-4

EVOLUCIÓN DEL CALENTAMIENTO SUPERFICIAL ESTACIONAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Amador Buenrostro Alberto
CICESE
aamador@cicese.mx

Se integra una base de datos con las imágenes de satélite de la temperatura superficial (avhrr) del Golfo de California para los meses de enero a septiembre del año 2000 y se realiza un análisis para estudiar la evolución del calentamiento estacional de la parte media y norte del Golfo. De este análisis podemos distinguir 4 zonas que responden y evolucionan de manera diferente al calentamiento estacional del área. 1) La zona somera norte (< de 30 m de profundidad) del extremo norte del Golfo, 2) el golfo norte, al norte del archipiélago central, exceptuando la zona antes descrita, 3) la zona de las grandes islas que forman el archipiélago central y 4) el Golfo central al sur del archipiélago y hasta la cuenca de Farallón. Tres fenómenos son los que tienen mayor influencia en el aumento o disminución de la temperatura superficial, el calentamiento directo del sol, la advección, y la mezcla provocada por mareas y surgencias que transporta aguas frías subsuperficiales, a las capas superficiales.

La zona somera norte responde a la mezcla ocasionada por las mareas y el viento y a la ganancia o pérdida de calor por la superficie, formando un frente de agua fría en el invierno y uno de agua cálida en el verano. La zona del archipiélago la temperatura superficial del agua es la más fría durante todo el año, exportando, por advección esta agua hacia el sur en otoño, invierno y parte de primavera, y hacia el norte en parte de la primavera y en el verano. El golfo norte y la zona al sur de ellas, responden primero a un calentamiento general por ganancia del calor solar, de manera que, después de pasar la época de surgencias invernales en la costa continental, los primeros meses van a la par, con un calentamiento gradual y uniforme. Al avanzar la primavera empieza una invasión de aguas cálidas desde la boca del golfo, en mayo alcanzan la cuenca de Guaymas y empiezan a presionar sobre las aguas frías de la zona de las islas. A fines de mayo o principios de junio, con la presencia de los vientos del sureste, las aguas cálidas del sur penetran la zona entre las islas, pero al mismo tiempo aguas frías de esta zona es transportada por advección hacia el golfo norte, ocasionando en general un enfriamiento de este.

OCE-5

CONDICIONES BAROCLÍNICAS EN BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Obeso Nieblas Maclovio, Shirasago Germán Bernardo y Perez Lezama Edgar Leonardo
CICIMAR, IPN
mniebla@ipn.mx

Esta región costera es fuertemente influenciada por el Golfo de California, especialmente en la parte profunda, por lo tanto la variabilidad en el sur del golfo determina en gran parte la variabilidad de mesoescala en la Bahía de La Paz. El Golfo de California a su vez presenta un acoplamiento a la variabilidad climática interanual de gran escala del Pacífico Oriental, la cual se ha registrado por medio de series de tiempo de nivel del mar y anomalías de temperatura en la costa.

Con el objeto de determinar las condiciones baroclinicas en la Bahía de La Paz, se analizan datos de CTD de campañas de muestreo realizadas durante verano, otoño e invierno en la zona de estudio.

Los resultados revelados variaciones importantes en la estructura hidrográfica de la bahía, tanto en espacio como en tiempo. Los veranos analizados presentaron una ausencia completa de la capa de mezcla, con un gradiente de temperatura más intenso en la zona de la termoclina, durante el verano 1996. Adicionalmente, toda la columna de agua experimentó un aumento de temperatura de 1.5 a 2°C en el verano de 1997 (de 0 a 375 m de profundidad) y la haloclina no estuvo presente en relación al verano de 1996. Por el contrario, en otoño e invierno se tiene una capa de mezcla importante y una termoclina menos pronunciada producto de los vientos locales del nor-noroeste en la zona.

La inclinación de las isopícnas se hizo evidente en la sección Cabeza de Mechudo a La Lobera durante el muestreo de julio de 1996 y en la sección entre Bahía Coyote a La Partida en el muestreo de julio de 1997; donde las isopícnas se elevan como respuesta, a una circulación ciclónica en la zona. En estas épocas se aprecian fuertes condiciones baroclinicas en la región de estudio. Las componentes geostroficas de velocidad, relativas a la profundidad común mas profunda (deepest common depth) originan un flujo de norte a sur desde Cabeza de Mechudo hasta San Juan de La Costa y de sur a norte frente al complejo insular Espíritu Santo - La Partida. En general, el flujo geostrofico entre estas estaciones concuerda bastante bien con las características de un giro ciclónico en la parte profunda de la bahía.

OCE-6

GENERACIÓN DE BANCOS DE ARENA POR FLUJOS DE MAREA EN CUENCAS MARGINALES

Carbajal Pérez José Noel¹ y Piney Stephanie²
¹ IPICYT
² INSA de Lyon, France
noelc@ipicyt.edu.mx

En el proceso de reflexión de ondas de Kelvin en cuencas marginales, la geometría juega un papel fundamental. Lo ancho de la cuenca determina si los modos de Poincaré generados en la frontera cerrada se propagan hacia la frontera abierta o bien son atrapados en la región cercana a la frontera cerrada y entonces su amplitud decae

rápidamente en forma exponencial. La relación de lo ancho de la cuenca y la frecuencia de la onda de Kelvin incidente inducen entonces diferentes situaciones dinámicas. En este trabajo se investigan mediante experimentos numéricos las consecuencias de este hecho sobre el transporte de sedimentos y particularmente en la generación de bancos de arena.

OCE-7

SOBRE LA INTERACCIÓN DE LOS REMOLINOS CICLÓNICOS CON LA CORRIENTE DEL LAZO

Zavala Hidalgo Jorge¹, Morey Steven L.², O'Brien James J.² y Zamudio López Luis²

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

² Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA
jzavala@atmosfera.unam.mx

La interacción de los remolinos ciclónicos con la Corriente del Lazo (CL) es estudiada utilizando el Navy Coastal Ocean Model, el Navy Layer Ocean Model, datos de altimetría de Topex/Poseidon e imágenes de satélite de temperatura superficial del mar. En los poco más de 30 años de observaciones, entre febrero de 1998 y agosto de 1999, se muestra que el período más largo entre la formación de remolinos anticiclónicos coincide con la presencia de un gran remolino ciclónico que permaneció al norte de la CL durante varios meses. Utilizando simulaciones numéricas se muestra que, cuando grandes ciclones interactúan con la CL, ésta pierde masa, momento y energía, cediéndolos al ciclón o mediante la formación de pequeños anticiclones que se mueven a lo largo del talud de la plataforma occidental de Florida. Los resultados de simulaciones numéricas también muestran que la pérdida de masa de la Corriente del Lazo hacia los remolinos frontales retrasa su penetración hacia el norte y la formación del siguiente gran anticiclón.

OCE-8

CIRCULACIÓN Y SURGENCIA EN LA PLATAFORMA OESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Rodríguez Sobreya Ranulfo¹, Zavala Hidalgo Jorge² y Gallegos García Artemio¹

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ranulfo@mar.icmyl.unam.mx

Se analizan 8 años de temperatura superficial del mar (TSM), distintos productos de viento y resultados de una simulación numérica para identificar regiones y periodos de surgencia en la plataforma oeste del Golfo de México. En escala estacional, se encuentra que en las plataformas de Tamaulipas y Veracruz se desarrollan vientos favorables al desarrollo de surgencias de abril a agosto, cuando dominan los vientos del sursureste. En la plataforma de Tamaulipas, la surgencia de verano retrasa el máximo de TSM hasta el mes de septiembre mientras que en la mayor parte del Golfo se alcanza en agosto. Esta diferencia está asociada con el cambio de dirección de la corriente a lo largo de la costa que tiene lugar en septiembre y con el final de las condiciones de viento favorables a surgencia. Durante el invierno, existe un frente térmico a lo largo de la plataforma de Tamaulipas que es producido por advección de agua fría proveniente de la plataforma de Texas y Louisiana y no por surgencia. En el extremo sur de la Bahía de Campeche, las condiciones de verano

favorecen el desarrollo de surgencia, la cual se detecta en las imágenes de TSM. En el este del Banco de Campeche se observa una surgencia persistente debida a vientos que la favorecen.

OCE-9

VARIABILIDAD HIDROGRÁFICAS EN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S., MÉXICO

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹ y Gaviño Rodríguez Juan H.²

¹ CICIMAR, IPN

² Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
mniebla@ipn.mx

Bahía Concepción está localizada a pocos minutos al sur de Mulegé, B.C.S. Hermosas playas arenosas se pueden encontrar en ambas costas. Son un paraíso tropical, con todo e islas desiertas frente a las costas. Se caracteriza por ser un cuerpo de aguas someras con un canal de 30 m de profundidad localizado en la porción noroeste. Es una región con una importante perspectiva turística y pesquera, lo que representa un importante capital ecológico para el desarrollo económico del Estado de B.C.S. En este contexto, la conservación de los ecosistemas queda eslabonada con el principio del desarrollo sustentable.

Con el objetivo de determinar la variabilidad hidrográfica en Bahía Concepción, B.C.S., se analizan datos obtenidos con CTD durante primavera, verano, otoño e invierno, a bordo de la embarcación tipo yate CICIMAR XV.

Los resultados muestran la bahía completamente homogénea durante invierno, producto de los vientos del nor-noroeste y la marea en la región. El proceso de estratificación se inicia en primavera y continua hasta alcanzar su máximo a fines de verano, originado por la fuerte radiación y las frecuentes calmas en la zona. Durante otoño se genera el proceso de mezcla de la columna de agua, el cual culmina durante invierno creando condiciones uniformes de las variables hidrológicas en la bahía.

La distribución de temperatura, salinidad y densidad difieren espacial y estacionalmente, lo cual es producto de la radiación solar, vientos locales, configuración de la bahía y la influencia del Golfo de California.

OCE-10

SOBRE EL MODO FUNDAMENTAL DE RESONANCIA LIBRE EN EL PUERTO INTERIOR DE MANZANILLO, COLIMA

Gaviño Rodríguez Juan H., Galicia Pérez Marco Antonio y Olivos Ortiz Aramis

Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
gavinho@ucol.mx

Se aplican dos métodos para obtener los modos de oscilación libres de una cuenca marina, en nuestro caso el Puerto Interior de Manzanillo que se discretizó en una malla de 50m x. 50m En el 1.) utilizando un modelo hidrodinámico barotrópico, se excita por un cierto tiempo la superficie libre con vientos de diferentes periodos y direcciones, después de lo cual, se le permite al sistema oscilar libremente, se almacena la información temporal de ciertos puntos, a

la cual se le realiza un análisis de Fourier, los picos espectrales encontrados se asocian a los frecuencias de resonancia. En el 2.) se utiliza el método de Lanczos con el operador hidrodinámico barotrópico sin fricción, con el que se genera una matriz tridiagonal cuyos eigenvalores corresponden a las frecuencias de resonancia buscadas.

Algunos registros del nivel del mar de la estación mareográfica de la NOAA en Manzanillo se analizaron respecto a seiches y se encontró que el periodo fundamental de oscilación es de alrededor de 33min. Este valor concuerda con el calculado con los dos métodos arriba descritos.

OCE-11

CIRCULACIÓN GEOSTROFICA EN EL LITORAL DE COLIMA DURANTE EL 2002

Galicia Pérez Marco Antonio, Gaviño Rodríguez Juan H. y
Olivos Ortiz Aramis
Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad
de Colima
galicia@cgic.ucol.mx

Se presentan las condiciones hidrológicas estacionales en el litoral del estado de Colima. Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos con un CTD SEA BIRD SBE19Plus. Las mediciones fueron realizadas en febrero, mayo, agosto y noviembre del 2002 a bordo de los barcos "Altair" y "Humbolt" de la Armada de México. Los resultados muestran que la velocidad y dirección de la corriente geostrofica varía estacionalmente. Esto es, en invierno y verano se presentan flujos con dirección hacia fuera de la costa, frente a la bahía de Manzanillo, alcanzando velocidades máximas de 57 cm/s. En primavera y otoño este flujo se invierte con dirección hacia la costa y con velocidad máxima de 45 cm/s. También en otras regiones se presentan inversiones de flujos, por ejemplo entre Armería y Boca de Apiza. Tal patrón de circulación posiblemente esta relacionada con la presencia de un cañón submarino ubicado en la desembocadura del Río Armería. Por otra parte, se observó que el comportamiento horizontal de la temperatura y la salinidad difiere entre las estaciones costeras y oceánicas en 5°C y 1.9 ups respectivamente.

OCE-12

LA ESTRUCTURA DE LOS CAMPOS HIDROFÍSICOS EN LA PRESENCIA DE ONDAS INTERNAS EN LA BAHÍA DE BANDERAS, MEXICO

Filonov Anatoliy¹, Plata Rosas Luis², Tereshchenko Irina¹,
Monzón César¹, Ávalos Cueva David³ y Kelly Liza⁴

¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara

² Posgrado en Oceanografía Costera, UABC

³ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁴ Posgrado en Desarrollo Sustentable, Universidad de Guadalajara
afilonov@ccip.udg.mx

Se describen las características de las ondas internas en la Bahía de Banderas a partir de lances de CTD ondulante de un levantamiento oceanográfico rápido llevado a cabo el 24 y 25 de noviembre de 2001. Es elaborado un mapa que muestra la zona de generación de ondas internas en el interior de la bahía a partir de la teoría de ondas internas, que indica que las zonas de generación son función sólo de la pendiente del fondo, alfa, y de la estratificación de la densidad del agua, que a su vez determina la pendiente del rayo característico,

gama, donde se considera un valor crítico. Las fluctuaciones de las características hidrofísicas de la plataforma continental causadas por las ondas internas son suavizadas mediante un filtro cuyos parámetros se determinan por la forma de la función de correlación espacial de las pulsaciones del campo de la característica analizada. Se presentan los campos de temperatura y de velocidad geostrofica, una vez filtradas las ondas internas, para diferentes profundidades. Se discuten los resultados de mediciones instrumentales de fluctuaciones de temperatura con tres termógrafos, ubicados en dos anclajes perpendicularmente a la costa en la parte este de la Bahía. Estos se comparan con los resultados obtenidos con ayuda de la teoría de ondas internas lineales y no lineales.

OCE-13

SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL LAGO DE CHAPALA Y LA LAGUNA DE CAJITITLAN, JALISCO, MÉXICO

Avalos Cueva David¹, Filonov Anatoliy², Tereshchenko Irina² y
Monzón César²

¹ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² Depto. de Física, Universidad de Guadalajara
avalos@ccip.udg.mx

El propósito de este trabajo es contribuir al conocimiento de los lagos de alta montaña en América Latina, con el objetivo de proporcionar información sobre la cual puedan generarse futuras estrategias de recuperación ecológica. Se presentan los resultados obtenidos de un análisis sobre los factores hidrometeorológicos que afectan el vaso del Lago de Chapala y a la Laguna de Cajititlán, Jalisco, esta última, ubicada a 10 km al norte del lago. Se usaron técnicas de mediciones directas en el campo, resultadas de simulaciones numéricas de un modelo lineal para aguas someras y análisis espectral. Mediante el uso de datos tanto históricos como actuales sobre el régimen hidrometeorológico del Lago de Chapala y la Laguna de Cajititlán, trataremos de responder a las siguientes preguntas: ¿qué es lo que sucede con el nivel del Lago de Chapala y de la Laguna de Cajititlán?, ¿por qué éstas han disminuido en los últimos años?, y ¿qué les esperan en un futuro a corto plazo?

OCE-14

VARIABILIDAD ESTACIONAL DEL CAMPO TERMOHALINO EN EL SISTEMA LAGUNAR BAHIA MAGDALENA-ALMEJAS, B.C.S.

Zaitsev Oleg¹, Sanchez Montante Orzo¹ y Gallegos Garcia
Artemio²

¹ CICIMAR, IPN

² ICMYL, UNAM
ozaytsev@ipn.mx

A partir del análisis de los datos históricos sobre la temperatura superficial del mar (SST), obtenidos en el periodo de 1996 a 2001, los campos promedio mensual de SST, que resultan del tratamiento de las imágenes AVHRR-NOAA en 1996-2000, y de los datos del CTD en una red de 40 estaciones, obtenidos durante 5 campañas oceanográficas (Abril, 2000, Febrero, Noviembre 2001, Mayo 2002 y Marzo 2003), se describe la estructura termohalina en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (BM-BA) y sus variaciones temporales.

El análisis de los datos históricos y los de satélite indica un ciclo anual bien marcado, con un valor promedio sobre todo el sistema BM-BA de $20.7 \pm 3.28^\circ\text{C}$. El valor mínimo medio se alcanza en el mes de Abril ($16.8 \pm 1.69^\circ\text{C}$) y el máximo en el de Agosto ($25.7 \pm 0.97^\circ\text{C}$). Las diferencias medias entre cada mes, $\Delta\text{SST} = \text{SST}(t+1) - \text{SST}(t)$ donde t es el tiempo en meses, indican que el mayor calentamiento se presenta durante el mes de Junio (hasta 4.0°C) y el mayor enfriamiento se presenta durante los meses de Noviembre y Diciembre.

Segmentando una región adyacente del Pacífico se encontraron en promedio las diferencias mínimas con el ciclo anual en el interior del sistema. Sin embargo, subdividiendo el interior del sistema a las zonas someras y profundas, se encuentran diferencias marcadas en la SST entre ellas. Esta diferenciación permitió obtener una correlación positiva entre la SST en la zona adyacente durante las surgencias y la SST en la zona profunda del complejo.

Los datos del CTD muestran que no obstante que el sistema lagunar es bien mezclada verticalmente, se presentan estratificaciones en las regiones de los canales y en la zona profunda de BM (>20m de profundidad). El ascenso de las isoterms hacia la costa, encontradas en la zona adyacente, confirma la ocurrencia de surgencias en los meses de primavera y verano.

OCE-15

FORZAMIENTO OCEÁNICO AL COMPLEJO LAGUNAR MAGDALENA-ALMEJAS, B.C.S.

Zaitsev Oleg¹, Sanchez Montante Orzo¹ y Robinson Mendoza Carlos²

¹ CICIMAR, IPN

² ICMYL, UNAM
ozaytsev@ipn.mx

El sistema lagunar Magdalena-Almejas esta formada por dos bahías semicerradas y relativamente someras. Cada bahía se conecta con el Océano Pacífico Norte a través de las bocas. En Bahía Magdalena la boca tiene una profundidad promedio de 35 m y un ancho aproximado de 5 km, mientras que en la boca de la Bahía Almejas las profundidades no exceden los 5 m. Uno de los procesos claves que modula la circulación y distribución de masa en el interior del sistema lagunar es la interacción dinámica a través de sus bocas, la cual está principalmente forzada por la acción de la marea y, en menor grado, por el oleaje asociado al viento local de brisas.

A fin de evaluar este proceso de intercambio, se realizaron mediciones en cuatro campañas durante los años de 2000 a 2003. En éstas fueron instalados en la boca de Bahía Magdalena corrientímetros "InterOcean" S4 con los sensores adicionales de presión, temperatura y conductividad, además se realizaron mediciones de corrientes con un ADCP Sontek. Estos datos fueron completados con las mediciones continuas de ADCP a lo largo de la boca, obtenidas durante el crucero del B/O "El Puma" en Marzo del 2003.

Las diferentes series de las variaciones de nivel del mar muestran que el rango de marea varía de 0.6 m, en la fase de cuadratura, a 2.2 m en la de sicigia. Las corrientes máximas de marea en la boca alcanzan 1 m/s en la fase de sicigia. Durante los instantes de flujo y reflujo, las corrientes en la boca están dirigidas en una misma dirección sin presencia de contracorrientes de fondo. La mayor intensidad del transporte de volumen se concentra de manera muy homogénea en la capa superior de 10 m de profundidad y en toda la

columna de agua en la parte sureste del transecto, donde las profundidades exceden los 35 m. El gradiente de la temperatura superficial de casi 2°C , establecido entre los extremos de la sección, fue inversamente correlacionado con la profundidad. Este resultado sugiere que en las profundidades mayores encima del fondo irregular las corrientes intensas de marea producen una mayor mezcla vertical generando un descenso de la temperatura superficial.

OCE-16

MODELACION NUMERICA DE LA CIRCULACION EN EL SISTEMA LAGUNAR BAHIA MAGDALENA-BAHIA ALMEJAS, B.C.S.

Sanchez Montante Orzo y Zaitsev Oleg
CICIMAR, IPN
orzosam@yahoo.com

La circulación en el interior del sistema lagunar Magdalena-Almejas fue simulada a partir de la implementación del modelo numérico de la circulación oceánica costera ECOM-3D. El modelo fue calibrado con base en las mediciones de las variables hidrográficas obtenidas durante las campañas de experimentación oceanográfica realizadas por el CICIMAR en el periodo 2000-2003. Con el fin de analizar la respuesta de la circulación fue realizada una serie de experimentos numéricos variando los distintos forzamientos en las bocas del sistema: marea, viento y diferencias en densidad, cuantificando en cada caso el transporte de volumen asociado a través de las bocas.

Los resultados indican que uno de los principales forzantes de la circulación es la acción de la marea. El forzamiento aplicado en la boca de Bahía Almejas se amortigua rápidamente por la escasa profundidad sobre la que se propaga la onda de marea. La circulación forzada por la marea induce un sistema de corrientes reversivas, en la boca BM la intensidad de la corriente promedio en la vertical alcanza 0.60 m/s con una amplitud de marea hasta 1.2 m durante la marea viva. Asociado a éstas corrientes de marea se calculó un volumen total medio de 0.7 km³ transportado durante una fase de flujo o reflujo de la marea a través de la boca de Bahía Magdalena. Con la base en los flujos calculados a través de los canales de interconexión del sistema lagunar se calculó un tiempo de residencia de 15 ciclos de la marea en la fase de cuadratura y 12 durante la de sicigia.

Un retraso del máximo de la amplitud de marea entre la boca y los canales Gaviotas y San Carlos alcanza 1 hr en las componentes semidiurnas y 20 minutos en las componentes diurnas. Una diferencia de amplitud bien marcada se presenta en el Canal de Gaviotas, aproximadamente 0.20 m en las diurnas y 0.05 m en las semidiurnas.

El patrón de la circulación generada por el forzamiento del viento tiene una dirección rotacional anticiclónica en los casos de forzamientos con un viento constante proveniente del Norte y del Oeste y ciclónica para los de un viento constante proveniente del Sur y del Este. En este patrón de la circulación se presentó una inclinación de nivel a la dirección del viento. No obstante, la altura de la superficie libre del mar forzado por el viento es mucho menor que la que resulta por el forzamiento de marea. La intensidad de las corrientes dirigidas por el viento de 5 m/s fue menor que las forzadas por la marea. En el caso de un viento esporádico extremo con intensidades hasta 15 m/s, las corrientes resultantes alcanzan 1/3 de las intensidades máximas promedio generadas por la marea.

OCE-17

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS TÉRMINOS DE LA ECUACIÓN DE MOVIMIENTO PARA LAS CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA ZONA COSTERA ENTRE EEUU Y MÉXICO

Hernández Walls Rafael y Rojas Mayoral Evaristo Manuel
UABC
rwalls@uabc.mx

Usando información de las corrientes superficiales obtenidas con el sistema de radares HF, instalados en la zona fronteriza entre EEUU y México, se calcula la importancia relativa (en porcentaje) de los términos de las ecuaciones de movimiento con el objetivo de simplificar dichas ecuaciones usando sólo los términos más importantes. Esto es posible gracias a que el sistema de radares HF permite obtener el campo espacial de velocidades obtenidos cada media hora.

OCE-18

VARIABILIDAD ESTACIONAL Y ESPACIAL DE CD, CU, AG Y PB EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

Lares Reyes M.L.
CICESE
llares@cicese.mx

Se estudió la variabilidad estacional de los metales traza Cd, Cu, Ag y Pb en la Bahía de Todos Santos por medio del análisis de estos elementos en agua de mar y organismos indicadores. Las muestras fueron recolectadas en nueve puntos costeros de la bahía en verano y otoño de 2001 e invierno y primavera de 2002. La bioacumulación de dichos metales, por dos especies de mejillón (*Mytilus californianus* y *Mytilus galloprovincialis*), fue estudiada por medio del análisis de diferentes tejidos (aparato digestivo, branquias, pie, borde del manto) tanto en organismos nativos como transplantados. Los trasplantes se realizaron a tres lugares de los cuales se hipotetiza que tienen diferentes niveles de metales: 1) zona de cultivo de *M. galloprovincialis* - lugar considerado limpio, 2) marina del hotel Coral - considerado medianamente contaminado y, 3) la rada del puerto de Ensenada - considerado altamente contaminado. Los mejillones transplantados fueron muestreados después de 1, 3 y 6 meses de efectuado el trasplante. Con el fin de conocer la capacidad de acumulación, los diferentes tejidos fueron analizados y su concentración comparada con las concentraciones de los metales en el agua de mar. La capacidad de respuesta a las concentraciones del medio, de las dos especies de mejillón, es también comparada.

OCE-19

DYNAMICS OF INTERNAL WAVES GENERATED BY MOUNTAIN BREEZE IN ALCHICHICA, A DEEP VOLCANIC LAKE IN MEXICO

Filonov Anatoliy¹, Konyaev Konstantin², Alcocer Duran Javier³ y Tereshchenko Irina¹

¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara

² N.N. Andreyev Acoustics Institute, Moscow, Russia

³ Laboratorio de Limnología, FES, Iztacala, UNAM
afilonov@ccip.udg.mx

In this work the results of experimental measurements in Lake Alchichica (Mexico) which has a volcanic origin, a circular basin with a 1.8 km diameter and a 60 m depth are discussed. In the top layer there is a large daily temperature flux with gradual accumulation of heat and formation of a thermocline. Wind action on the lake creates diurnal internal waves of a horizontal mode with large amplitude. The daily waves effectively rock the semidiurnal ones, whose frequency is close to the resonant frequency of the basin. The internal waves partially collapse especially near the slopes of the shores in the area of the thermocline and near the bottom, supporting baroclinic circulation and providing mixing of the water column.

OCE-20

UNA NUEVA FORMULACIÓN PARA EL ROMPIMIENTO DEL OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS EN MODELOS DE TERCERA GENERACIÓN

Padilla Hernandez Roberto¹, Meza Conde Eustorgio² y Perrie William³

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas

² CICATA, IPN

³ Bedford Institute of Oceanography, Halifax, Canada
robepa0@hotmail.com

En aguas profundas el rompimiento del oleaje es el factor más importante de disipación de su energía, sin embargo, es quizá el mecanismo menos entendido de entre los que generan, transforman y disipan las olas. Datos sobre el rompimiento en aguas profundas del oleaje (conocido también como rompimiento por saturación de energía) en situaciones reales, son muy escasos. A pesar de que se carece de una teoría de la dinámica del rompimiento por saturación, se ha progresado por medio de la solución numérica de modelos teóricos. En este trabajo de investigación la reciente formulación de Meza et al (2002), ha sido incorporada a los modelos numéricos WAM y SWAN. Dicha formulación fue obtenida a partir de experimentos en laboratorio. El objetivo es probar la nueva formulación en situaciones reales. Se presentarán comparaciones de los resultados de los modelos usando las formulaciones del rompimiento del oleaje de Meza (2002), Janssen (1991) y Hasselmann (1974), y comparaciones contra mediciones in situ, hechos por un perfilador acústico y una boya direccional.

OCE-21

ANÁLISIS DE DISTINTAS TEORIAS DEL OLEAJECardoso Landa Guillermo¹ y Fuentes Mariles Oscar Arturo²¹ Instituto Tecnológico de Chilpancingo² Instituto de Ingeniería, UNAM
gclanda@prodigy.net.mx

Se desarrollaron cuatro programas de computo que permiten calcular las características físicas del oleaje: longitud de la ola, perfil de la superficie libre, celeridad, presión debajo de la superficie libre, periodo, velocidades orbitales horizontal y vertical de las partículas, aceleraciones orbitales horizontal y vertical, desplazamientos horizontal y vertical, energía y potencia, utilizando las teorías lineal, de segundo orden de Stokes, de tercer orden de Stokes y cnoidal de Keulegan y Patterson, empleando el lenguaje de programación turbo-pascal. Para la teoría lineal se desarrolló el programa llamado P-1, que calcula la longitud de la ola aplicando el método de Newton Raphson y posteriormente determina trece características físicas del oleaje. El programa P-2 se implementó para calcular las once características del oleaje de acuerdo a las expresiones propuestas por la teoría de segundo orden de Stokes. De manera similar se desarrolló el programa P-3 que permite determinar directamente los nueve elementos de la teoría de tercer orden de Stokes, expresadas mediante funciones hiperbólicas. Finalmente se implementó el programa P-4 para calcular rápidamente las nueve características físicas del oleaje, cuyas ecuaciones se presentan a través de funciones elípticas jacobianas, teniendo que deducirse una expresión que relacionara directamente las integrales elípticas completas de primera y segunda clase con su módulo.

Los resultados obtenidos con estos programas se comparan para las cuatro teorías analizadas con resultados de mediciones efectuadas en el tanque de olas Tetra Tech por Le Mehaute, Divoky y Lin para olas con periodos de 1 a 12 segundos y relaciones d/T^2 con valores entre 0.05 ft/s² y 0.8 ft/s²; así mismo se valida la región de aplicación propuesta por Littman para la teoría cnoidal.

OCE-22

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA ALTURA DEL OLEAJE DENTRO DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Martínez Díaz de León Asdrubal, Lizarraga Arciniega Roman y Blanco Betancourt Rafael

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
asdrubal@uabc.mx

En los últimos cinco años la industria del turismo ha tenido una explosión a lo largo de la costa oeste de Baja California. Como consecuencia de este crecimiento se han venido construyendo nuevos y más costosos desarrollos turísticos en esta región. Esto ha venido a hacer más evidente aún la importancia que tiene el poder conocer las características locales del oleaje, aún por periodos cortos de tiempo, sobre todo cuando series de tiempo cortas de las características del oleaje pueden ser utilizadas para mostrar que información remota de oleaje que se propaga en aguas profundas puede ser extrapolada de una manera aceptable para representar las características locales del oleaje.

En este trabajo se analiza información de oleaje medida en cuatro localidades a lo largo de la costa de la Bahía de Todos Santos, Baja California, durante el invierno 2001-2002 para documentar las características del oleaje y su variabilidad espacial dentro de la Bahía. La información analizada es utilizada también para investigar la posibilidad de extrapolar información de oleaje de aguas profundas al interior de la Bahía.

Los resultados muestran una marcada variabilidad espacial del oleaje dentro de la Bahía, donde en algunos lugares la altura del oleaje puede ser hasta 2.5 veces más alta que en el resto de los lugares considerados. Se muestra que esta variabilidad espacial es inducida principalmente por la combinación de los efectos de someramiento, la convergencia de energía, inducida por la refracción del oleaje al entrar a la bahía y el efecto de sombreado inducido por la presencia de las islas de Todos Santos. Un análisis de regresión entre las alturas del oleaje dentro de la Bahía y las del oleaje medido en una estación de aguas profundas frente a la costa de California muestra que el oleaje es altamente coherente en ambas regiones, lo que establece la oportunidad de reconstruir las características del oleaje dentro de la Bahía de Todos Santos a partir de las mediciones de oleaje que se han realizado por más de dos décadas ya a lo largo de la costa de California.

OCE-23 CARTEL

SOBRE EL ESPECTRO DE LAS ONDAS INTERNAS NOLINEALES EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL PACÍFICO MEXICANOFilonov Anatoliy¹ y Vadim Novotriysov²¹ Depto. de Física, Universidad de Guadalajara² V.I. Ichev Pacific Oceanological Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
afilonov@ccip.udg.mx

En este trabajo se presenta el modelo espectral analítico de las ondas internas gravitacionales no lineales para un mar somero con una inclinación del fondo muy suave. El modelo fue desarrollado en base a la ecuación de Burgers modificada. Se muestra que en el producto de interacción en el campo de oleajes se forman los overtone de la frecuencia básica y una asintótica de disminución de energía como "omega-3". Se discute la comparación de los resultados de la teoría con resultados de mediciones del espectro de las ondas de la marea interna en la costa del Pacífico Mexicano, cerca de Barra de Navidad. Se muestra que el modelo espectral propuesto describe adecuadamente las peculiaridades del espectro de las ondas de marea interna, medidas en la plataforma continental.

Sesión

Paleontología

Viernes 5

Salón Mariposas 1

PALEO-1

A NEW FISH ASSEMBLAGE FROM UPPER CRETACEOUS MUZQUIZ

Piñón Alberto Blanco¹, Alvarado Ortega Jesús² y Porras Múzquiz Héctor G.³

¹ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH

² Instituto de Geología, UNAM

³ Museo Histórico de Múzquiz
blanco@uaeh.reduaeh.mx

In Mexico, several fish-assemblage are well known from some Cretaceous localities. The best known locality is represented by the lithographic limestone of Tepexi de Rodríguez, state of Puebla, where about 5000 fish specimens have been collected from the Middle Member of Tlayúa Formation of Albian age. In Northeastern Mexico, the most studied fossiliferous sediments are represented by the Lower Turonian pinkish platy marlstone of the Valcillo Member (Agua Nueva Formation), at Vallecillo, state of Nuevo León. At this locality, about 400 fish specimens belonging to different taxa have been collected since 1996.

Recently, a new fossiliferous locality from northeastern Mexico is reported from the vicinity of Muzquiz, northern Coahuila. Approximately 130 Km northwest Muzquiz, a series of commercial quarries exhibits a sequence of laminated limestones and fissile platy marlstone corresponding to the Austin

Group (Coniacian-Campanian). At this locality, the lithologic unit is characterized by bearing extraordinary well preserved fauna. Special interest

is the recently discovering of Muzquizopteron is this fossiliferous outcrops that mainly bear teleostean fishes and several invertebrates, such as ammonites, bivalves and crustaceans.

In Múzquiz, the fossil fishes from now identified belong to the families Dercetidae, Pachyrhizodontidae, Ichthyodectidae, Ionoscopidae, and Enchodontidae, but some other still are under identification process.

Hybodontid shark teeth of the genus *Ptychodus* are also present in his locality.

The occurrence of these fish groups at Muzquiz is notable because some specimens seem to represent new species and some others represent the first record of several groups for Coniacian and Campanian sediments of Mexico. These new data allows us to perform some lithological and paleoenvironmental comparisons with other Cretaceous localities from Mexico and the world,

in order to understand the distribution pattern of the reported taxa within the Mexican Proto-Atlantic and eastern Tethys during the Late Cretaceous.

PALEO-2

NEW EARLY CRETACEOUS FAUNAL ASSEMBLAGES IN ROCKS OF THE TELOLOAPAN SUBTERRANE

Pantoja Alor Jerjes y Gómez Caballero Arturo
Instituto de Geología, UNAM
jerjes@servidor.unam.mx

The Lower and Upper Cretaceous rocks and their faunal assemblages of the Guerrero terrane have been the subject of important biostratigraphic and geologic investigations in recent times. The stratigraphy and faunal assemblages of the Zihuatanejo, Huetamo and Teloloapan subterrane have many geologic characteristics in common. The lithostratigraphic units range in time from Late Jurassic to Late Cretaceous in these three tectonostratigraphic subterrane.

The eastern part of the Guerrero terrane (Tejupilco and Teloloapan regions) contains two tectonically juxtaposed metavolcanic-sedimentary sequences with island-arc affinities. The lower, the Tejupilco Metamorphic Suite (Late Triassic-Early Jurassic) is intensely deformed to the greenschist facies of metamorphism. The upper, the Arcelia-Palmar Chico Group (Late Jurassic-Late Cretaceous) is mildly to moderate deformed into the prehnite-pumpellyite facies of metamorphism, as described by Elías-Herrera and coworkers in the year 2000.

Paleontological research by the first author was carried out in the recrystallized limestone of the Taxco Viejo Greenstone that crops out at the small village of Alpíxafia, located few kilometers west of Teloloapan city. That study has conducted to the identification of the following rudist fauna: *Amphitriscoelus* sp., *Caprina* sp., *Huetamia* sp., and *Monopleura* sp., as well as coral fauna. No formal publication has been made previously about the fauna of the recrystallized limestone fauna of the Taxco Viejo Greenstone. This is the first time that conclusive evidence is found on the late Barremian-early Aptian age of this olistostromic limestone. Twenty thin sections of the Alpíxafia limestone were studied by Mariano Elías-Herrera, who recognized that the original micritic calcite is now recrystallized into rhombohedral crystals, and found minerals of the prehnite-pumpellyite metamorphic facies filling some microscopic fractures.

Faunal assemblages, mainly rudists and ammonites of the Huetamo subterrane are well documented in several national and international publications, and consequently the stratigraphy is well established. The same fossil assemblages of the Huetamo subterrane have been observed in the Zihuatanejo subterrane and will be object of future publications. Ammonites of the Teloloapan subterrane (Arcelia-Palmar Chico Group) have been mentioned in some publications; however, in Campo Morado and Ixtapan de la Sal, several fossils of Early Cretaceous age have been found. It has been demonstrated that rudist and ammonite assemblages and the representative volcanic events of the Colima-Jalisco region are equivalent to those in the Huetamo subterrane.

Uncertainties about the geology of the southern parts of the Guerrero terrane includes: (A) lack of biostratigraphic studies of the metamorphic sequences and lack of correlation with rocks of other subterrane; (B) lack of detail mapping and formal definition of metamorphic units; (C) the paucity of detailed studies covering critical areas; and (D) a total divergence among biostratigraphy, tectonics, and depositional environments.

PALEO-3

REPORTE PRELIMINAR DE LOS EQUINOIDEOS FÓSILES DE LA FORMACIÓN OCOZOCUAUTLA (MAASTRICHTIANO), DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO

Nieto López Itzia Eréndira¹, García Barrera Pedro¹ y Martínez Hernández Enrique²

¹ Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM
nlie@minervaux2.fcencias.unam.mx

El estado de Chiapas, al contar con una gran riqueza fosilífera, ha aportado en años recientes una gran cantidad de especies fósiles tanto de plantas como animales; tal es el caso de los invertebrados marinos, donde los equinoideos cretácicos se encuentran en gran abundancia y diversidad. Aunque ya anteriormente se habían descrito varias especies para la Formación Ocozocuatla, se han encontrado actualmente nuevos géneros como *Orthopsis* sp., *Salenia* sp., *Goniopigus* sp., *Neotlingaster* sp., *Gomphechinus* sp., *Lanieria* sp., *Petalobrissus* sp., *Gitolampas tripolinatus* y *Heteraster* sp. Estas especies se registran por primera vez para el estado de Chiapas y también para México. Además las especies descritas, han permitido establecer una similitud faunística con la parte caribeña, además de Europa y una gran parte de Asia.

Se trata de hacer un análisis tafonómico que permita determinar como es que estos ejemplares fueron enterrados y preservados en el registro fósil de esta Formación, ya que la preservación que presentan la mayoría es casi perfecta. Estos equinoideos no han sido colectados de forma aislada, se han encontrado junto con otros tipo de organismos como, rudistas, braquiópodos, corales, gasterópodos, entre otros mas; por lo que se esta tratando de establecer las relaciones ecológicas que existía en esta asociación. Aunado a esto, en las localidades donde fueron recolectados los ejemplares, se tomaron muestras de roca para revisar otros aspectos, por ejemplo, se realizó un análisis polínico para investigar con mas de detalle datos sobre el ambiente de depósito. Como resultado de este, se encontraron principalmente acritarcas y *Classopollis*, los cuales indican que las capas donde fueron encontrados los equinodermos, se depositaron en un ambiente marino muy cercano a la línea de costa. Aunado a esto se pudo corroborar y confirmar la edad propuesta para la Formación Ocozocuatla como del Maastrichtiano temprano.

PALEO-4

NUEVA LOCALIDAD FOSILIFERA EN EL CENTRO DE MÉXICO, LA CINTA, MICHOACÁN, MEXICO

García Zepeda María Luisa¹, Rook Lorenzo² y Garduño Monroy Victor Hugo³

¹ Facultad de Biología, UMSNH

² Depto. de Ciencias de la Tierra, Universidad de los Estudios de Firenze, Italia

³ Depto. de Geología y Mineralogía, IIM, UMSNH
gzepeda@zeus.umich.mx

El presente trabajo forma parte de un estudio estratigráfico y paleontológico de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.

El yacimiento fosilífero fue localizado debido a la construcción de un canal de riego, denominado La Cinta que comunica el Lago de Cuitzeo con la laguna de Yuriria, Guanajuato; La obra hidráulica se localiza al norte del Lago de Cuitzeo y por ende al Norte del Estado

de Michoacán a una altitud de 1829 msnm, formando parte de las zona Lacustre del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano del centro de la República Mexicana.

La mayoría de los estudios paleontológicos de Mamíferos del centro de México se han realizado en la porción comprendida entre 19° y 23° de altitud, en las cuales se han encontrado las asociaciones faunísticas del Mioceno y Plioceno más importantes de México. La mayoría de los fósiles pertenecen a taxa de origen Norteamericano como: *Osteoborus*, *Agriotherium*, *Pseudaelurus*, *Machairodus*, *Teleoceras*, *Astrohippus*, *Dinohippus*, *Neohipparion* etc. Aunque se encuentran documentados algunos géneros de origen Sudamericana como: *Paramylodon*, *Holmesina*, *Pampatherium*, *Glyptotherium*, *Neochoerus* y *Agriotherium* (Miller y Carranza-Castañeda, 2001).

Por los restos fósiles de mamíferos encontrados en la zona sur de la Cuenca del Lago de Cuitzeo (La Goleta y Charo), muchos autores: Arellano y Azcón (1949), Repening (1962), Howard (1965), Carranza (1976) y Ferrusquía-Villafranca (1978) consideran la asociación faunística indicativa del Plioceno medio (Blancano).

En el Rancho la Goleta y Charo, se encuentra una mastofauna compuesta de roedores, lagomorphos, Artiodáctilos, perisodáctilos y proboscídeos. Dentro de este conjunto faunístico destaca la presencia de: *Equus* (*Dolichohippus*) *simplicidens*, considerado índice estratigráfico del Blancano, Skinner (1972); Lindsay (1984 b); *Rhynchotherium falconeri* Osborn, 1923 in Carranza-Castañeda, 1976); *Mammuthus* y *Equus* c.f. *conversidens*, considerados indicadores estratigráficos del Pleistoceno (Carranza-Castañeda, 1992).

La fauna fósil para la zona sur de la Cuenca del Lago de Cuitzeo (Charo y la Goleta) se encuentra en una secuencia estratigráfica fluvio-lacustre de una edad Mioceno-Pleistoceno; mientras que para el área de estudio los fósiles se encuentran en una secuencia estratigráfica fluvial (erosivo) subyacente y sobreyacida por arcillas (diatomita) de lago profundo; por la fauna que presenta se le asigno una edad Pleistoceno Tardío.

Las determinaciones taxonómicas son limitadas a nivel genérico y se reportan cuatro géneros, pertenecientes a cuatro familias de Mamíferos fósiles; las cuales se efectuaron con la bibliografía disponible y mediante la comparación directa con los fósiles conservados en la sección Geo-Paleontológica del Museo de Historia Natural de la Universidad de los estudios de Firenze, Italia; resultando los siguientes taxa: Elephantidae: *Mammuthus*; Equidae, *Equus*; Bovidae: *Bison*; Camelidae: *Camelops*?

PALEO-5 CARTEL

ASOCIACIÓN DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS DEL APTIANO TARDÍO DE LA FORMACIÓN CHAPULHUACÁN, HIDALGO, MÉXICO

Omaña Pulido Lourdes y Villaseñor Martínez Ana Bertha
Instituto de Geología, UNAM
lomanya@geologia.unam.mx

En el marco del proyecto sobre la bioestratigrafía y ecoestratigrafía del Jurásico Superior de centro-este de México (PAPIIT IN 103602), se realizó trabajo de prospección paleontológica en busca de rocas de la edad en cuestión. En una de las localidades seleccionadas (Cerro Boludo, Hidalgo) se realizó un

muestreo preliminar, el estudio micropaleontológico permitió reconocer una asociación de foraminíferos planctónicos más o menos abundante y bien preservada, con algunos radiolarios.

Los siguientes foraminíferos planctónicos han sido determinados: *Globigerinelloides algerianus*, *Globigerinelloides ferreolensis*, *Globigerinelloides barri*, *Globigerinelloides aptiensis*, *Globigerinelloides blowi*, *Pseudoplanulina cheniourensis*, *Hedbergella roblesae* y *Hedbergella occulta*. La asociación de foraminíferos planctónicos define la Zona de *Globigerinelloides algerianus* (Zona de Alcance Total del taxon nominal) del Aptiano Tardío.

Depósitos carbonatados del Cretácico afloran a lo largo de la Sierra Madre Oriental desde el norte de Veracruz hasta el Sur de Nuevo León. Según la información preexistente las rocas calcáreas del Cerro Boludo, Hidalgo, pertenecen a la Formación Chapulhuacán de edad Berriasiana-Aptiana. Con el estudio realizado se precisa que al menos una parte de la Fm. Chapulhuacán pertenece al Aptiano Superior.

Sobre la base del estudio de los foraminíferos planctónicos y la textura de la caliza se ha inferido que los sedimentos hemipelágicos de la Zona de *Globigerinelloides algerianus* fueron depositados en un ambiente de cuenca.

PALEO-6 CARTEL

ESTUDIO MICROPALEONTOLOGICO EN EL ARROYO COLORADO AL ESTE DE SANTA FE, FORMACIÓN TEPETATE, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Estrada Moreno Erik, Cortes Martínez Mara, Schwennicke Tobias y Segura Vernis Luis Rafael
UABCS
eme_acad@yahoo.com.mx

La Formación Tepetate de origen marino aflora ampliamente en la porción central de Baja California Sur. El espesor total es incierto debido al aislamiento de los afloramientos.

Diferentes autores han reportado edades de Maastrichiano a Eoceno Medio a lo largo de la formación y han sugerido ambientes que varían desde batiales hasta ambientes de plataforma, parcialmente para los mismos afloramientos. Lo que ocasiona que la información no se encuentra bien documentada.

El objetivo del presente estudio es, a partir de una columna litológica detallada en una localidad, estudiar los microfósiles de la misma para obtener datos sobre la edad y apoyar la interpretación del ambiente de depósito.

La localidad de estudio se ubica en el arroyo Colorado a 4 km al noreste del rancho Santa Fé. En la localidad se levantó una columna litoestratigráfica de aproximadamente 50 m de espesor. La secuencia aflorante está compuesta por fangolitas laminadas a bioturbadas. Estas rocas indican que temporalmente existía una deficiencia de oxígeno en el fondo marino. Además, en la parte superior de la columna se intercalan pocas capas de areniscas con espesores variados de 5 a 15 cm y una capa de biorudita compuesta por rodolitos, con espesor menor a 1 m.

Hasta el momento, sólo los primeros 27.1 m de la columna se han estudiado micropaleontológicamente. El estudio de los foraminíferos planctónicos no resultaron muy útiles para designar edades, debido a su estado de preservación y a su poca abundancia.

En cambio, las formas bentónicas como *Dyctyoconus* sp. y *Textulariella* sp. indican que estos sedimentos pertenecen a un ambiente de aguas profundas. En este contexto, las intercalaciones de arenisca y biorudita se interpretan como productos de flujos gravitacionales.

A diferencia de los foraminíferos, el nanoplancton calcáreo es abundante y bien preservado. Los géneros más comunes son *Toweius*, *Prinsius*, *Fasciculithus*, *Chiasmolithus*, *Cruciplacolithus* y *Sphenolithus*, siendo más abundantes los dos primeros. Las especies más importantes en la columna son *Heliolithus cantibrae* y *Neococolithes proteneus* (que se encuentra en toda la columna), ya que su primera aparición se da únicamente en la parte superior de NP5. La combinación de éstas especies con especies como *Fasciculithus billii* (restringida a la parte superior de NP5), *Fasciculithus jani* y *Fasciculithus ulii* (últimas apariciones en NP5) y a especies como *Chiasmolithus bidens*, *Fasciculithus tympaniformis* y *Sphenolithus primus* que están en toda la columna y representan especies que aparecieron en NP4 y base de NP5. Es por ello que se deduce que los primeros 27.1 m de la columna pertenecen a la zona NP5 en una edad de Paleoceno Tardío (Selandiano). La presencia de NP6 dentro de la localidad es incierta debido a que no existen aún especies convincentes que puedan favorecer su determinación en la localidad. Los datos bioestratigráficos obtenidos muestran, que los estratos en esta localidad son más antiguos que los de otras localidades cercanas en el mismo arroyo Colorado.

A estos nanofósiles se les considera como especies oportunistas las cuales sugieren condiciones oceánicas mesotróficas en temperaturas bajas.

PALEO-7 CARTEL

FAUNA DE INVERTEBRADOS DEL CRETÁCICO MEDIO DE HUAUCLILLA, OAXACA

Alencáster Ybarra Gloria, Hernández Rivera René y García Perea Filiberto
Instituto de Geología UNAM
gloalenc@geologia.unam.mx

Se estudia por primera vez la localidad fosilífera de Huauclilla, que se encuentra al SW del estado de Oaxaca. La unidad estratigráfica es el Miembro Ocotlán de la Formación Teposcolula, constituido por calizas masivas de color crema amarillento, intercaladas con conglomerados de caliza arrecifal. La riqueza y diversidad de la fauna es extraordinaria.

Dentro de los corales se encuentran los géneros

Dendrogyra, *Latimeandra*, *Thamnasteria*, *Parasmilia* y *Montlivaltia*. En la comunidad de los rudistas, predominan los caprínidos, con varias especies de *Coalcomana* y de *Caprinuloidea*, una especie nueva de *Planocaprina*, *Mexicaprina* sp. y *Guzyella* sp.

La fauna subordinada, que también es muy numerosa y diversa, está constituida por varios tipos de briozoarios, escasos ammonitas, gasterópodos. entre los que predominan los nerinoides, y equinoides (erizos de mar). La edad determinada por los rudistas es el Albiano inferior. La biocenosis se desarrolló en una plataforma carbonatada, cubierta por un mar somero de aguas claras, bien oxigenadas. La diversidad de la fauna es semejante a la del cuerpo arrecifal Ocotlán, aunque difiere en el tamaño de los ejemplares, que son más pequeños y mucho más numerosos en Huauclilla.

PALEO-8 CARTEL

**MICOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA EN VENEZUELA ORIENTAL:
EJEMPLO DE LA UTILIDAD DE MORFOESPECIES
FÚNGICAS FÓSILES EN LA DETERMINACIÓN DEL
MIOCENO Y SU POTENCIAL EN LA EXPLORACIÓN POR
HIDROCARBUROS**

Mata García Luis
Petróleos de Venezuela S.A.
pinguino@ziplip.com

La génesis de la paleopalínología en Venezuela tiene lugar en 1947 con el establecimiento de los primeros laboratorios en Caracas y Maracaibo, mostrando en más de 50 años gran utilidad en la exploración y en el estudio geológico durante la perforación de pozos, dilucidando marcos cronoestratigráficos y delimitando yacimientos. Los primeros especialistas en palínología estratigráfica aplicada a la industria petrolera venezolana fueron botánicos quienes elaboraron zonaciones e interpretaron paleoambientes, estableciendo las bases de estudios paleoecológicos posteriores; sin embargo, aparte del trabajo de Muller (1959) en el delta del Orinoco y el estudio de Elsik (1990) sobre nuevas morfoespecies en el pozo Cubagua-2, ha sido sumamente escasa la documentación sobre la utilidad de los hongos fósiles en la bioestratigrafía del país.

El estudio palinológico de muestras de rocas correspondientes a núcleo (3455' - 3708') del pozo PC-1 (ubicado en el nororiente de Venezuela) ratificó la utilidad de la herramienta para determinaciones cronoestratigráficas. Se observó diversidad de palinomorfos incluyendo morfoespecies fúngicas de los taxa: Fusiformisporites, Spirotremesporites, Involutisporonites, Staphloroporonites y Pluricellaesporites, además del género monotípico Elsikisporonites tubulatus, con base a lo cual se determina una edad perteneciente al período Mioceno Temprano/Mioceno Medio con paleoambiente de sedimentación equivalente a llanura costera. Se propone el uso potencial de *E. tubulatus* como un probable marcador del citado período.

Sesión

Sedimentología y Estratigrafía

Jueves 4

Salón Claustro 4

SED-1

ESTRATIGRAFÍA Y MICROFACIES DE LA FORMACIÓN LOS PICACHOS EN LA SIERRA DE LOS CHINOS EN LA PARTE ESTE CENTRAL DE SONORA

Santa María Díaz Alfredo¹ y Monreal Saavedra Rogelio²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Universidad de Sonora
santamaria@geociencias.unam.mx

La Sierra de los Chinos se localiza en la porción este central de Sonora, en donde afloran tres secuencias estratigráficas cuyas edades varían del Cretácico Inferior al Terciario. La primer secuencia del Cretácico Inferior la componen las Formaciones Agua Salada, Lampazos y Los Picachos; la segunda secuencia del Cretácico Superior está constituida por rocas volcanosedimentarias; mientras que la tercer secuencia se conforma por tres unidades terciarias (rocas volcánicas e intrusivas y la Formación Báucarit).

Las rocas del Cretácico Inferior están fuertemente plegadas y falladas, las estructuras mas sobresalientes son los anticlinales y sinclinales con orientaciones NW-SE, con vergencias tanto al noreste y suroeste, las fallas presentes en la zona estudiada, son fallas de tipo normal e inversas, las primeras delimitan contactos entre la Formación Lampazos con las rocas volcánicas, mientras que las segundas se manifiestan en el cabalgamiento de la Formación Los Picachos sobre la secuencia volcanosedimentaria.

La Formación Los Picachos en la Sierra de Los Chinos se estudió en el cerro El Álamo. La sección Álamo se separo en 5 unidades litológicas (A, B, C, D,E) tiene un espesor de 613.5m y está constituida por cinco paquetes litológicos (A-E), la presencia de rudistas dentro de los clastos del paquete B, así como del rudista *Coalcomana* sp. en la unidad B y de orbitolínidos y calciesferas (*Pithonella ovalis*) en la unidad D, nos permite asignarla al Albiano medio a superior. Las características texturales que presentan las calizas, así como su contenido faunístico indican que sus sedimentos se depositaron en un ambiente marino somero nerítico exterior con desarrollo local de bancos ooidales y de biohermas de rudistas.

El conglomerado de caliza localizado en la base de la Formación Los Picachos constituye un conglomerado intraformacional y es evidencia de reactivación tectónica de una plataforma somera continental que permitió la erosión de la secuencia estratigráfica (Formación Espinazo del Diablo) depositada anteriormente a está; esto es evidente cuando observamos que en la zona de Lampazos, ubicada a una decena de kilómetros al noroeste de la Sierra de Los Chinos, la base de la Formación los Picachos está constituida también por un paquete pequeño de conglomerados de caliza y se encuentra sobreyaciendo a la Formación Espinazo del Diablo; mientras que en la Sierra de Los Chinos, esta última no se observa, ya que la Formación Los Picachos sobreyace en discordancia a la Formación Lampazos, y los clastos calcáreos en el conglomerado de Los Picachos presentan gran similitud con las calizas de la Formación Espinazo del Diablo en Lampazos.

SED-2

CONTROL LITOLÓGICO DE LOS DEPOSITOS ALÓCTONOS EN UNA ZONA DE TRANSICIÓN PLATAFORMA-CUENCA

López Doncel Rubén y Rodríguez Hernández Edgard
Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
rlopez@uaslp.mx

Dentro de las secuencias alóctonas que se encuentran en la zona de transición "Plataforma-Cuenca" entre el margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí y la Cuenca Mesozoica del Centro de México sobresalen los depósitos dominados por procesos gravitativos y de suspensión representados por movimientos en masa y por depósitos de turbidez. De los depósitos gravitativos las brechas (flujos de detritos) dominan y muestran importantes variaciones morfológicas, granulométricas y texturales, las cuales son controladas principalmente por cambios litológicos graduales.

Durante el Albiano-Cenomaniano la litología estuvo controlada por el dominio de una provincia carbonatada, causando tanto en la plataforma como en la cuenca la depositación de calizas de aguas someras y aguas profundas respectivamente.

Los depósitos del Albiano-Cenomaniano son brechas calcáreas localmente muy potentes, polimícticas (predominantemente rudstones/extra-biointramicruditas), ricas en extraclastos, bioclastos e intraclastos en tamaños que varían de centímetros hasta varios decímetros de longitud. Los clastos se presentan mayormente en formas tabulares angulares a subangulares, contenidos en una fábrica soportada en granos. La distribución de los clastos varía de caótica hasta imbricada y en algunos casos planar. La matriz es comúnmente micritica, sin embargo existen flujos de detritos con grandes cantidades de material esparítico fino, proveniente de zonas de aguas someras, causando una mezcla de matriz autóctona y alóctona.

Para el Turoniano los primeros aportes terrígenos provenientes del occidente modifican los sedimentos a margas en las zonas más occidentales hasta calizas margosas en las áreas cercanas al borde arrecifal. Este cambio litológico se refleja en los depósitos del talud en forma de brechas calcáreo-margosas, polimícticas con gran cantidad de bioclastos y extraclastos provenientes del margen arrecifal, y en menor cantidad intraclastos. Contrariamente a las brechas albiano-cenomanianas, meramente calcáreas, las brechas calcáreo-margosas del Turoniano muestran una mejor redondez, esfericidad, clasificación y sorteamiento de los clastos, el contenido de matriz aumenta considerablemente y la fábrica varía de soportada en granos a soportada en matriz (floatstone/rudstone).

En el Cretácico Superior (Coniaciano-Santoniano) con el fin del dominio carbonatado, la litología cambio de lutitas margosas a lutitas. Los flujos de detritos provenientes del aún existente margen arrecifal de la plataforma se depositan en forma de brechas con componentes calcáreos (bio- y extraclastos arrecifales), los cuales descansan en una matriz arcillosa (floatstones). La removilización del suelo marino durante el emplazamiento de las brechas, incorpora un gran número de intraclastos con muestras claras de deformación suave, por lo cual la mayoría de éstos están deformados, rotados y/o bien redondeados.

SED-3

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EVOLUCIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOECOLÓGICA EN UN PERFIL DE LA FORMACIÓN LA CAJA DEL JURÁSICO SUPERIOR EN LA SIERRA EL JABALÍ, COAHUILA, MÉXICO

Velasco Segura Jorge A.¹, Stinnesbeck Wolfgang², López Oliva José Guadalupe¹ y González González Arturo H.³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Universität Karlsruhe, Geologisches Institut, Karlsruhe, Alemania

³ Museo del Desierto
velascoraptor@hotmail.com

En la localidad de Gómez Farias, en la Sierra El Jabalí aproximadamente a 60 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila; se levantó un perfil estratigráfico en rocas mayormente arcillosas de la Formación La Caja del Jurásico Superior. Este perfil consta de dos secciones que comprenden el espesor total (~121m) de la Formación La Caja en esta localidad y unos cuantos metros dentro de las Formaciones Zuloaga y Taraises que le sub- y sobreyacen respectivamente. La edad determinada preliminarmente en el área de estudio para la Formación La Caja es Kimmeridgiano Tardío - Berriasiano Temprano con base en el estudio de fauna de amonites y calpionelas.

El perfil se levantó con el objetivo de hacer un análisis microfacial, estratigráfico y sedimentológico de la Formación La Caja. Analizar además su transición con las Formaciones que le sub- y sobreyacen para determinar la evolución estratigráfica de esta Formación en el área de estudio.

La Formación La Caja es la equivalente de cuenca de la Formación La Casita, la cual se caracteriza por la presencia de clásticos gruesos, incluyendo conglomerados proximales a los altos estructurales existentes en el Noreste de México durante el Jurásico Tardío (península de Coahuila).

El análisis microfacial comprendió el estudio de 45 laminas delgadas que se elaboraron para las dos secciones del perfil levantado, determinándose que existe una transición de Facies de ambientes lagunares y someros a ambientes de Facies de cuenca profunda desde la base a la cima de la Formación La Caja.

Es importante señalar que aunque la tendencia general del desarrollo estratigráfico para el Noreste de México sea de tipo transgresivo, se identificaron en este trabajo tres claros eventos de regresión menores, de los cuales dos se encuentran en Facies distales de la Formación La Casita manifestados como horizontes de condensación y, un tercer evento registrado en la subyacente Formación Zuloaga representado por un hiato, marcado por una superficie abrupta, erosiva y ondulada que indica que el suelo marino estuvo expuesto (superficie de paleo karst) justo en la cima de esta Formación. Estos tres eventos se interpretan como regresiones de el nivel del mar correspondientes a ciclos de tercer orden (Lowstands de tercer orden).

La tendencia de profundización de la cuenca dentro de la Formación La Caja se observó con el paso de un régimen inicial de clásticos finos en la base; inmediatamente después de que termina el depósito de la Formación Zuloaga, seguido por un régimen intermedio de deposición fosforítica para culminar con un régimen de deposición carbonatada en su contacto transicional con la Formación Taraises. Lo que indica un aumento gradual de la profundidad hacia Facies de

cuenca. Este evento es correlacionable con un cambio eustático regional en el noreste de México que ha sido recientemente definido en la literatura como un límite de secuencia de segundo orden (Highstand de segundo orden).

SED-4

EDADES ABSOLUTAS DEL ARCO VOLCÁNICO CONTINENTAL DEL JURÁSICO INFERIOR A MEDIO EN EL NORESTE DE MÉXICO

Barboza Gudiño José Rafael y Zavala Monsivais Aurora
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
rbarboza@uaslp.mx

En el noreste de México, diversas secuencias de rocas volcánicas intermedias a félsicas subyacen a las secuencias clásticas, evaporíticas y carbonatadas del Jurásico Medio a Superior (Grupo Zuloaga), existiendo gran incertidumbre a cerca de las edades reales de este volcanismo, debido principalmente a la escasez de datos isotópicos confiables, así como a la existencia de un arco Permo-Triásico y otro del Jurásico Inferior a Medio, de tal forma que las mismas secuencias en las diversas localidades han sido asignadas por los diferentes autores a diferentes edades y a los diferentes complejos de arco. Las secuencias que hemos estudiado en los estados de San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, han sido interpretadas en un ambiente de arco volcánico continental y de acuerdo con su posición estratigráfica y su litología son correlacionables con la Formación Nazas del norte de Durango y Zacatecas. En base a dataciones isotópicas (U-Pb, circón), las secuencias estudiadas han sido asignadas al arco volcánico del Jurásico Inferior a Medio del suroeste de Norteamérica, el cual para la porción que corresponde al noreste de México, parece quedar restringido al Jurásico Inferior a Medio y no abarcar desde el Triásico Superior como se pensaba inicialmente.

Con estas evidencias se confirma la presencia del Arco volcánico del Jurásico Inferior de Norteamérica en el Noreste de México. Este hecho aunado a la naturaleza turbidítica de afinidad pacífica de las rocas marinas triásicas (formaciones Zacatecas, La Ballena y Taray) que subyacen a las secuencias volcánicas aquí descritas, demuestra que existe una mejor correlación de las unidades pre-Oxfordianas expuestas en el noreste de México, con las secuencias presentes en el Sistema Cordillerano de Norteamérica (noroeste de México y oeste de Estados Unidos). De esta manera, se demuestra una evolución geológica para esta porción, ligada a la margen occidental de Norteamérica, por lo menos hasta la parte inferior del Jurásico Medio.

SED-5

PROCEDENCIA DE SEDIMENTOS CLÁSTICOS DEL KIMMERDGIANO-NEOCOMIANO, SIERRA MADRE ORIENTAL, NE DE MÉXICO

Jenchen Uwe¹, Hernández Flores Edilberto Román², Eguiluz de Antuñano Samuel y Alvarado Molina Juan Baudilio¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Exploración y Producción, PEMEX
jenchen@prodigy.net.mx

La Sierra Madre Oriental está constituida litológicamente por una secuencia de rocas carbonatadas y terrígenas de edad mesozoica, que se depositaron sobre un basamento precámbrico y paleozoico.

Desde el Kimmerdgiense hasta el Neocomiano se forman, con la Fm. Carbonera (área de Saltillo, Coahuila) y las areniscas de Galeana (área de Galeana, Nuevo León) dos unidades clásticas importantes en la parte Norte de la Sierra Madre Oriental, y se presentan como sedimentos de ambiente deltáico respectivamente de un "lowstand fan".

Las series clásticas están correlacionadas y derivadas de los paleoaltos en la región (Isla de Saltillo, Isla de Coahuila e Isla de Terán). Especialmente la procedencia de las areniscas de Galeana todavía está discutida.

En este estudio se presentan nuevos datos petrográficos de las areniscas, geoquímicos (Elementos Mayores, - Trazas y Tierras Raras), magnéticos (Intensidad Magnética Total y Intensidad Magnética Reducida al Polo) y gravimétricos (Anomalía de Bouguer) que comprueban la existencia de dos distintas áreas fuentes (Isla de Saltillo para la Fm. Carbonera e Isla de Terán como área fuente para las areniscas de Galeana).

SED-6

PRESERVATION OF SEDIMENTARY C-AND SR- ISOTOPE COMPOSITIONS IN MARBLES OF THE SÃO CAETANO COMPLEX, NE BRAZIL: IMPLICATIONS FOR THE USE OF HIGH-RESOLUTION ISOTOPE STRATIGRAPHY

Silva Juan Carlos¹, Sial Alcides¹, Ferreira Valdez¹, Rodrigues Rene² y Pimentel Marcio³

¹ Dept. of Geology, Federal University of Pernambuco, Brazil

² Dept. of Geology, State University of Rio de Janeiro, Brazil

³ Geoscience Institute, University of Brasilia, Brazil
juancst@ufpe.br

Near primary (sedimentary) ^{13}C (calcite) values (from -2.2 to +3.7‰PDB) were observed in amphibolite-facies marbles of the São Caetano Complex (SCC), northeastern Brazil. These values are in the range for well-preserved Meso-Neoproterozoic limestones. The presence of high ^{13}C (graphite) (up to -1.5‰PDB) values and calcite-graphite C-isotope fractionation (up to 1‰PDB), however, suggest that some anomalous negative C-isotope shifts (excursions up to 4‰ PDB) resulted from diffusion of CH_4 (derived from ^{12}C -rich organic matter) into calcite, during metamorphism. Since all of the analyzed samples show geochemical values within accepted ranges for unaltered Meso-Neoproterozoic limestones (e.g. average Sr contents of 1500 ppm, Mn/Sr from 0.006 to 0.140, and Rb/Sr between 0 and 0.005), it is proposed that the elemental and isotope compositions of the sedimentary protoliths were buffered prior to activity of metamorphic fluids. This assures that modifications of the C-isotope composition resulting from incorporation of external fluids with different isotopic composition, during diagenesis and metamorphism, did not occur. This also indicates that the undepleted ^{13}C and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (from 0.706 to 0.707) values reflect the isotope composition of the seawater from which the precursor limestones were deposited. Uncoupled behavior of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and ^{18}O and the slightly variation of the ^{18}O values account for this contention.

The above results show that the chemostratigraphic characterization of organic matter-bearing/rich carbonates, although highly reliable, can be eventually hampered by C- isotope fractionation between calcite and graphite during metamorphism. Our results also show that modifications in the C-isotope composition of carbonates can occur independently of change of their O- and Sr-isotope or elemental compositions. This implies that the concept that coupled

depletions of the ^{13}C , ^{18}O and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in marine carbonates require changes in their isotope signature must be abandoned. Our results, instead, suggest that coherent secular variation pathways for ^{13}C , ^{18}O and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ assures that primary (sedimentary) isotope signatures have been preserved in marbles. Finally, sole application of traditional geochemical approaches in the identification of post-depositional changes of the isotope composition of graphite-rich marbles must be looked with caution, given the complexity of processes involved during diagenesis/metamorphism.

SED-7

EL CRETÁCICO INFERIOR DE LA SIERRA BASOMARI, NORESTE DE SONORA MÉXICO

Monreal Saavedra Rogelio, Cano Corona Ignacio y Grijalva Noriega Francisco
Universidad de Sonora
dir@dcen.uson.mx

El registro estratigráfico del Cretácico Inferior en el Estado de Sonora se caracteriza por tener un espesor potente de rocas terrígenas y carbonatadas hacia el Este del Estado, mientras que al centro, Norte y noroeste las rocas son predominantemente terrígenas. Los afloramientos más importantes del Cretácico Inferior se encuentran en la porción nororiental de Sonora (área de Cabullona), en la región central de Sonora (Santa Ana, Cerro de Oro, Lampazos, Arivechi, y Sierra Los Chinos), y en la parte noroccidental (zona de El Chanate). La mayoría de las rocas del Cretácico Inferior en Sonora forman parte del Grupo Bisbee, el cual fue originalmente descrito por Dumble en 1902, para referirse a rocas expuestas cerca del pueblo Bisbee en el sureste de Arizona, EEUU. Poco después, Ramsome (1904), les dio el nombre de Grupo y lo dividió en cuatro formaciones: Conglomerado Glance, Formación Morita, Caliza Mural y Formación Cintura. El Grupo Bisbee aunque de espesores y facies variables fue depositado a lo largo de la cuenca del mismo nombre como una extensión del Golfo de México a Texas, Nuevo México, Arizona y Sonora.

La Sierra Basomari se localiza en la porción noreste de Sonora, aproximadamente 50 km al sur de Agua Prieta y 25 km al Este del poblado de Fronteras. En el área de la Sierra Basomari afloran tres secuencias estratigráficas cuyas edades varían desde el Jurásico Superior hasta el Cuaternario. La primera secuencia la componen rocas volcánicas del Jurásico Superior; la segunda secuencia por rocas del Grupo Bisbee (Formaciones Morita, Mural y Cintura) del Cretácico, mientras que la tercer secuencia esta constituida por rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cuaternario. Las sierras aledañas están constituidas por rocas volcánicas y tienen la misma orientación que la Sierra Basomari, presentando alturas de hasta 1200 metros sobre el nivel del mar.

En el área de estudio, la Formación Morita esta constituida por estratos delgados a medianos de areniscas de grano fino (ortocuarcitas y areniscas calcáreas), las cuales presentan madera fósil en algunos horizontes, intercaladas con calizas fosilíferas y arcillosas de estratos que varían de delgados a medianos. La Caliza Mural la constituyen calizas fosilíferas que varían de delgadas a masivas, intercaladas con algunas areniscas y areniscas arcillosas de espesores delgados a medianos. La Formación Cintura esta compuesta por areniscas (ortocuarcitas y litarenitas) de espesores que varían de delgados a masivos, intercaladas con lodolitas de estratificación laminar a delgada.

En la Sierra Basomari, las rocas del Grupo Bisbee están fuertemente plegadas y falladas, siendo pliegues anticlinales y sinclinales los más visibles, con orientaciones NW-SE y con vergencias tanto al suroeste como al noreste. Los pliegues son simétricos, asimétricos con planos axiales verticales o volcados con longitudes desde decenas de metros hasta 2 kilómetros. Los pliegues a pequeña escala se encuentran principalmente en la Formación Morita, mientras que las estructuras de mayor escala se observan en las formaciones Mural y Cintura. También se observan fallas de cabalgadura y además, la zona fue afectada por un fallamiento normal posterior.

SED-8

EVIDENCIAS DE FLUJOS HIPERCONCENTRADOS, CORRIENTES TURBIDITICAS ARENOSAS Y/O GRAVOSAS DE ALTA DENSIDAD, REGISTRADOS COMO DEPÓSITOS DE TORMENTA DENTRO DE LA FORMACIÓN MEXCALA, NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO

Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Guerrero Suastegui Martín² y Martínez Paco Margarita²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAG.
magonegro_2000@hotmail.com

La Formación Mexcala en la parte norte del estado de Guerrero, se encuentra caracterizada por presentar facies turbidíticas, las cuales se encuentran conformando depósitos de abanico interno- abanico externo (Ocampo, 2004).

Los flujos que dieron origen a dichos depósitos, fueron en su mayoría flujos de corrientes turbiditas de alta y baja densidad y en menor grado flujos de escombros.

Dichos abanicos submarinos descritos anteriormente se encontraron sometidos a periodos de alta erosión y oleaje, localizados estos en el margen de la plataforma o bien en fondo marino.

Los depósitos que fueron generados por dichos periodos, se encuentran caracterizados por presentar: (i) una unidad ya sea conglomerática o arenosa con alto contenido de bioclastos, (ii) una unidad laminar del tamaño de las arenas media, (iii) una unidad intermedia la cual se puede encontrar conformada por rizaduras o por estratificación cruzada de tipo hummochy" y (iv) por una unidad superior la cual presenta laminación y/o por grainstone de bioclastos. Cabe mencionar que la secuencia que se describió anteriormente es la secuencia Bouma o su secuencia análoga descrita por Dott y Bourgeois (1982) para depósitos de tormenta o alto oleaje.

Dentro de dicha formación, estos depósitos se pueden encontrar de manera aislada o en conjunto, localizados principalmente dentro del abanico interno en su parte "distal"-abanico externo en su parte "proximal".

Por las estructuras sedimentarias, así como por las características texturales que presentan los conglomerados y areniscas de bioclastos se asume que estos fueron generados por flujos hiperconcentrados, mientras que aquellos estratos de areniscas y/o conglomerados de bioclastos que se encuentran conformando la secuencia Bouma o su secuencia análoga propuesta para depósitos de tormenta, fueron generados por corrientes turbidíticas arenosas y/o gravosas de alta densidad, altamente erosivas y episódicas, así como los grainstone de bioclastos fueron generados posiblemente por corrientes de fondo altamente erosivos.

SED-9

MAGNETOESTRATIGRAFÍA DEL LÍMITE K/T EN EL CRÁTER DE IMPACTO DE CHICXULUB: RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS EN EL POZO YAXCOPOIL-1

Rebolledo Vieyra Mario¹ y Urrutia Fucugauchi Jaime²

¹ Centro de Investigación Científica de Yucatán

² Instituto de Geofísica, UNAM
marior@cicy.mx

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio en detalle de las características paleomagnéticas de la secuencia sedimentaria que comprende el límite K/T en el pozo Yaxcopoil-1. Las brechas estudiadas son suevitas ricas en melt, suevitas redepositadas y calizas dolomitizadas del Paleoceno temprano, que marcan el contacto K/T. La susceptibilidad magnética en las brechas, varía desde -0.3 hasta 4018 10e-5 SI en las brechas y la intensidad magnética varía de 0.02 mA/m hasta 37510 mA/m. Se investigó la estabilidad magnética y vectorial de la NRM, que mostró una naturaleza multi-vectorial, lo cual sugiere que las brechas tienen una composición magnética heterogénea, así como posible alteración hidrotermal. El estudio de la mineralogía magnética indicó que el componente magnético principal en las brechas es magnetita. Con estos análisis se procedió a establecer la magnetoestratigrafía de las brechas y del contacto con la secuencia sedimentaria del Terciario. En la secuencia de brechas de impacto se encontraron polaridades geomagnéticas tanto reversas como normales. En el contacto entre las brechas de impacto y la secuencia sedimentaria del Terciario, se estableció que el cambio de polaridad que se correlaciona con el límite K/T (cron 29R) se localiza a 794.11 m de profundidad, estos resultados muestran también la ausencia de un segmento de la base del Paleoceno y cima del Cretácico, como resultado de procesos erosivos, probablemente ocasionados por el retorno del nivel del mar a la cuenca. En la secuencia que marca el límite K/T (establecido en base a microfósiles), encontramos una secuencia de 50 cm de calizas dolomitizadas, que presenta interestratificaciones de material de impacto, las que a su vez presentan estratificación cruzada de bajo ángulo, sin embargo, los resultados paleomagnéticos indican que fueron depositados en un régimen de energía baja, así mismo, éstos se han interpretado como depósitos de gravedad, resultado de los reacomodos gravitacionales del cráter.

SED-10

SISTEMAS SEDIMENTARIOS DOMINADOS POR AVENIDAS FLUVIALES EN EL TERCIARIO DE MÉXICO

Sanguinetti Marco y Zepeda Luna Tania
Schlumberger
sanguinetti1@reynosa.oilfield.slb.com

Las Cuencas Terciarias del margen oriental de México comparten una misma historia deposicional estrechamente vinculada a la evolución estructural de la Sierra Madre Oriental.

Prácticamente todo el margen oriental y meridional de México desde el Paleoceno hasta el presente, ha sido colmatado por sedimentos cuyo origen proviene principalmente de la erosión de las secuencias carbonáticas mesozoicas, rocas ígneas (eruptivas e intrusivas) y metamórficas entre otras, de diferentes edades. Desde éste punto de vista, los depósitos sedimentarios resultantes pueden ser considerados como una unidad sedimentaria sinorogénica o molasa tectónica terciaria.

En los momentos o épocas de lluvia torrencial sobre las áreas montañosas expuestas, las cuencas de drenaje allí presentes son capaces de brindar una cantidad importante de sedimentos a los sistemas fluviales que desaguan en el mar, en este caso el Golfo de México.

Cuando la densidad de agua del río cargada de sedimentos supera a la densidad del cuerpo de agua receptor (marino o lacustre), se producen condiciones necesarias que generan un flujo hiperpícnico, dependiendo entre otras cosas de la temperatura y la concentración de sales del cuerpo receptor.

A diferencia de los flujos hipopícnicos, o plumas de sedimentos finos, desarrollados por los mismos ríos en épocas de tiempo normal, éstos flujos hiperpícnicos se hunden rápidamente por debajo del cuerpo de agua receptor, y comienza de esta forma uno de los mecanismos de transporte y sedimentación submarina más sorprendentes y casi nunca valorados en la caracterización de facies y sedimentología de una cuenca.

La distancia total que recorren éstos flujos hasta su depositación final dependerá entre otras cosas de la eficiencia del flujo, definida a partir de: el volumen de sedimentos inicial y la fuerza inercial primera con que ingresa el flujo, donde el gradiente topográfico del área receptora juega un papel fundamental; y de la topografía o el relieve estructural del fondo marino (o lacustre) de la cuenca en la que transitan los sedimentos.

Los depósitos resultantes están vinculados genéticamente con los procesos sedimentarios comunes en las turbiditas clásicas.

En el presente trabajo enfatizamos la importancia de éste mecanismo de sedimentación como el principal responsable del relleno sedimentario de una cuenca marina o lacustre. Los depósitos terciarios del margen oriental de México son el resultado directo de éstos mecanismos tal como lo atestiguan las facies encontradas tanto en los afloramientos como en el subsuelo.

SED-11

PRIMER REPORTE DE YESOS DEL PALEÓGENO EN EL ÁREA DE JOLALPAN, PUEBLA: IMPLICACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Corona Esquivel Rodolfo¹, Martínez Hernández Enrique¹,
Ramírez Arriaga Elia¹, Moralez Isunza Azucena¹, Ángeles
Hernández Jorge² y Castillejos Echeverría María Ocotlán²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Cooperativa Cruz Azul

rcorona@servidor.unam.mx

En el sur del Estado de Puebla México, a 22 km al suroccidente de la población de Axochiapan y a 25 km al poniente de Chiautla de Tapia, los autores colectaron muestras de yeso con el fin de estudiarlos desde el punto de vista palinológico, dando como resultado la recuperación de granos de polen característicos del Terciario inferior. Entre los granos de polen de importancia bioestratigráfica se encuentran los siguientes taxa: *Eucommia* sp., *Momipites* sp., *Caesalpinieapollenites* aff. *eocenicus*, *Adenatherites* sp., *Multimarginites* aff. *vanderhammeni*, *Normapolles* spp., *Adenatherites* sp., *Rugulitriporites* sp. y *Atlantopollis* sp.. La mayoría de estos taxa reportados para el Paleogeno de Norteamérica (Frederiksen, 1988; Martínez y Ramírez, 1999; Ramirez y Martínez,

2002), Europa (Gruas-Cavagnetto, C. 1978) y Africa (Guinet et al., 1975), mientras que otros taxa han sido reportado para el norte de América del Sur y la región caribeña (Germeraad, J.H., et al., 1968).

Con lo anterior, se define por vez primera, la presencia del Terciario temprano (Eoceno) en esta parte del sur de México, en la localidad de Jolalpan, cuyos yesos habían sido considerados por mucho tiempo como parte del Cretácico Temprano (miembro inferior de la Formación Morelos, Fries, 1960).

La secuencia estratigráfica del área puede resumirse como sigue:

Las rocas más antiguas que afloran en el área son las calizas de la Formación Morelos, del Cretácico (Albiano-Cenomaniano).

Le siguen en edad una secuencia de más de 80 m de espesor constituida por yesos cuya relación de contacto con las calizas de la Formación Morelos no es clara. Estos están cubiertos discordantemente por depósitos continentales del Terciario y por una sucesión de derrames riolíticos y andesíticos muy semejantes a la Riolita Tizapota y al Grupo Buenavista descritos por Fries, (1960) en los estados adyacentes de Guerrero y Morelos a 50 km al noroccidente del área de estudio.

A 2 km al noreste de los afloramientos de los yesos de Jolalpan y sobreyaciendo en discordancia a las calizas de la Formación Morelos existe una secuencia de conglomerados correspondientes al Grupo Balsas de posible edad Eoceno.

En las partes topográficas más bajas en la actualidad correspondientes al cauce del río Nexapa y en discordancia sobre las unidades anteriores se encuentran depósitos continentales de probable edad Oligoceno tardío constituidos por un conglomerado poligenético hacia la base y depósitos volcánico-clásticos hacia la cima.

Finalmente depósitos de talud, suelos residuales y aluvión cubren discordantemente a todas las rocas antes mencionadas.

Tectónicamente, el área se encuentra fuertemente plegada y sumamente afectada por varias fallas.

Dentro de los yesos expuestos profusamente en el área de Jolalpan, se colectaron los palinomorfos ya mencionados que revelan la existencia del Terciario temprano en el área.

Por lo anterior se propone por ahora de manera informal, la inclusión en la columna geológica del área, de los Yesos Jolalpan (nombre de la localidad tipo), correspondiente al Terciario temprano (Eoceno), recomendándose el desarrollo de trabajos de mayor detalle para delimitar y definir con precisión la extensión y características de este tipo de cuencas en el sur de México.

SED-12

LITHOSTRATIGRAPHY AND STRUCTURE OF THE SIMOJOVEL-EL BOSQUE AREA, WEST CENTRAL CHIAPAS: A CONTRIBUTION IN UNDERSTANDING THE CENOZOIC GEOLOGIC EVOLUTION OF SOUTHEASTERN MEXICO

Ferrusquia Villafranca Ismael
Instituto de Geología, UNAM
kresla@prodigy.net.mx

The area lies in Los Altos de Chiapas, between 17°00'-17°11'N Lat. and 92°35'-92°46'W Long., and has an extent of ~400 km²; a dense tropical cloud forest covers the very rugged terrain [altitude range: 300 to 1,750 mams]. The ~3,600 m thick Angostura Formation, a Late Cretaceous marine carbonate platform, that makes the area's highest mountain, is the oldest unit; it is unconformably overlain by the largely marine Tertiary sequence. The outcrop area of the seven units that compose the sequence, form superposed arcuate belts draped around the Angostura Formation, becoming younger from the southwest to the northeast.

The Tertiary units are: The 300-350 m thick, Late Paleocene Soyaló Formation [marine, fine-grained, little fossiliferous siliciclastics], the 1,000-1,200 m thick, Early Eocene El Bosque Formation [largely continental and transitional, coarse-grained phyllarenitic clastics, intercalated by lime strata], the 200-250 m thick, Middle Eocene San Juan Formation [marine, coarse-grained phyllarenitic clastics set in a very fossiliferous micrite matrix, intercalated by siltstone and micrite strata], the 300-350 m thick, Late Eocene Unit A ["Trinidad Sandstone" in part; marine, fine-grained, shaly, limy phyllarenitic-arkosic clastics], the 350-380 m thick, Early Oligocene Unit B ["Rancho Berlin Sandstone" in part; marine, friable, very thickly bedded, phyllarenitic medium-grained clastics], the 700-800 m thick, Late Oligocene Unit C ["La Quinta Formation" in part; largely shallow marine and transitional, diversely-grained, subarkosic phyllarenitic clastics intercalated by shale and lime strata; it includes a lower and upper sandstone informal members, separated by a middle, very fossiliferous limestone member; the upper member contains a 3-6 m thick dark bluish zone that bears amber nodules and a rich biota], and the 600 m thick, Early Miocene Unit D ["Mazantic Shale" and "Baluntum Sandstone" in part; marine, friable, fine- to medium grained, quartz-feldspathic clastics]. Late Miocene syenite stocks and sills intrude the Soyaló Formation. The Tertiary sequence records at least a transgressive/regressive pulse and recurrent sea depth changes, which evidence tectonic instability; marine sedimentation ceased by Middle Miocene time.

Structurally, the area belongs to the Thrust-Transcurrent Fault and Fold Belt (TTFFB) Province of Chiapas; the Tertiary sequence forms the southern limb of a major NNW-SSE trending synclinorium, whose axis lies in the north of the area; the corresponding anticlinorium-core, formed by the Angostura Limestone, is exposed in the south. The synclinorium is arcuate to the NE, indicating differential resistance to compression along the axis. Normal and strike-slip faulting have disrupted the synclinorium into many blocks of diverse size, attitude and altitude, forming a complex array of horsts [mostly slant plateaus] and grabens [usually narrow low lands]. The faults define two systems: NNE-SSW and WNW-SSE, which largely control the drainage in the area. The Late Miocene intrusives probably were emplaced during the extension phase of the orogenic activity that generated the TTFFB.

SED-13

MORBATIMETRÍA E INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIA DEL NEÓGENO AL RECIENTE EN EL SUROCCIDENTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Aguayo Camargo Joaquín Eduardo¹, Araujo Mendieta Juan² y Sandoval Ochoa J. Héctor¹
¹ Facultad de Ingeniería, UNAM
² Instituto Mexicano del Petróleo
jaraujo@imp.mx

La provincia marina del suroccidente del Golfo de México y su extensión hacia el margen continental externo de la llanura costera del sureste de México, con una superficie de unos 150 000 km², comprende el área de estudio de esta investigación; geológicamente ésta ha sido consecuencia de movimientos tectónicos intermitentes y de oscilaciones eustáticas regionales espacio-temporales, manifestándose con diversos rasgos estructurales y paleosedimentarios. La interpretación geológica marina del área de estudio es el resultado del análisis de los datos de la información geológica-geofísica del Cuaternario del fondo marino y del subsuelo sub-superficial aportados en este trabajo durante las campañas oceanográficas SGMA-I (1998) y FIES (1999), a bordo del B/O "Justo Sierra" de la UNAM, y complementados con los datos de la campaña oceanográfica C.I.C.A.R (1972) y los exploratorios marinos y costeros continentales del Terciario-Cuaternario de PEMEX-IMP.

En el suroeste del Golfo de México se cartografió la morfobatimetría del fondo marino mediante un barrido hidroacústico continuo, utilizando las ecosondas del buque oceanográfico, en el que se destacan los sistemas de fallas transtensivas más prominentes que afectan el piso marino y que se interpretan en este trabajo, debidas al movimiento dextrógiro del bloque de Yucatán, que se desplaza en su porción sur en Centro América, a lo largo de la provincia geológica del Arco de la Libertad y del sistema de fallas Polochic, con desplazamiento lateral-izquierdo; la reactivación de este movimiento tectónico fue especialmente importante durante del Mioceno tardío-Plioceno temprano, como fue documentado por autores previos, hasta el Reciente, lo que fue evidente en esta investigación oceanográfica con la presencia de rasgos estructurales recientes distensivos en el fondo marino y del subsuelo sub-superficial de la Bahía de Campeche y en la margen occidental del Banco de Campeche.

SED-14

AMBIENTES DE DEPÓSITO CONTRASTANTES EN LA FORMACIÓN TEPETATE, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Schwennicke Tobias¹, Cortés Martínez Mara¹, Rickli Joerg², Plata Hernández Elvia¹ y Estrada Moreno Erik¹
¹ UABCS
² ETH, Zurich
tobias@uabcs.mx

La Formación Tepetate, una de las unidades "históricas" en la península, aflora en la parte central de Baja California Sur. Su base no está expuesta y a su vez está sobreyacida discordantemente por las Formaciones El Cien (Oligoceno-Mioceno) o Salada (Mioceno).

Hemos visitado varias localidades y levantado columnas litoestratigráficas, para precisar datos de autores anteriores sobre las facies, sus ambientes de depósito y su edad. Encontramos litologías contrastantes.

En la región NW y N (arroyos Santa Rita y Colorado) predominan dos facies. La primera son fangolitas, con espesores de paquetes individuales de hasta 120 m. En general, son rocas laminadas con poca bioturbación (Chondrites). Microfósiles indican un ambiente batial. Alternando con las fangolitas se encuentran areniscas siliciclásticas y mixtas. Esta facies de areniscas forma paquetes de hasta 20-30 m de espesor, con tendencia de más grueso o más fino hacia arriba, compuestos por capas individuales con espesores de pocos cm a varios dm y parcialmente separadas por fangolitas intercaladas. Las capas de arenisca exhiben estructuras sedimentarias como bases erosivas, marcas de corriente, gradación interna, laminación cruzada y paralela, estratificación convoluta. Son comunes los icnofósiles Zoophycos, Scolicia y Cosmorhaphé; además, se observó Paleodictyon. En suma, las areniscas representan depósitos de flysch. Los datos bioestratigráficos disponibles para la región NW y N señalan que los depósitos abarcan edades desde finales del Maastrichtiano hasta el Eoceno Medio muy temprano. Además, anteriormente han sido reportadas estratos marinos cretácicos en el subsuelo los cuales podrían, por lo menos parcialmente, representar la porción más antigua de la formación.

En las regiones E y S del área (La Fortuna, arroyo San Hilario, El Cacaite, El Conejo, El Aguajito) los estratos de la formación abarcan edades del Paleoceno Superior a Eoceno Medio. Se observan dos facies principales, fangolitas y areniscas, formando cada una paquetes de hasta decenas de metros de espesor. Las fangolitas varían de laminadas hasta homogenizadas debido a una homogenización biológica. Pueden contener algunos macroforaminíferos u otros microfósiles. La facies de areniscas incluye limolitas, areniscas con algunos macroforaminíferos y capas intercaladas de arenisca rica en macroforaminíferos y capas de biorudita. En general en las limolitas y areniscas la bioturbación es abundante, predominando Thalassinoides. En contraste, las intercalaciones ricas en macroforaminíferos y otros fósiles exhiben estructuras sedimentarias primarias debido a muy poca o nula bioturbación, como bases erosivas y gradación. Las fangolitas se depositaron por debajo del nivel base de oleaje, las limolitas y areniscas por debajo o por encima de este nivel en la plataforma. Las capas ricas en macroforaminíferos, provenientes de ambientes costeros, se interpretan como tempestitas.

En conclusión, en la Formación Tepetate existen por un lado depósitos batiales y por otro lado depósitos de plataforma externa a interna. Los datos bioestratigráficos disponibles sugieren que aparentemente existían ambientes profundos por lo menos desde el Maastrichtiano hasta finales del Eoceno Temprano. En otras localidades se registran ambientes de plataforma desde el Eoceno Temprano hasta Medio. Estos cambios posiblemente se deben al avance de la plataforma continental durante el Paleoceno-Eoceno.

SED-15

MODELO DE DEPÓSITO DE LAS COSTRAS CALCÁREAS "EL MORRO": DEPÓSITOS RELACIONADOS CON LA PRIMERA INCURSIÓN MARINA EN LA CUENCA DE SANTA ROSALÍA B.C.S.

Miranda Avilés Raul¹ y Puy Alquiza Maria Jesus²

¹ Facultad de Minas y Geología, Universidad de Guanajuato

² CICIMAR, IPN

rmirandamx@yahoo.com.mx

Este trabajo presenta el análisis de facies de la denominada Caliza Marina Basal depositada en la porción SE de la cuenca de Santa Rosalía Baja California Sur. La cuenca de Santa Rosalía y sus depósitos

están relacionados a la apertura del Golfo de California (Proto-Golfo) durante el Mioceno Superior. La Caliza Marina Basal constituye el miembro inferior de la Formación Boleo y fue depositada en forma de costras calcáreas de 1 a 3 m de espesor, sobre las rocas volcánicas Miocénicas de la Formación Comondú. En este trabajo presentamos el análisis de una de las secciones mejor expuestas en la cuenca y que denominamos Sección "El Morro". Las facies que constituyen la denominada Caliza Marina Basal está representada por travertinos masivos, travertinos laminares, travertinos esponjosos, tufas y estromatolitos cónicos. Las facies de travertinos y tufas constituyen un ambiente lacustre a fluvial que son cubiertas por facies estromatolíticas marinas intermareales.

El cambio de ambientes lacustres al marino intermareal, indica una transgresión que representa la instalación de la primera incursión marina en la cuenca de Santa Rosalía asociada a la apertura del Golfo de California.

SED-16

MODAL ANALYSIS, GEOCHEMICAL, AND SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF SAND DUNES OF THE GRAN DESIERTO SAND SEA, NORTHWESTERN MÉXICO

Zolezzi Ruiz Hugo y Kasper Zubillaga Juan José

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

zolezzi@icmyl.unam.mx

Modal analysis, major and trace element compositions and grain size analyses were carried out for the coastal and desert sands of the Sonora state, Northwestern Mexico. This was done to discriminate between regional variations in the petrographic and geochemical characteristics of the sands. Sand samples were collected from the desert dunes in San Luis Río Colorado and Sierra del Pinacate and the coastal dunes from Golfo de Santa Clara and Puerto Peñasco.

Previous Kolmogorov-Smirnov normality distribution tests were carried out in detrital modes and grain size variables in order to perform a forward stepwise linear discriminant analysis (LDA). Preliminary results of the LDA show that the canonical variables that better discriminate between the desert and coastal dune sands were the Log Qt/Ft ratio and Mz . The Mahalanobis square distance was used as the discriminant linear function between sand dunes. The discrimination between the sands may be associated to eolian and beach processes of the Gran Desierto and the eastern Gulf of California. Mz values indicates that desert sand is better sorted than coastal sand by means of the selectiveness of the wind as a transport agent. We interpret that high concentrations of quartz in the sands comes from granitic sources. The spatial variation in sands is explained quantitatively with discriminant analysis using detrital modes ratios, mean grain size variables. Still preliminary results of CIA and trace elements are to be reported.

SED-17 CARTEL

EVOLUCIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CRETÁCIO SUPERIOR EN EL SURESTE DE MÉXICO

Ornelas Sánchez María, Aguilera Franco Noemí, Franco Navarrete Sonia y Granados Martínez Mónica
Instituto Mexicano del Petróleo
mornelas@imp.mx

La actividad tectónica del Sureste de México durante el Mesozoico fue un factor determinante en la evolución de los ambientes sedimentarios y de los conjuntos orgánicos que los poblaron, desde finales del Triásico, durante el Jurásico y hasta el Cretácico Inferior la sedimentación estuvo controlada por la actividad tectónica relacionada con la apertura del Golfo de México, el Cretácico Medio se postula como un período de estabilidad, interrumpido en el Cretácico Superior por una fuerte actividad tectónica que controló la sedimentación y propició la deformación de la cubierta sedimentaria.

La sedimentación mesozoica se inició diferencialmente en el tiempo y en el espacio, a partir del límite Triásico Tardío-Jurásico Temprano, con depósitos continentales de la Formación Todos Santos, posteriormente a esto durante el Jurásico Tardío una sedimentación marina sobre una plataforma interna carbonatada con ambientes que variaron de continentales con palinofórmos a ambientes de plataforma interna y externa con una gran variedad de algas dasicladáceas como *Salpingoporella*, *Acroporella*, *Heteroporella*, *Apinella* y de lituólidos como *Pseudocyclammina*, *Pseudospirocyclus*, *Everticyclammina* y *Anchispirocyclus* en las formaciones San Ricardo, Jericó y Cobán (Ornelas, 1997).

Del Tithoniano Tardío al Aptiano los ambientes variaron de plataforma abierta a litoral de las formaciones San Ricardo, Jericó y Cobán. Los ambientes de plataforma abierta del Tithoniano Tardío al Hauteriviano Temprano con calcipionélidos como *Crassicollaria*, *Calpionella*, *Calpionellopsis*, *Calpionellites* sucesivamente, nanocónidos y posteriormente a partir del Hauteriviano con los foraminíferos planctónicos *Leopoldina*, *Hedbergella*, *Globigerinelloides*, tintínidos como *Calpionella* y *Deflandronella* y radiolarios.

Para el Albiano y el Cenomaniano se depositaron extensas plataformas carbonatadas, las facies graduaron de plataforma interna semi-restringida con foraminíferos bentónicos como *Nummoloculina heimi*, *N. regularis*, *Dicyclus schlumbergeri*, *Murgeina apula*, *Pseudorhapydionina*, a facies pelágicas de rampa externa con calcisferúlidos, y con *Rotalipora appenninica*, *R. brotzeni*, *R. reicheli*, *Praeglobotruncana gibba*, *P. stephani*, *P. delrioensis*, *Rotalipora cushmani* en el Cenomaniano Temprano mientras que en el Cenomaniano Tardío predominaron *Whiteinella aprica*, *W. archaeocretacea*, *W. brittonensis*, *W. baltica*, *Clavibergella moremani* y *Hastigerinelloides watersi* y rocas siliciclásticas de las formaciones Sierra Madre y Jolpabuchil respectivamente.

A partir del Turoniano las condiciones varían drásticamente, las facies de plataforma graduaron de manera discordante a facies hemipelágicas de rampa externa somera a profunda de la Formación Jolpabuchil, las facies de rampa somera fueron propicias para el desarrollo de bancos de rudistas, corales, mientras que en ambientes más profundos proliferaron los calcisferúlidos y foraminíferos planctónicos como *Whiteinella* y *Dicarinella*.

Durante el Coniaciano-Santoniano las condiciones pelágicas se extendieron, dando lugar a la expansión de foraminíferos planctónicos de la Formación Jolpabuchil, las facies de cuenca fueron pobladas por foraminíferos planctónicos de los géneros *Marginotruncana*, *Globotruncana*, *Contusotruncana*, *Ventilabrella*, *Sigalia*, *Heterohelix* y *Hedbergella*.

Las condiciones pelágicas variaron diferencialmente durante el Campaniano-Maastrichtiano a facies someras de rampa interna con macroforaminíferos como *Vaughanina*, *Orbitoides*, *Sulcoperculina* y algas como *Lithophyllum berriozabalensis*, facies hemipelágicas de rampa externa y de talud con calcisferúlidos, rudistas, foraminíferos planctónicos y las facies pelágicas de cuenca con una gran diversidad de foraminíferos planctónicos de los géneros *Globotruncana*, *Globotruncanella*, *Contusotruncana*, *Racemiguembelina* y *Ventilabrella* principalmente.

SED-18 CARTEL

LATE PROTEROZOIC SEDIMENTARY CYCLES OF THE "CABORCA SEQUENCE" SONORA, MEXICO

Rodríguez Torres Rafael y Almazán Vázquez Emilio
Universidad de Sonora
rafael@geologia.uson.mx

The type locality of "Caborca Sedimentary Sequence" (CSS) is placed at Cerro Gamuza, 15 km south of Caborca town. Ocular inspection of previously measured section has permitted the definition of twenty sedimentary cycles, integrating Seven Sedimentary Cycles. Basement of the CSS is the "Bamori Metamorphic Complex" made of ortho and paragneises and which metamorphic event took place 1.675 Ga ago.

From the unconformity developed upon the BMC, in ascending order, the sedimentary units are:

First Supercycle of 655 m thick.

Cycle I.1-30m; supermature quartz sandstone (qtz ss); massive bedding.

Cycle I.2-20m; dolomitic qtz ss and sandy dolomite (dol) with stromatolitic structures, spheroids, and laminations.

Cycle I.3-605m; thin and laminated dol with algaecous structures.

Second Supercycle of 150m thick.

Cycle II.1-70m; quartz conglomerate and sandstone.

Cycle II.2-45m; qtz ss; sandy shales, and few dol horizons.

Cycle II.3-35m; qtz ss and some limestones.

Third Supercycle of 820m thick.

Cycle III.1-220m; mature, laminar, and thick bedded qtz ss.

Cycle III.2-450m; dol with stromatolites and some quartzites.

Cycle III.3-90m; thin bedded limestones.

Cycle III.4-60m; laminar and thin bedded dol.

Fourth Supercycle of 360m thick.

Cycle IV.1-70m; laminar to thin bedded and fine grained subarkoses.

Cycle IV.2-180m; bioturbated shales.

Cycle IV.3-30m; supermature, medium bedded, and fine to very fine grained qtz ss.

Cycle IV.4-80m; thin bedded dol; with stromatolites at the lower part.

Fifth Supercycle of 490m thick.

Cycle V.1-30m; quartzite and shale, medium bedded.

Cycle V.2-460m; light gray dol.

Sixth Supercycle of 280m thick.

Cycle VI.1-100m; supermature, medium stratification, medium to fine grained qtz ss.

Cycle VI.2-130m; dolomitic qtz ss, sandy dol, and shales with abundant tracks.

Cycle VI.2-50m; dol with qtz ss interfingering.

Seventh Supercycle of 90m thick.

Cycle VII.1-90m; litharenites.

The top of the Late Proterozoic CSS is the unconformity that separated this litharenite and an olivine porphyritic basalt flow (basanite) and volcanic conglomerates of probably Proterozoic age.

The depositional environment of CSS has been inferred as high energy conditions, perhaps as sandy bars and dunes, that favored the genesis of qtz ss. Associated with those bars there were very shallow perideltaic lagoons, characteristics of stromatolitic environments.

SED-19 CARTEL

ASOCIACIONES SEDIMENTOLÓGICAS Y FAUNÍSTICAS DE UN MONTÍCULO LODOSO CARBONATADO DE LA PLATAFORMA GUERRERO MORELOS, DE LA REGIÓN DE IXCATEOPAN, GUERRERO

Flores de Dios González Luis Antonio¹, Omaña Pulido Lourdes² y Alencaster Ybarra Gloria²

¹ Universidad Autónoma de Guerrero

² Instituto de Geología, UNAM
afloresdd@yahoo.com.mx

Se reporta por vez primera para el sur de México una secuencia de la Formación Morelos que corresponde a un montículo lodoso carbonatado caracterizado por una textura estromactítica, depositado en el borde de una rampa, en un mar somero de aguas cálidas.

La fauna de macrofósiles está constituida casi exclusivamente por rudistas, siendo la especie *Texicaprina kugleri* (Bouwman) absolutamente dominante. Las especies asociadas son *Mexicaprina quadrata* (Alencaster y Oviedo), *Mexicaprina alata* Filkorn, *Immanitas* sp., y especies nuevas de los géneros *Caprinuloidea* y *Coalcomana*. Además hay escasos corales y gasterópodos nerinídeos. La comunidad de foraminíferos bentónicos consta de *Dyctioconus walnutensis* (Carsey), *Coskinoloinoides texanus* Keijzer y el alga *Cayeuxia piae* Frollo. La asignación de la edad del depósito al Albiano medio está basada en la especie índice *Dyctioconus walnutensis*. Esta asociación faunística es semejante a la del Albiano medio de la Formación El Abra de la Plataforma Valles- San Luis Potosí.

SED-20 CARTEL

REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFIA DEL GRUPO BALSAS EN EL ÁREA DE AMACUZAC, ESTADOS DE MORELOS Y GUERRERO

Monter Ramírez Ahiram¹, Morán Zenteno Dante J.², Alba Aldave Leticia A.² y Centeno García Elena²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM
ahirammonter@hotmail.com

Desde su definición original el Grupo Balsas ha sido una denominación que se ha aplicado a secuencias continentales distribuidas en diferentes áreas y ubicado en diversas situaciones

tectónicas. La zona de Amacuzac es una de las áreas clásicas de afloramiento del Grupo Balsas descritas originalmente por Fries (1960) y es una de las áreas en donde se encuentra mejor expuesto.

El conocimiento sobre el entorno estratigráfico, tectónico y volcánico de esta zona ha experimentado recientemente progresos significativos y ha servido de marco de referencia para realizar una revisión de las características petrológicas, relaciones estratigráficas y ambiente tectónico del Grupo Balsas.

El Grupo Balsas en el área de Amacuzac tiene un espesor máximo de 2500 m y consiste principalmente de una secuencia inferior de conglomerados polimícticos y areniscas conglomeráticas que se vuelve predominantemente arenosa hacia las capas superiores. El contacto inferior de esta secuencia es una discordancia angular clara que la separa de la Formación Mezcala y la Formación Morelos. En ligera discordancia angular, descansa sobre la primera secuencia una secuencia superior de granulometría más gruesa, de conglomerados de caliza mal clasificados que incluye tamaños desde guijos hasta peñascos. Esta unidad está cubierta en ligera discordancia angular por la ignimbrita Tilzapotla para la cual se han reportado recientemente edades de K-Ar y Ar-Ar que varían entre 34 y 35 Ma. Las inclinaciones de las capas de ambas secuencias varían desde echados de 50° en la parte basal de la secuencia inferior hasta 15° en las capas de la secuencia superior. En la zona de Teacalco, al noroeste de Amacuzac, las dos secuencias están separadas por una unidad de ignimbrita dacítica vitro-cristalina moderadamente soldada que presenta característicamente cristales de cuarzo y biotita eudral. De un concentrado de biotita obtenido de esta ignimbrita se obtuvo una edad de K-Ar de 38.5 ± 1 Ma. Otras rocas volcánicas intercaladas en la secuencia incluyen andesitas basálticas con olivino y piroxenos e ignimbritas pumicíticas vitro-cristalinas con cristales de cuarzo y biotita eudral. Estas observaciones revelan que las rocas volcánicas intercaladas son contemporáneas al volcanismo de Taxco y a las primeras manifestaciones volcánicas en el área de Tilzapotla.

Las facies sedimentarias reconocidas indican que ambas secuencias se formaron como depósitos de abanico aluvial desarrollado al pie de la zona montañosa de Cacahuamilpa-Taxco. No existen indicios de que la inclinación variable de las capas se deba a fallamiento lístrico ya que las inclinaciones son en la misma dirección de la pendiente montañosa. Tampoco se reconocieron discontinuidades estructurales que sugieran un depósito en una fosa tectónica. Por lo anterior se interpreta al Grupo Balsas en esta área como un depósito intermontano de abanico aluvial. El cambio hacia la granulometría más gruesa de la secuencia superior se interpreta como producto del rejuvenecimiento de la zona montañosa que se produjo durante la formación de un domo de gran escala ubicado inmediatamente al sur y asociado a la evolución temprana de la caldera de Tilzapotla. El desarrollo de este domo fue también lo que originó el basculamiento de la secuencia estudiada.

SED-21 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA ENTRE JÁLTIPAN Y COATZACOALCOS, VERACRUZYussim Guarneros Sergio¹ y Arellano Gil Javier²¹ Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
yussim@servidor.unam.mx

Como parte de un proyecto de investigación más amplio, se llevó a cabo el levantamiento geológico estructural en la Región Salina del Istmo, que comprendió el análisis de una región de aproximadamente 2000 km², que se extiende desde el poblado de Sayula al poniente, hasta Coatzacoalcos en el noreste y Coahuila en el sur. El trabajo consistió en describir las principales características litológicas y petrofísicas de las unidades litoestratigráficas que afloran, que se encuentran en el subsuelo o que tienen alguna relación con las secuencias sedimentarias ubicadas en el área de estudio.

En la región aflora una secuencia sedimentaria que se extiende desde la Formación Salina (pre-Kimmeridgiano), seguida por una secuencia calcárea constituida por la Caliza Chinameca y la Caliza Sierra Madre, que se extienden en el tiempo desde el Kimmeridgiano-Barremiano la primera, hasta Albiano-Cenomaniano la segunda. Descansando sobre las unidades anteriores se extiende una secuencia clástica desde el Cretácico Superior hasta el Reciente. La secuencia se caracteriza por diferentes ambientes sedimentarios que varían desde plataforma clástica abierta, cercana a la playa, hasta fluviales (continentales). La anterior secuencia clástica presenta diferentes grados de consolidación, diferenciándose de los depósitos recientes que no la presentan. Con base en la geología superficial, los numerosos pozos que se han perforado con fines de exploración y explotación de azufre e hidrocarburos, y la información geofísica que se ha realizado de la región se caracterizó la distribución, forma, geometría y espesor de los domos salinos de la región, así como de las rocas encajonantes y de la cubierta sedimentaria de la Cuenca Salina del Istmo.

Desde el punto de vista estructural, el desarrollo de la región se ha caracterizado de la siguiente manera. Durante el Oligoceno el ascenso de los materiales evaporíticos jurásicos, en la Región Salina del Istmo, dio lugar a la deformación de la cubierta sedimentaria. Este proceso se reconoce como un sistema de pliegues dómicos, con sus ejes longitudinales orientados al NE. Los pliegues se exponen como una banda de anticlinales, que corresponden de oeste a este con los domos de Sayula, Jaltipan y Chinameca, y ligeramente al sur de éste último el de Cosoleacaque; bordeando a los anticlinales se identifican también bandas de sinclinales representados por bajos en la topografía. Por lo general los pliegues llegan a mostrar en su núcleo a la Formación Depósito del Oligoceno Superior; no obstante, en el núcleo del Domo de Chinameca aflora una secuencia calcárea que se corresponde con las rocas de la Formación Chinameca, de edad Jurásico Superior. El origen de los pliegues está relacionado con el empuje vertical de la sal sobre la cubierta sedimentaria, por lo que al no ser homogéneo, ni uniforme, las estructuras resultantes tampoco lo son. Así, el desarrollo de anticlinales está directamente relacionado con las cimas de los cuerpos de sal, mientras que los sinclinales se corresponden con los límites de los domos y por otra parte, propiamente con la superficie del cuerpo de sal, como es el caso del sinclinal que se encuentra entre Jaltipan y Petapa.

SED-22 CARTEL

EVOLUCIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL TITHONIANO EN LA ZONA MARINA DE CAMPECHEAguilera Franco Noemí, Prado Peña Marco Antonio, Ornelas Sánchez María y Santiago Gómez Cecilia
Instituto Mexicano del Petróleo
naguiler@imp.mx

El sistema de depósito del Tithoniano en el área Marina de Campeche, representa una sedimentación de 6.5Ma asociada a una etapa transgresiva y de ascenso relativo del nivel del mar que produjo el profundizamiento de la mayor parte del área durante el Tithoniano Superior.

El Tithoniano presenta una variación de espesores de 86m hacia la parte nor-occidental y de hasta 497m hacia la parte centro-oriental, que se refleja en las tasas de velocidad de sedimentación y que abarcan de los 0.12m/Ky a los 0.63m/Ky. El Tithoniano se dividió con base en los microfósiles así como en la aplicación de la Correlación Gráfica en Tithoniano Inferior (144.2Ma), Tithoniano Medio (146.0Ma) y Tithoniano Superior (148.0Ma).

El Tithoniano Superior esta representado por calizas arcillosas en partes bentoníticas y dolomías con intercalaciones de lutitas calcáreo-limosas con texturas de mudstone-packstone arcillosos con abundantes calpionélidos (*Crassicollaria massutiniana*, *Crassicollaria brevis* y *Crassicollaria intermedia*), nanoplacton calcáreo, radiolarios calcificados y sacocómidos (*Saccocoma arachnoidea*). La presencia del género *Crassicollaria*, nos permitió asignar este nivel como un horizonte nivelador y que corresponde a los 142.0Ma. Hacia la parte más nor-oriental del área de estudio, la presencia de dolomías inequigranulares de grano medio a fino así como la presencia de calizas oolíticas y bioclastos de rampa interna; lutitas limosas con palinomorfos y areniscas sin microfósiles hacia la porción sur-oriental indica una somerización del área.

El Tithoniano Medio esta representado principalmente en ambientes de rampa externa-cuenca de condiciones anóxicas. Las facies están constituidas por dolomías microcristalinas, lutitas calcáreas y mudstone-packstone arcillosos con abundante materia orgánica con radiolarios calcificados y piritizados y abundantes sacocómidos (*Saccocoma arachnoidea*). El Tithoniano Medio se considera el nivel generador en el área de estudio.

El Tithoniano Inferior esta representado por ambientes de cuenca en la porción nor-occidental que gradúa a ambientes de rampa externa-cuenca en la mayor parte del área. Se presentan también ambientes de rampa interna en la porción sur así como el establecimiento de condiciones lagunares semi-restringidas en la parte sur-oriental con un incipiente desarrollo de bancos de arenas carbonatadas que tienen su mayor expresión para el Kimmeridgiano y que representan las facies almacenadoras en el área de estudio.

El ambiente de cuenca esta representado por packstone arcillosos con radiolarios calcificados y piritizados, sacocómidos, fragmentos de peces, equinodermos y moluscos. El ambiente de rampa externa-cuenca esta constituida por mudstone arcillo-limosos y/o lutitas calcáreas con escasos sacocómidos y radiolarios calcificados, dolomías microcristalinas sin microfósiles, y packstone grainstones de peloides y oolitas con *Acicularia elongata*, *Acicularia jurasica*, *Rhaxella sorbyana*, *Cayeuxia piae* y *Salpingoporella sellii*. El ambiente de rampa interna esta constituido por packstone-grainstone de pelets y oolitas

con *Stomiosphaera moreti*, *Acicularia jurasica*, *Acicularia elongata*, *Rhaxella sorbyana*, *Cayeuxia piaie* y *Salpingoporella sellii* con influencia terrígena. El ambiente lagunar esta caracterizado por calizas arcillosas y dolomías sin microfósiles, areniscas de grano fino y limolitas con anhidrita, así como grainstone de peloides y bioclastos con *Thaumatoporella sp.*, *Cayeuxia sp.*, *Acicularia elongata* y *Acicularia jurasica*, fragmentos de moluscos y equinodermos.

SED-23 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA DE LA REGIÓN DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN

Callejas Moreno Judith¹, Centeno García Elena², Martínez Hernández Enrique² y Benammi Mouloud³

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geología UNAM

³ Instituto de Geofísica UNAM
judith_cm@yahoo.com

El área de estudio se encuentra en los alrededores de Tuzantla, al sur de la ciudad de Zitácuaro, estado de Michoacán. Las rocas que afloran en la región han sido cartografiadas anteriormente como unidades volcánicas cenozoicas o han sido correlacionadas con la Formación Balsas. Sin embargo, la cartografía de detalle nos ha permitido identificar varias unidades no descritas anteriormente para el área. La sucesión estratigráfica del área se describe a continuación de la base a la cima: Las rocas más antiguas están constituidas por derrames y brechas submarinos de composición básica, intercaladas con areniscas y lutitas (turbiditas volcanoclásticas) que contienen fragmentos de amonites y corales, hacia la parte superior presenta intercalaciones de caliza en capas delgadas. Los fósiles sugieren una edad probable Albiano-Cenomaniano y son similares a las unidades que afloran en la región de Huetamo, Michoacán. Estas fueron plegadas y erosionadas y sobre ellas descansa discordantemente una sucesión de capas rojas bien consolidadas (Formación Tuzantla) que esta formada de tres facies principales: a) facies Tiquicheo formada por paquetes gruesos limo-arenosos, masivos y de gran espesor; facies la Mexicana sobreyace a la facies anterior y es una arenisca conglomerática masivas o con estratificación incipiente y con lentes de conglomerado grueso, contiene clastos de rocas ígneas y abundante caliza, las partículas son subredondeadas y está mal clasificado; c) facies la Yerbabuena: constituida por arena conglomerática matriz soportada polimodal con lentes de conglomerado clasto soportado, con estratificación insipiente, en mayor porcentaje clastos volcánicos con arenas, conglomerado, granito y caliza en menor porcentaje. Estas unidades están en contacto por falla con un grueso paquete de conglomerados y areniscas conglomeráticas (Formación El Cabildo), a lo largo de dicha falla se emplazó un dique de varios kilómetros de longitud, que a su vez está afectado por fallas, con una orientación NE-SW.

Hacia el noroeste de la zona estudiada, la Formación Tuzantla está en contacto por falla con la Formación Mesa del Aire, que es un conglomerado masivo, con clastos de rocas volcánicas, mal clasificado, y polimodal. Todas estas unidades y estructuras fueron afectadas por fallas laterales con orientación NW-SE y fueron intensamente erosionadas formando un paleorelieve cercano al actual. A lo largo del paleocauce de un río previo al actual Río Tuzantla, se depositaron una serie de paquetes sedimentarios entre ellos la facies de enmedio, con estratificación media a delgada, sin gradación, de areniscas gruesas medianamente clasificadas con lentes conglomeráticos de partículas subredondeadas y de forma prismoidal,

clasto soportado; la facies gris, formada de un conglomerado fino de estratificación cruzada, de matriz limoarenosa, bien clasificado. Cubierta a su vez, en contacto concordante por un paquete grueso de Ignimbrita, que presenta restos de plantas fosilizadas hacia su base. Como resumen de manera preliminar, se han identificado por lo menos tres periodos de erosión y depósito de secuencias sedimentarias continentales, cuya edad aún se desconoce.

SED-24 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA DE TERRAZAS MARINAS DEL PLEISTOCENO TARDÍO, LAS ÁNIMAS, BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Quintana Araiza Gloria Gabriela¹, Schwennicke Tobias¹, López Forment Martha² y Hickman Carole²

¹ UABCS

² University of California, Berkeley, USA
quintana@uabcs.mx

Realizamos un estudio cartográfico y estratigráfico detallado de terrazas marinas del Pleistoceno Tardío (estadio isotópico 5e) en la región de Las Ánimas, Bahía de La Paz. Afloran a lo largo de la costa en la cima de mesas bajas.

Las terrazas se formaron en varias paleobahías con una morfología costera variada y sobreyacen a capas miocénicas (Formaciones El Cien y Comondú). Debido al contacto basal irregular, el espesor de las terrazas varía de 10 m a menor de 1 m, incluso sobre distancias muy cortas. Se distinguen varias capas principales las cuales a su vez incluyen una o más facies. Una sucesión típica inicia con un conglomerado coquinoide basal (capa 1), gradando hacia arriba a arenisca fosilífera (capa 2). Localmente la capa 1 está ausente y el sedimento basal de la capa 2 es limoso hasta fangoso. El contenido fosilífero y su abundancia varía de una localidad a otra. Predominan bivalvos y gasterópodos; además, se encuentran equinodermos (*Encope sp.*, *Diadema sp.*), rodolitos (*Lythopyllum sp.*) y fragmentos de coral. La bioturbación es abundante, dejando pocos relictos de estratificación. En muchas localidades, en la parte superior de la capa 2 aumentan los fragmentos de coral y transicionalmente encima se encuentran lechos extensos de coral (*Porites sp.*, *Pocillopora sp.*, *Astrangia sp.*), con espesores máximos de ~5 m (capa 3). Lateralmente, estos arrecifes pueden gradar hacia areniscas fosilíferas y rudstones arenosos de la parte superior de la capa 2. Sobreyaciendo a las capas 2 y 3, comunmente con un contacto marcado hasta erosivo, se encuentran areniscas fosilíferas y parcialmente conglomeráticas (capa 4), variando su espesor de <1 a >2 m. Entre los bioclastos abundan moluscos y rodolitos. Existe una burda estratificación cruzada (laminación de playa). Arenas eólicas poco consolidadas (capa 5) del Pleistoceno Tardío u Holoceno sobreyacen a la capa 4.

Hacia oeste, se observa la interdigitación con conglomerados contemporáneos de origen fluvial. Algunas localidades revelan la existencia de costas rocosas e incluso acantilados costeros.

Las terrazas se formaron en un ambiente costero durante un ciclo de transgresión y regresión. En la transgresión el mar inundó un relieve caracterizado por colinas y/o mesas bajas y con arroyos; se desarrolló una morfología costera más variada que la actual. El retrabajamiento en la zona costera produjo depósitos gruesos (capa 1). En bahías se desarrolló un ambiente marino somero con condiciones energéticas moderadas (capa 2). Al mismo tiempo, en algunas localidades existía un ambiente de playa frontal de alta energía

(capa 2). Localmente se formaron bancos de abrasión, acantilados costeros e islotes. Las bahías fueron colonizadas por corales y se formaron extensos arrecifes (capa 3). El ascenso del nivel del mar continuó, inundando partes más elevadas y transformandolas en bancos marinos. Acorde con el ascenso del nivel del mar, los corales también colonizaron superficies más elevadas. Finalmente inició la fase regresiva y depósitos de playas de alta energía y terrestres (capas 4 y 5) cubrieron los depósitos anteriores. El cambio faunístico registrado en las diferentes capas refleja la variación climática durante el ciclo transgresivo-regresivo.

Sesión

Sismología

Jueves 4

Salón Juárez 1

SIS-1

MODELO HETEROGENEO DE LA FUENTE DEL SISMO DEL SISMO DEL 15 DE JULIO DE 1996 OBTENIDO MEDIANTE EL METODO DE LA FUNCION DE GREEN EMPÍRICA Y ALGORITMOS GENETICOS

Garduño Hernández Luisa Noemi y Aguirre González Jorge
Coordinación de Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería,
UNAM
lgardunhoh@iingen.unam.mx

El trabajo consiste en obtener un modelo heterogéneo de la fuente de un sismo de mayor magnitud mediante el método de las funciones de Green y Algoritmos genéticos. En mi caso simularé el sismo que ocurrió el 15 de julio de 1996 con magnitud: , y usando uno de menor magnitud que es una réplica que sucedió el 18 de julio de 1996 con , y , ambos sismos ocurrieron en la costa del estado de Guerrero. Se usan los datos de 11 estaciones que se encuentran localizadas entre los 15 y los 294 kilómetros de distancia epicentral para el sismo principal, y entre los 8 y 290 kilometros para la réplica. Con el modelo homogéneo ya presentado con anterioridad obtuve un área de ruptura dividida en km. Ahora para el modelo heterogéneo se considero un área de Km. En la inversión usando algoritmos genéticos se considero un el número de individuos por generación igual 108, con un total de 11,664 individuos. Los valores invertidos, que dentro de algoritmos genéticos corresponden a genes, corresponden a los desplazamientos en el plano de la falla asociados a cada subfalla por lo que los desplazamientos que estamos encontrando son 36. Se esta invirtiendo los desplazamientos y dejando una velocidad de ruptura constante es decir no incluimos perturbaciones en tiempo. Las señales han sido filtradas en un rango de frecuencias de 0.04-1 Hz. Básicamente se toma la parte de las ondas S. Al comparar las formas de ondas modeladas con las sintéticas se ha podido observar que el parecido es un poco mejor que el que muestra el modelo homogéneo. En este resultado preliminar se observa que los mayores desplazamientos en el área de falla se concentran en forma de L sobre la parte más profunda y la frontera NW de la falla

SIS-2

GPS-CONSTRAINED COSEISMIC DISPLACEMENTS DURING THE 22 JAN. 2003 TECOMÁN MEGATHRUST EARTHQUAKE: EVIDENCE FOR ACCOMPANYING SLIP IN THE UPPER CRUST?

Schmitt Stuart¹, Sanchez Osvaldo², DeMets Charles¹, Stock Joann³, Marquez Azua Bertha⁴ y Reyes Davila Gabriel⁵

¹ University of Wisconsin, Madison, USA

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ California Institute of Technology, USA

⁴ Universidad de Guadalajara

⁵ Universidad de Colima

stuart@geology.wisc.edu

We examine GPS displacements and modeling results for the 22 January 2003 Mw=7.6 Tecomán earthquake, which was a subduction megathrust earthquake near the Cocos-Rivera-North America plate triple junction. Twenty-five GPS sites were occupied within ten days of the event, with eight sites operating during the earthquake, allowing direct observation of the coseismic geodetic signature of a large earthquake in this region. Near the main rupture, displacements are

directed toward the Middle America trench, indicating that the event released the expected trench-normal elastic strain there. But farther away from the main rupture displacements as large as 45 mm exhibited a coherent pattern inconsistent with that expected from a megathrust earthquake. Slip triggered along upper crustal structures such as the Manzanillo Trough and Colima Graben, and possibly on faults in the subducting oceanic lithosphere, may have influenced these far-field displacements. We will explore the possible effects of these structures on the surface displacement field.

SIS-3

THE SILENT EARTHQUAKE CONCEPT: MAIN IMPLICATION FROM A SIMPLE ANALYTICAL MODEL OF THE TSUNAMI PROBLEM

González González Rodrigo¹ y Sekerzh Zenkovich Sergey²

¹ Universidad de Sonora

² Institute for Problems in Mechanics, Russian Academy of Sciences, Rusia

rgonzlz@gauss.mat.uson.mx

The hydroelastic problem on tsunami waves generation was studied from an analytical point of view using simple models for the source of disturbing waves. In theory, the analyzed tsunamigenic parameters in the system permit to conclude that one of the the most important causes for the generation of tsunami waves, from a seismic origin, is related to the "silent or slow earthquake" phenomenon.

SIS-4

MODELOS DE RUPTURA SÍSMICA, ¿LA SOFISTICACIÓN INVALIDA LOS RESULTADOS DE LA SENCILLEZ?

Gómez González Juan Martín

Centro de Geociencias, UNAM

gomez@geociencias.unam.mx

La evolución en los métodos de modelado sísmico ha proporcionado una descripción más detallada de la distribución de la ruptura sobre la falla durante la ocurrencia de un sismo. Con la variedad de métodos que existe es posible invertir datos de forma conjunta, como ondas de volumen con ondas superficiales, datos de movimiento fuerte, deformación, etc. La sofisticación actual permite estimar el deslizamiento sobre la falla en 2D, sin embargo, aún no es claro qué tanto superan sus resultados a aquellos obtenidos con los métodos clásicos. La aparición de los primeros no implica que se desechen a los métodos clásicos, para demostrarlo comparamos resultados de algunas inversiones en 2D y 1D, evaluamos que tan diferente es en verdad la solución de éstos métodos. Para realizar dichas comparaciones nos basamos en resultados publicados sobre los sismos de Izmit en Turquía (Mw7.5, 17/08/1999), el del Salvador (Mw7.7, 13/01/2001) y el de Tecomán, Colima (Mw7.4, 22/01/2003). En general, varios de los parámetros muestran valores similares, como la calidad del ajuste de la forma de onda o el momento sísmico. Hay otros parámetros que son bastante diferentes, incluso entre aproximaciones similares, esto es más notorio en el sismo de Izmit, en la inversión del deslizamiento sobre la falla. Dado que la solución de los métodos de inversión no es única, se requieren restricciones adicionales o resultados de otro tipo de análisis, con otra resolución, para llegar a una solución válida. En el caso del sismo de Tecomán, sus señales y función fuente muestran una ruptura relativamente simple. Otros parámetros no reflejan esta simplicidad, como la propagación hacia abajo del plano de ruptura, la aparente

directividad hacia el continente, que no se observa en las señales, que incluso tiene una componente bilateral o la discrepancia de la profundidad del hipocentro entre los datos locales y teleísmicos. Estas discrepancias nos recuerdan que más que pensar en la supremacía de un método con respecto a otro, se requiere que los resultados correspondan a modelos físicamente válidos apegados a la realidad.

SIS-5

POSIBLE INTERACCIÓN DE ESFUERZOS EN UNA SECUENCIA DE GRANDES SISMOS RECIENTES DE INTERPLACA (M>7.3), EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DEL PACÍFICO EN MÉXICO

Santoyo Miguel Angel¹, Mikumo Takeshi¹, Quintanar Robles Luis¹ y Yagi Yuji²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Tsukuba, Japón
masantoyo@yahoo.com

Estudios recientes han mostrado que el agrupamiento espacio-temporal (clustering) de grandes sismos de subducción en México puede deberse a la interacción de esfuerzos cosísmicos. En este trabajo se estudia la posibilidad de interacción de esfuerzos en una secuencia de grandes sismos de interplaca, ocurridos en el segmento nor-occidental de la zona de subducción en México en un periodo de 12 años (1973-1985). Para este fin, estimamos los cambios espacio-temporales de los esfuerzos de Coulomb para cada sismo de la secuencia, tanto dentro del área de ruptura como en el plano extendido. Dicha estimación se realizó con base en la distribución cinemática de dislocaciones en el plano de falla, mismo que se encuentra en la interfaz entre las placas de Cocos y Norteamérica. Para este análisis, se asumió que previamente al inicio de la secuencia, la distribución de esfuerzos tectónicos en el plano de falla es homogénea. Así, los cambios de esfuerzos debidos a cada sismo en todo el plano extendido son sumados en función del tiempo, contribuyendo uno a uno al cambio en el estado de esfuerzos en la región. Así mismo, estimamos también los efectos debidos a la relajación de esfuerzos viscoelástica, encontrando que para el periodo de 12 años de duración de la secuencia, el decaimiento debido a esta relajación no excede el 15%. Los resultados muestran que el epicentro del sismo de Playa Azul de 1981 (M=7.3) ocurre dentro de los contornos de 0.5 Bar producidos por el sismo de Petatlán de 1979 (M=7.6). En el mismo sentido, el epicentro del sismo de Michoacán de 1985 (M=8.1) se encuentra localizado dentro de los contornos de 0.5 Bar, producidos por las contribuciones de los sismos de 1979, 1981, y el sismo de Colima de 1973 (M=7.5). Finalmente, el epicentro del sismo de Zihuatanejo de 1985 (M=7.6) se encuentra ubicado dentro de las contribuciones de los sismos de 1979, 1981 y 1985. Con base en lo anterior, los resultados sugieren la existencia de interacción de esfuerzos cosísmicos entre los sismos de la secuencia en estudio.

SIS-6

TIEMPOS DE RECURRENCIA DE SISMOS FUERTES EN LAS FALLAS DE WELLINGTON Y WAIRARAPA, NUEVA ZELANDIA, BASADOS EN VALOR B LOCAL

Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón¹, Langridge Robert M.² y Villamor Pérez Pilar²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Institute of Geological and Nuclear Sciences, New Zealand
ramon@geociencias.unam.mx

La estimación de tiempos de recurrencia (TR) de eventos sísmicos potencialmente dañinos en fallas activas es de crucial importancia en los estudios de riesgo sísmico así como para tener un mejor entendimiento de la tectónica de una región. La manera tradicional de obtener una estimación preliminar de tiempo de recurrencia (también llamado tiempo de retorno) está basada en la extrapolación hacia magnitudes mayores, de la relación Frecuencia-Magnitud, mejor conocida como ley de Gutenberg-Richter. En estudios recientes se ha visto que es posible mejorar las estimaciones de TR si se ubica la zona de mayor acumulación de esfuerzo en una falla y las estadísticas de ocurrencia de eventos pequeños a medianos se lleva a cabo centrada en dicha zona. A este concepto se le ha denominado estimación de Tiempo de Recurrencia Local (TL). La ubicación de las zonas de alto esfuerzo se basa en las características de valores a y b para un volumen alrededor de la zona de falla. En este trabajo se presenta una aplicación de esta técnica a las fallas de Wellington y Wairarapa, en la Isla Norte de Nueva Zelandia, que son dos regiones que cuentan con extensa información paleosísmica y datos de muy alta calidad. Los resultados de las estimaciones de TL se comparan con las observaciones de paleoeventos para demostrar la capacidad de la técnica y se discuten tanto los alcances como las limitaciones del método.

SIS-7

ESTUDIO SÍSMICO EN EL SURESTE DE LA ISLA SOCORRO, ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, OCEANO PACÍFICO

Valenzuela Wong Raúl¹, Galindo Marta², Pacheco Alvarado Javier F.¹, Iglesias Mendoza Arturo¹, Terán Luis F.¹, Barreda José L.³ y Coba Carlos³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization

³ BUAP

raul@ollin.igeofcu.unam.mx

En junio de 1999 realizamos un estudio sísmico en el sector sureste de Isla Socorro. Se instalaron cinco sismómetros portátiles de banda ancha. Se descubrió que las densidades espectrales de potencia en los cinco sitios son relativamente ruidosas en comparación con las curvas de referencia para todo el mundo. Este resultado concuerda con las observaciones que se han realizado en otras islas pequeñas. Las densidades espectrales de potencia permanecen constantes sin importar la hora del día o el día de la semana. Los efectos del ruido cultural en la isla son muy pequeños. Se identificaron los sitios con menor y mayor ruido. Esta información se utilizó para determinar la ubicación de la estación de fase T (terciaria) construida conjuntamente por la Universidad Nacional Autónoma de México y la Organización del Tratado para la Prohibición Completa de Ensayos Nucleares. Durante la duración del estudio se registraron seis sismos. Estos

ocurrieron a distancias epicentrales entre los 42 y los 2202 km y sus magnitudes van de 2.8 a 7.0. Dos sismos pequeños (magnitudes 2.8 y 3.3) ocurrieron cerca de la isla, en la Zona de Fractura de Clarión. Los cuatro sismos más grandes y más lejanos generaron ondas T. La onda T producida por un sismo cerca de la costa de Guatemala tiene una duración de aproximadamente 100 s y una frecuencia entre 2 y 8 Hz, con su amplitud máxima alrededor de los 4.75 Hz. El terremoto de Tehuacán del 15 de junio de 1999 (magnitud 7.0) produjo ondas P-a-T y S-a-T, ambas con energía entre 2 y 3.75 Hz. Este sismo ocurrió dentro de la placa subducida de Cocos a una profundidad de 60 km y estuvo alejado de las costas del Océano Pacífico. Por lo tanto, un segmento importante de la trayectoria corresponde a la propagación de la onda por la Tierra sólida. La energía se transmitió inicialmente en forma de ondas sísmicas P y S, probablemente por dentro de la placa subducida, y después llegó al talud continental donde se convirtió en energía acústica al pasar al agua del mar. La duración total de la fase T es cercana a los 500 s y su amplitud máxima se alcanza unos 200 s después de la llegada de la onda P-a-T. La fase T contiene energía a frecuencias entre 2 y 10 Hz y su amplitud máxima se presenta alrededor de los 2.5 Hz. También se registraron las ondas T producidas por un sismo en Guerrero y otro en la Zona de Fractura de Rivera.

SIS-8

FASES SÍSMICAS REGIONALES DE PROFUNDIDAD

Pacheco Alvarado Javier F.
Instituto de Geofísica, UNAM
javier@ollin.igeofcu.unam.mx

En los últimos 5 años se han registrado, en México, temblores que se localizan cercanos a la costa, con profundidades entre 25 y 45 km. Estos temblores ocurren dentro de la placa subducida y por lo tanto son sismos intraplaca. El estudio de las características de estos temblores, en cuanto a mecanismo de fallamiento y profundidad de foco, es importante para definir el estado de esfuerzos de la placa subducida. Además, los sismos del 11 de Enero de 1997 (Mw 7.2) y del 30 de Septiembre de 1999 (Mw 7.5) son un ejemplo del peligro sísmico que representan las rupturas intraplaca cercanas a la costa.

La red sísmica actual con que cuenta el Servicio Sismológico Nacional de México consta de 22 estaciones sísmicas, de banda ancha, distribuidas en el Centro-Sur de México. Esta baja densidad de estaciones no permite localizar con la precisión deseada los sismos que ocurren dentro de la red. Es por ello que se buscaron fases sísmicas regionales que permitan determinar con mayor precisión la profundidad de los focos sísmicos.

En este trabajo se presentan dos fases sísmicas regionales que permiten determinar la profundidad de los temblores con datos distantes de la red sísmica del SSN. La primera fase que se presenta es una conversión de S a P en la superficie, que se propaga como Pn (sPn). La segunda fase es una combinación de dos fases, la primera es una onda S convertida a P en superficie (sP), junto con la conversión de S a P en superficie y reflexión en el Moho como P (sPmP). Estas dos fases o conjuntos de fases permiten obtener mayor precisión en la localización del foco en la ausencia de registros locales.

SIS-9

CARACTERÍSTICAS DE FALLAMIENTO DE SISMOS (4.1 $\leq M \leq 5.3$) DE LAS SIERRAS PENINSULARES DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio y Munguía Orozco Luis
Depto. de Sismología, CICESE
vidalv@cicese.mx

Con el propósito de conocer el momento sísmico, la profundidad focal y la geometría de fallamiento de sismos de las Sierras Peninsulares de Baja California, se efectuó el modelado de sus formas de onda. Los sismogramas modelados fueron registrados a distancias de 180 a 245 km en estaciones de banda ancha de la red de Anza y TERRAScope en California. Para el cálculo de los sismogramas sintéticos se decidió utilizar funciones fuente triangulares (de 0.4 a 1.0 segundo de duración), el modelo de corteza del sur de California y valores de Qs independientes de la frecuencia (300, 600 y 1000). Con base en el modelo de fractura de cizalla, se calculó funciones de Green mediante el uso de programas basados en el método de integración del número de onda. Las funciones de Green obtenidas para tres tipos de fallas elementales (de desgarre, de gravedad y de movimiento vertical en un plano de falla inclinado a 45 grados) se combinaron para obtener los sismogramas sintéticos. Una transformación de coordenadas permitió obtener las series de tiempo sintéticas en función de los parámetros que definen la geometría de una falla (acimut, echado y ángulo del vector de deslizamiento). La comparación entre los sismogramas sintéticos y los observados (a frecuencias de 0.1 a 0.5 Hz) es buena, considerando las distancias fuente-receptor utilizadas. Sin embargo, fue difícil modelar la componente de movimiento tangencial para casos de sismos con trayectorias epicentro-estación próximas a la zona de transición entre las Sierras Peninsulares de Baja California y el Valle Mexicali-Imperial. Esta dificultad se interpreta como una evidencia de la heterogeneidad entre ambas subregiones. Los momentos sísmicos resultantes de la modelación están comprendidos en el intervalo de 8.4×10^{21} a 4.5×10^{23} dina-cm. La geometría de la fuente de tres de los sismos estudiados (magnitudes alrededor de 4.3) indica fallamiento de rumbo lateral derecho con componente de tipo normal. Los dos sismos de magnitud 5.3 no están asociados a alguna traza superficial de falla y la solución que se prefirió en ambos casos indica fallamiento de rumbo lateral izquierdo con componente normal en un caso y con componente inversa en el otro.

SIS-10

RENOVACION DE LA RED SISMOTELEMÉTRICA DEL VALLE DE MÉXICO, SISMEX

Cuenca Sánchez Julio y Rodríguez González Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
jccsa@pumas.ingen.unam.mx

Desde el año de 1973 a la fecha la red sismotelemétrica (SISMEX) registra en forma continua la sismicidad local en el entorno de la cuenca de México, usando el equipo original construido en el Instituto de Ingeniería, UNAM. Los datos han dejado de ser de interés primordial para los sismólogos debido principalmente al rango dinámico propio del sistema. Con objeto de que la información que provee SISMEX sea nuevamente indispensable en los estudios sismológicos de la cuenca de México se avanza actualmente en la renovación de la red. El primer aspecto estudiado es el número limitado de estaciones.

Aún cuando se une la información de tiempos de arribo generada por SISMEM con los tiempos obtenidos por la red RSVM, encontramos que entre enero y junio de 2004, diez de 22 sismos locales fueron registrados por tres o menos estaciones, epicentros que en caso de consignarse tienen incertidumbres mayores a cinco kilómetros. Para conocer el umbral de detección en la cuenca de México se efectuaron mediciones de la amplitud del movimiento del terreno en el ancho de banda de 1-25 Hz, en un perfil Norte-Sur y dos Este-Oeste. Sismos locales con profundidades menores de 10 km, y magnitud $M_c=2.0$ pueden registrarse adecuadamente a distancias epicentrales menores de 12 kilómetros.

SIS-11

MODERNIZACIÓN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Vidal Villegas José Antonio, Munguía Orozco Luis, Arregui Ojeda Sergio, Orozco León Luis, Gálvez Valdéz Oscar, Farfán Sánchez Francisco y Méndez Figueroa Ignacio
 Depto. de Sismología, CICESE
 vidalv@cicese.mx

Con el propósito de mejorar el servicio que proporciona la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), está en proceso la modernización de sus sistemas. Esta red está constituida actualmente por 12 estaciones de periodo corto, tres estaciones de banda ancha y una estación de periodo largo. La modernización de RESNOM se lleva a cabo en: los sistemas de detección y captura, el procesamiento de la información sísmica registrada, la difusión de los resultados y la instrumentación electrónica. Con base en el sistema operativo LINUX, los sistemas de detección y captura fueron rediseñados, con el propósito de acondicionar las señales digitales recibidas (decodificación, cambio de formato e inclusión de marcas de tiempo), efectuar la detección automática (mediante el uso del algoritmo STA/LTA) y visualizar las señales sísmicas registradas. A partir de junio de 2002, el procesamiento estándar de los sismos registrados (lectura de tiempos de arribo, localización hipocentral y cálculo de magnitudes) se realiza con el uso del programa SEISAN. La base de datos actual de RESNOM sigue el formato y la estructura propuesta en dicho programa. Con respecto a la difusión de los resultados, ésta se hace a través de Internet en donde el usuario especializado encuentra información de sismos recientes, boletines de información sísmica, así como la posibilidad de generar catálogos de hipocentros y tiempos de arribo de sismos de la región norte de Baja California principalmente. Usuarios menos especializados encuentran además, información general sobre temas de sismología. Actualmente se trabaja en el mejoramiento de la instrumentación electrónica dedicada al registro de las señales de periodo corto y periodo largo. Con el uso de convertidores A/D de 16 bits, nuestro propósito es ampliar de 72 hasta 96 dB el rango dinámico de este tipo de señales. En la exposición discutiremos acerca de los avances obtenidos en dicho proceso.

SIS-12

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD DETECTADA POR LA RED SISMOLOGICA DEL NORESTE DE SONORA

Romero De la Cruz Oscar¹, Jacques Ayala César¹ y Castro Escamilla Raúl²

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² Depto. de Sismología, CICESE
 oromero@geologia.unam.mx

Eventos sísmicos recientemente registrados por la RESNES nos han permitido iniciar el análisis de la sismicidad de la región noreste de Sonora y su relación con los sistemas de fallas normales localizadas en la margen oeste de la Sierra Madre Occidental.

La red sísmica RESNES consiste de 10 estaciones digitales autónomas, una de banda ancha y 9 modelos K2 con 4 canales de registro. Esta red se extiende al sur por cerca de 190 km, desde la frontera con Arizona hasta Moctezuma, en el segmento Otates del sistema de fallas normales que generaron el evento de Bavispe de 1887 ($M_w=7.4$).

Para analizar la sismicidad, seleccionamos eventos que estuvieran registrados en al menos 3 estaciones y que los registros permitieran determinar los tiempos de arribo de al menos 4 fases sísmicas. Los tiempos de arribo de las estaciones de RESNES se complementaron con datos de dos estaciones de la red regional NARS-Baja (Network of Autonomously Recording Seismographs of Baja California) localizadas en Caborca (NE80) y El Novillo (NE81). Los datos de estas estaciones permitieron determinar epicentros de eventos localizados fuera de la red local.

Los eventos localizados tienden a concentrarse cerca del segmento Pitaycachi y algunos en la región central de la red, cerca del segmento de la falla Teras. También localizamos un enjambre de eventos al noroeste de la red, en la región de Nogales, que puede relacionarse con el sistema de fallas normales Imuris. Los eventos del enjambre de Nogales tienen magnitudes $M \sim 2.7-3.4$ y están distribuidos en la dirección NW-SE, entre Nogales y Cananea. Esta dirección coincide con la orientación del rumbo predominante del sistema Imuris.

SIS-13

NUEVOS PROCESOS EN LOS ANDES: EVIDENCIAS Y PROBLEMAS

Ramos Víctor A.

Laboratorio de Tectónica Andina, Universidad de Buenos Aires
 ramos@uba.ar

Uno de los paradigmas más importantes que en las últimas décadas explicaba los pulsos de deformación en un sistema de subducción activa estaba relacionado con las tasas de convergencia. Los clásicos estudios de Pardo Casas y Molnar (1987) relacionaban las orogénias incaica y quechua a períodos de alta velocidad de convergencia relativa entre la placa de Nazca y la de Sudamérica. En los últimos años a través de estudios magnetoestratigráficos de los depósitos sinorogénicos se pudo comprobar una relación inversa entre tasas de acortamiento orogénico y velocidad de convergencia. Proliferos estudios geocronológicos demostraron que las máximas tasas de acortamiento se producían en los últimos 9 millones de años, período donde se registraba una importante desaceleración de la velocidad de convergencia.

A su vez los estudios sobre la evolución magmática de los arcos volcánicos cenozoicos demostraron que tanto el engrosamiento cortical, como la erosión cortical por subducción producían residuos eclogíticos en la base de la corteza (Kay y Kay, 1993, Stern 1991), y una señal adakítica en las rocas volcánicas producidas en ese período. Esta señal adakítica podría ser permanente o transitoria de acuerdo al proceso responsable de su formación. Como consecuencia de este proceso se genera en la base de la corteza una inestabilidad gravitacional entre las eclogitas y el manto astenosférico.

Los estudios de James y Sacks (2000) junto con los de Kay et al. (2000), ilustraron los procesos asociados a la horizontalización y al empujamiento de la zona de Wadati-Benioff. Un ciclo orogénico completo que lleve a la generación de un flat-slab con su consecuente silencio volcánico, y a un posterior resurgimiento de la actividad volcánica, produce una serie de procesos que culminan con la delaminación tanto del manto litosférico como de la corteza inferior. Esta delaminación elimina la inestabilidad gravitacional e incrementa el gradiente térmico de la corteza, a la vez que al retirar de la corteza inferior el material eclogítico, disminuye drásticamente su resistencia a la deformación.

El análisis de los tiempos de delaminación y de deformación en el antepaís, permiten proponer que la aceleración de la velocidad de acortamiento orogénico se produce por un debilitamiento de la corteza inferior y por ende su respuesta es independiente de la tasa de convergencia al momento del levantamiento orogénico.

Esta hipótesis se ha confirmado por diferentes métodos geofísicos (véase Yuan et al. 2000) que ilustran el estado termal del manto litosférico, el desarrollo de transiciones frágil-dúctiles en la corteza, y que recientemente han mostrado los procesos de delaminación activa en sectores específicos de la Cordillera de los Andes.

Si bien hay evidencias de continuas ondas de variación de la inclinación de las zonas de subducción a lo largo los Andes (Ramos y Folguera, 2004), las evidencias de delaminación son más restringidas, lo que plantea la necesidad de identificar los procesos de delaminación en diversos sectores con diferente composición cortical y espesor, dado la variedad de respuestas que pueden generar estos procesos.

Sobre esta base se concluye que el análisis interdisciplinario entre la evolución estructural, sedimentaria y magmática de la Cordillera de los Andes permiten una comprensión más activa de los procesos que llevan a su formación.

SIS-14

EFFECTS OF STATION DISTRIBUTION ON EARTHQUAKE LOCATION ACCURACY

Mendoza Carlos
Centro de Geociencias, UNAM
cmendoza@geociencias.unam.mx

In general, the location accuracy of any seismic event at any given time for any network configuration depends not only on the validity of the velocity model and the phase-arrival measurement errors but also on the distribution of the stations that record the event. The uncertainty in location due to the station configuration can be examined using the computer program LOK developed by Zivcic and Ravnik (2000, New Manual of Seismological Observatory

Practice, <http://www.seismo.com/msop/nmsop/nmsop.html>). This program calculates hypocenter error ellipsoids for sources distributed uniformly along the length and width of a prescribed region encompassing the seismic network of interest. Errors in the P and S arrival times and uncertainties in the velocity model can be specified to identify the location errors resulting from the geometric distribution of the stations. The program is currently being applied to earthquakes in the Puerto Rico-Virgin Islands region to derive realistic epicentral-error maps based on varying degrees of uncertainty in the assumed crustal velocity model.

SIS-15

AN ESTIMATE OF SHEAR-WAVE Q OF THE MANTLE WEDGE IN MEXICO

Singh Shri Krishna¹, Pacheco Alvarado Javier F.¹, García Jiménez Daniel² y Iglesias Mendoza Arturo¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universidad Complutense, España
krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

Seismic imaging of the mantle wedge in Mexico has been problematic because of lack of seismographs in the back arc region. In recent years, a broadband seismic station, LVIG, has been operating at Laguna Verde nuclear power plant, located along the Gulf of Mexico, about 100 km north west of Veracruz. The wave paths from some earthquakes, especially in slab events located below north Oaxaca and Tehuantepec regions, partly travel through the mantle wedge. We make use of the LVIG recordings to infer Q of this zone. For this purpose, we compare source spectra estimated from LVIG recordings with the corresponding median source spectra. We find that for some events the two spectra are roughly equal while for the rest the spectra retrieved from LVIG are much lower than their median source spectra. A close examination reveals that the lower spectra at LVIG are associated with earthquake whose wave paths (a) pass below the active Popocatepetl volcano (where low Q has been previously reported), or (b) partly traverse through the mantle wedge. If the wave paths neither cross the volcano nor pass through upper mantle wedge then the source spectra estimated from LVIG data are close to the median spectra. These observations permit us to estimate an upper bound of shear-wave Q of the mantle wedge, $Q(f) \sim 120f^{0.75}$ (0.1 $\leq f \leq 10$ Hz), which is significantly smaller than $Q(f) = 251f^{0.58}$ for the average path involving subducted slab and continental lithosphere. The study predicts diminished ground motions at sites along the Gulf of Mexico (including the Laguna Verde nuclear power plant) if the waves pass through the low-Q mantle wedge or low-Q zone below the Popocatepetl volcano.

SIS-16

SISMICIDAD HISTÓRICA Y PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO DEL SUELO EN EL NE DE MÉXICO (24-31°N, 97-106°W)

Galván Ramírez Iván Noé y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
ivan_galvan@prodigy.net.mx

Este trabajo constituye un primer estudio para entender la respuesta sísmica en el Noreste (NE) de México. Presentamos una compilación de la sismicidad histórica y reciente ocurrida en el área de estudio y su posible relación con distintos eventos geológicos. Por otro lado, generamos mapas de aceleraciones pico del suelo (PGA) a partir de las ecuaciones de atenuación sísmica desarrolladas por Toro

et al. (1997), poniendo énfasis en tres distintos escenarios: dos terremotos históricos generados en el área de estudio: Parral, Chihuahua (MW = 6.5) 1928 y Valentine, Texas (MW = 6.4) 1931; y un tercer escenario es elaborado de manera similar para el máximo terremoto capaz de ser originado en el SW de Texas.

Finalmente, obtuvimos los espectros de aceleración de fuente para estos escenarios (con el modelo omega cuadrado) y la función de atenuación teórica con valores de Q válidos para la región, los resultados fueron comparados con los obtenidos con otros modelos de atenuación, observando una amplia similitud entre ellos. Los mapas creados muestran aceleraciones pico relacionadas a intensidades de hasta 7.5; el cual representa un alto riesgo para las principales ciudades del NE de México donde la mayor parte de las obras civiles son creadas sin tomar en cuenta factores de riesgo sísmico.

SIS-17

EFFECTOS DE TRAYECTO EN EL MOVIMIENTO SÍSMICO DEL CENTRO DE MÉXICO

Cárdenas Soto Martín¹, Ferrer Toledo Hugo² y Chávez García Francisco³

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³ Instituto de Ingeniería, UNAM
martinc@servidor.unam.mx

Se presentan resultados del análisis de datos de movimientos fuertes (11 eventos, $5.5 < M < 7.5$) registrados: a) a lo largo de una línea de estaciones situadas entre Iguala, Gro. y la Ciudad de México, y b) en una red de seis estaciones ubicada en la ciudad de Toluca. Todas las estaciones están situadas en roca. El objetivo es investigar los efectos de trayecto en el movimiento sísmico del centro de México generado por sismos en la zona de subducción de la costa del Pacífico. Los resultados muestran que los efectos de trayecto ocasionan una importante amplificación e incremento de la duración del movimiento sísmico en las estaciones localizadas dentro del Eje Volcánico Transmexicano (EVT).

El análisis de los registros para periodos mayores de 5 segundos muestra que la estructura tridimensional de la corteza actúa como una eficiente guía para ondas superficiales generadas a distancias mayores de 200 km. En periodos más cortos, de 2 a 6 sec, observamos una gran amplificación e incremento de la duración del movimiento sísmico asociado a la propagación regional de modos superiores de ondas superficiales. Al correlacionar nuestros resultados con estudios geológicos y gravimétricos recientes, determinamos que esta amplificación es causada por el contraste de impedancia entre rocas volcánicas de baja velocidad del EVT y rocas cretácicas más competentes subyacentes. El incremento de la duración del movimiento sísmico se debe a la conversión de modos en la frontera sur del EVT. Esos efectos de trayecto en la banda de 2 a 6 sec de periodo son importantes para el movimiento sísmico en la ciudad de México debido a que los depósitos de suelo blando de la zona de lago amplifican considerablemente el movimiento sísmico en esa misma banda de periodos.

SIS-18

SIMULACIÓN DE UN ESCENARIO SÍSMICO PARA LA ZONA DE LA PRESA LA PAROTA USANDO EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS

Valverde Placencia Antonio y Aguirre Gonzalez Jorge
Coordinación de Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería,
UNAM

AValverdeP@iingen.unam.mx

Se realiza la simulación de movimiento fuerte de un sismo virtual, cuyo foco se localiza en el Gap de Guerrero, mediante una simulación numérica.

Utilizamos el método de diferencias finitas, el cual en la última década ha sido de gran ayuda en el ámbito de la sismología, en especial los métodos de dominio debido a su gran eficiencia. La simulación se lleva a cabo utilizando un esquema de desplazamiento en diferencias finitas de segundo orden de exactitud para el caso de onda SH 2D (Pitarka 1994).

El método de diferencias finitas se aplica a un modelo de corteza en dos dimensiones (Valdez et al 1966) que abarca parte de piso oceánico, la trinchera oceánica y parte de la corteza continental.

El objetivo práctico de esta simulación es conocer la influencia de la geometría de la zona de subducción en la distribución de movimientos en la zona donde tendrá lugar la construcción de la presa la parota.

El código que se utiliza en este trabajo se programó para hacer una formulación heterogénea con una aproximación de segundo orden de exactitud en un esquema de desplazamiento, este código cuenta con condiciones de frontera absorbentes propuestas por Reynolds (1978), contiene un filtro convolutivo para mapear una fuente puntual a una fuente lineal.

Para validar el modelo comparamos los sismogramas sintéticos con los registros observados del sismo de 25 de abril de 1989, integrados y filtrados en la misma banda de frecuencias que la señal simulada (hasta 1.2 Hz), de la estación San Marcos.

SIS-19

ANÁLISIS DE ARREGLOS DE MICROTREMORES PARA LA CIUDAD DE URUAPAN MICHOACAN APLICANDO EL METODO SPAC

Vázquez Rosas Ricardo¹, Aguirre González Jorge¹, Garduño Monroy Víctor Hugo² y Mijares Arellano Horacio¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
rvazquezr@iingen.unam.mx

El método SPAC (por su nombre en inglés Spatial Autocorrelations Method), fue propuesto por Aki (1957), y tiene el propósito de obtener el modelo estructural del subsuelo a partir de registros simultáneos de microtremores en un arreglo de estaciones (para aplicar este método se requiere un mínimo de tres estaciones).

Para la ciudad de Uruapan se realizaron mediciones de microtremores usando sensores Guralp de tres canales de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 18

arreglos en forma de triángulos equiláteros, de una distancia de 1km. Entre cada uno de sus vértices procurando cubrir toda la ciudad, y al mismo tiempo tener el mayor número de registros posible.

Se instalaron también dos acelerómetros K2 que se ubicaron: en dos tipos de suelo, uno en roca y otro en suelo blando. Estos acelerómetros se quedaron instalados durante un mes, dentro del cual se logró registrar un evento sísmico que fue de gran apoyo para este trabajo de investigación.

En conjunto con la geología del lugar, La ciudad de Uruapan se localiza en un límite sur del Cinturón Volcánico Mexicano, en una depresión que fue ocupada por el vulcanismo monogenético del corredor tarasco, este está descansando sobre rocas graníticas que afloran a pocos kilómetros al sur de la ciudad.

Anteriormente con los datos del presente trabajo se realizó un estudio de microtemores usando el método de Nakamura obteniendo así el periodo fundamental, en los que se determinaron periodos máximos de alrededor de $T=0.6$ seg. y mínimos de $T=0.10$ seg. Con estos valores de periodos se elaboró la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Uruapan Michoacán con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

Ahora para el presente trabajo aplicaremos el método SPAC a los datos de microtemores. Primero calculando la curva de dispersión de ondas Rayleigh y, a partir de ella, estimar un modelo de velocidades para cada arreglo. Después con la información de todos los arreglos, llegar a obtener un modelo tridimensional.

En cada arreglo se grabaron registros de vibración ambiental (microtemores) durante 1800 segundos, lo que nos permite realizar el análisis de 21 ventanas consecutivas de 81.92 segundos para cada uno.

Donde el análisis se considero solo para algunos triángulos.

Resultados preliminares, considerando solo una capa o estrato sobre un semi-espacio, arrojan una velocidad de ondas S de $V_s=2200$ m/s para el semi-espacio. Y el estrato superficial tiene una velocidad de ondas S de $V_s=200$ m/s, con un espesor de 110 m. Este resultado preliminar es para uno de los 18 arreglos aunque, dada la falta de correlación en altas frecuencias, la velocidad del estrato superficial no está bien controlada.

SIS-20

EFFECTO DE SITIO EN LA CIUDAD DE ACATLÁN, PUEBLA

Vega Rocha Daniel, Lermo Samaniego Javier Francisco, Bernal Esquia Yesenia Isabel, Antayhua Vera Yanet y Chavacán Ávila Marcos

Instituto de Ingeniería, UNAM
DVegaR@ingen.unam.mx

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio acerca del efecto de sitio en la ciudad de Acatlán de Osorio, Puebla. Para evaluar el comportamiento dinámico del suelo en esta localidad, utilizamos tres métodos de campo: 1) Registros de vibración ambiental (microtemores); 2) Arreglos de microtemores (arrays); 3) Refracción sísmica, generando ondas de cortante (SH) y de compresión. A partir de la información que obtuvimos de estas pruebas, se muestra un mapa de curvas de isoperiodo, un mapa de

curvas de isoamplificación relativa, así como perfiles corticales de velocidades de ondas de cortante; retomando éstos últimos, aplicamos un modelo unidimensional de propagación de ondas para estimar la respuesta teórica de las estratigrafías correspondientes.

Por otro lado, evaluamos cualitativamente la vulnerabilidad sísmica de dos estructuras de adobe de un solo nivel: una construida sobre suelo blando y otra en terreno firme. Para determinar los periodos dominantes de traslación y de torsión, obtuvimos registros de vibración ambiental en la planta baja y en la azotea de cada estructura. Al final, utilizando el mapa de curvas de isoperiodo, comparamos el periodo dominante de traslación de cada estructura con el correspondiente periodo dominante del suelo; así, comprobamos la posible presencia del fenómeno de resonancia dinámica en las edificaciones de adobe durante un sismo en la ciudad de Acatlán.

SIS-21

EFFECTO DE SITIO Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD Y PUERTO DE VERACRUZ

Torres Morales Gilbert Fco.¹, Lermo Samaniego Javier Francisco² y Mora González Ignacio¹

¹ Universidad Veracruzana

² UNAM

gitorres@uv.mx

La ciudad y puerto de Veracruz a lo largo de su historia ha experimentado los efectos nocivos de los sismos en sus construcciones, como los sismos de Xalapa, Orizaba y principalmente el sismo de Veracruz de 1967, es por esto que la Universidad Veracruzana ha realizado estudios de la zona encaminados a evaluar los efectos de sitio de los suelos de la ciudad y la vulnerabilidad sísmica de sus diferentes estructuras y actualmente cuenta con 3 estaciones de monitoreo sísmico permanente en la ciudad, con lo que se pudo obtener un estudio de Microzonificación Sísmica de la zona conurbada Veracruz, que logró la delimitación del área por sus características geológico-geotécnicas así como por su efecto de sitio.

Actualmente, se realiza un trabajo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la zona conurbada donde se clasifican las estructuras de acuerdo a sus características principales como son: el número de niveles y el tipo de material de construcción, además de instrumentar algunas estructuras tipo y obtener las características dinámicas mediante vibración ambiental.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos en el estudio de Microzonificación Sísmica para el centro histórico de la ciudad y su correlación con las estructuras y sus características dinámicas, para así poder obtener su vulnerabilidad sísmica. Estos resultados complementan y se integran a los mapas de los sistemas de información geográfica SIG obtenidos en los estudios de Microzonificación Sísmica, buscando colaborar a reglamentar para disminuir el riesgo sísmico en las construcciones.

SIS-22

ESTIMACIÓN DE LA INTENSIDAD DEL TERREMOTO DEL 21 DE ENERO DE 2003 EN LA CIUDAD DE COLIMA CON USO DE UNA MATRIZ PROBABILÍSTICA DE DAÑOS

Zobin Peremanova Vyacheslav¹ y Ventura Ramirez Francisco²¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima² Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima
vzobin@cgic.ucol.mx

El estudio macrosísmico del terremoto del 21 de enero de 2003 (Mw 7.4) en la ciudad de Colima fue realizado para 3,332 construcciones con aplicación de una escala de daños de siete grados. La matriz de daños muestra que los daños de nivel ligero fueron dominantes para la ciudad. La comparación de la matriz de daños observada con la matriz probabilística construida para la ciudad en 1999 y basada en la escala Mercalli Modificada muestra que el sismo produjo en la ciudad de Colima los daños correspondientes a una intensidad VII. Se analizan las variaciones en matrices de daños determinadas para las doce subzonas de la zona de estudio.

SIS-23 CARTEL

VARIACIONES QUÍMICAS E ISOTÓPICAS EN MANANTIALES TERMALES DE LA COSTA DE GUERRERO RELACIONADOS CON LA SISMICIDAD

Ramírez Guzmán A.¹, Bernard Romero R.² y Taran Sobol Yuri³¹ Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero² Facultad de Química, UNAM³ Instituto de Geofísica, UNAM
halessandro2@hotmail.com

El límite tectónico del Pacífico Mexicano cerca de ciudad de Acapulco presenta una excelente oportunidad para conocer el comportamiento químico de manantiales termales con respecto a la sismicidad en la costa Pacífica de Guerrero. La Brecha sísmica de Guerrero se caracteriza por la más alta actividad sísmica en México y tiene la más alta probabilidad de ocurrencia de un terremoto de gran magnitud en el futuro próximo. Por primera vez en México se presentan los resultados de un estudio "hidro-sísmico" de análisis químicos e isotópicos de cuatro manantiales muestreados semanalmente en el mismo día durante un periodo de 1.5 años (75 semanas) desde octubre 2002 a marzo de 2004 y su correlación con la sismicidad local. Durante el tiempo de recolección, en el área de estudio ocurrieron más de 50 sismos con $4 < M < 5.3$. Los datos para los manantiales Paso Real (~50 km al NW de Acapulco) y Dos Arroyos, (~25 km N de Acapulco) muestran anomalías en Cl⁻, SO₄²⁻ (+30-40%), D y 18O (+3-4 permil en D); antes y después de los temblores con $M \sim 4$. Los precursores y las respuestas están relacionados con eventos sísmicos localizados en las cercanías de los manantiales. Los resultados obtenidos indican que para los sismos con $M < 5.3$ dentro de la Brecha sísmica de Guerrero, los precursores químicos (aniones) e isotópicos pueden ocurrir unos días antes (menos de una semana) del evento y tienen formas de picos positivos con tiempo de relajación ~3 semanas.

El trabajo fue apoyado por el proyecto CONACyT #35785-T.

SIS-24 CARTEL

ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD DE CORTE APLICANDO SISMICA DE DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

García Puertos Rafael¹ y Rodríguez González Miguel²¹ Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN² Instituto de Ingeniería, UNAM
rgarciap@iingen.unam.mx

Los métodos geofísicos tradicionales usados en la estimación de la estructura somera de la velocidad de cortante en sitios localizados en zonas urbanas se dificultan debido a varios factores, el más importante es el enmascaramiento de la señales refractadas por el nivel alto de ruido sísmico.

En este trabajo se presenta la implantación del método propuesto por Louis (2001), para estimar la velocidad de corte aplicando sísmica de dispersión de ondas superficiales con la innovación de que no requiere fuente, pues utiliza la vibración ambiental como señal sísmica. Para lograrlo se desarrollaron herramientas computacionales y pruebas de validación tanto con datos sintéticos como con registros adquiridos en un sitio de estratigrafía conocida. El procedimiento se analizó en términos del número de estaciones, el intervalo de muestreo, la distancia entre receptores y el cociente Señal/Ruido. Los resultados concuerdan con la información estratigráfica del sitio.

SIS-25 CARTEL

ESTRUCTURA DEL SUBSUELO USANDO MEDICIONES SPAC EN UNA LINEA

Chávez García Francisco¹, Rodríguez González Miguel¹ y Stephenson William R.²¹ Instituto de Ingeniería, UNAM² Institute of Geological and Nuclear Sciences, Lower Hutt, New Zealand
paco@pumas.iingen.unam.mx

Hace casi 50 años Aki (1957) propuso un método novedoso para determinar la estructura somera de la velocidad de cortante: el método SPAC (del inglés Spatial AutoCorrelation). Este método permite obtener una curva de dispersión de velocidad de fase a partir de mediciones de vibración ambiental de un arreglo de estaciones con forma circular. La estructura del subsuelo se obtiene posteriormente de la inversión de la curva de dispersión. En este trabajo se muestra que es posible obtener los mismos resultados utilizando datos obtenidos con estaciones dispuestas en una línea. Primero se muestra que nuestras mediciones satisfacen la hipótesis de ergodicidad requerida por el método. Esto nos permite sustituir el promedio en el tiempo en el lugar del promedio acimutal requerido originalmente por Aki. A continuación, procesamos nuestros datos para obtener una curva de velocidad de fase, que es comparada con resultados previos obtenidos en el mismo sitio. Finalmente, determinamos la estructura del subsuelo y comparamos la respuesta calculada para la estratigrafía obtenida con la respuesta sísmica observada utilizando cocientes espectrales de pequeños sismos. Nuestros resultados sugieren que el método SPAC no está limitado a una geometría especial del arreglo de estaciones, siempre y cuando se cumplan los requisitos básicos de estacionariedad. Los resultados que se presentan aquí muestran que el método SPAC es más general de lo que se acepta actualmente, y abre el camino a su uso más amplio al liberarlo de limitaciones en la geometría del arreglo.

SIS-26 CARTEL

ESTUDIOS DE DEFORMACIONES EN EL VALLE DE MEXICALI

Glowacka Nita Ewa¹, Vázquez González Rogelio², Sarychikhina Olga¹, Farfán Sánchez Francisco¹, Díaz de Cossío Guillermo¹, Orozco León Luis¹, Brassea Ochoa Jesús², Gálvez Valdés Oscar¹ y Díaz Fernández Alejandro²

¹ Depto. de Sismología, CICESE

² Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
glowacka@cicese.mx

Una situación geotectónica complicada y la presencia de actividad ingenieril esta creando en el Valle de Mexicali, una zona con deformaciones superficiales muy rápidas y visibles.

Desde hace nueve años, como parte de los proyectos de investigación del Departamento de Sismología del CICESE, iniciamos el monitoreo de manera casi continua de la deformación en la zona geotérmica de Cerro Prieto. En 1996 se instaló un grietómetro con registro digital en la parte sur de la falla Imperial. Actualmente, la red de medición instalada en la zona de estudio consta de 2 grietómetros, 4 inclinómetros de superficie, 2 inclinómetros de pozo, un termómetro de pozo y un testigo. Además de los instrumentos para el monitoreo de las deformaciones superficiales, se instaló una red de piezómetros con registro continuo y programable, operando de manera casi continua.

El objetivo de estas redes es medir deformaciones en el Valle de Mexicali para poder estudiar relaciones dinámicas entre deformación, sismicidad, tectónica local, cambio del nivel de agua en los acuíferos y manipulación de los fluidos en el campo geotérmico Cerro Prieto, ubicado en esta zona.

En el presente trabajo estamos presentando la distribución y cubrimiento de la red de instrumentos, la instalación del equipo y los primeros resultados e interpretaciones.

Sesión

Vulcanología

Jueves 4

Salón Claustro 2

VUL-1

CUATIFICACIÓN SISMICA DE LAS EXPLOSIONES DEL DOMO DEL VOLCÁN DE COLIMA EN JULIO-AGOSTO DE 2003

Zobin Peremanova Vyacheslav, Navarro Ochoa Carlos y Reyes Davila Gabriel
Observatorio Vulcanologico, Universidad de Colima
vzobin@cgic.uco.mx

Las tres explosiones producidas por el Volcán de Colima en julio y agosto de 2003 destruyeron el domo de lava. Los sismos asociados con las explosiones fueron registrados por la estación sísmica de banda ancha situada a una distancia de 4 km de la cima del volcán. Las fuerzas opuestas de las explosiones fueron determinadas con una inversión de señal sísmica. La fuerza opuesta total de las tres explosiones está igual a 5.45×10^{11} N. La explosión final del 29 de agosto fue mas fuerte en la secuencia. Las fuerzas opuestas generalmente siguen la ley de escala propuesta por Nishimura y Hamaguchi (1983).

VUL-2

ESTUDIO SISMOLÓGICO DE UNA ETAPA ERUPTIVA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL: CASO 16 DE ABRIL DEL 2001

Rodríguez Pérez Quetzalcoatl¹ y Valdés González Carlos²
¹ Facultad de Ingeniería, UNAM
² Instituto de Geofísica, UNAM
quetza81@hotmail.com

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar los sismos volcánicos, para identificar áreas activas dentro de la estructura volcánica y conocer los procesos internos que se llevan a cabo durante una erupción volcánica. En el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizaron datos sísmicos provenientes de la red de monitoreo sísmico del Volcán Popocatepetl, concretamente de tres estaciones sísmicas: Colibrí (PPC), Chipiquixtle (PPX) y Canario (PPP) en los flancos sureste, suroeste y norte respectivamente. Las estaciones PPC y PPX son de periodo corto con tres componentes, y la estación PPP es de banda ancha con tres componentes. Los datos corresponden a una etapa eruptiva la cual tuvo lugar el 16 de abril del 2001, con una duración total de la actividad sísmica de 13 horas con 20 minutos, donde se identificaron 934 eventos sísmicos, en su mayoría eventos de periodo largo (LP), con algunos temblores volcánicos. El trabajo de investigación aborda temas relacionados con la sismología volcánica, tales como: tratamiento de señales; filtrado de frecuencias; análisis espectral de señales; localización de sismos volcánicos por los métodos del movimiento de partícula y semblanza de las amplitudes de las señales sísmicas; polarización de ondas; estadística para cuantificar los sismos, determinar la duración de los eventos y conocer el comportamiento de las amplitudes de las ondas; relaciones empíricas (ocurrencia de eventos, energía, etc), y obtención de las longitudes del conducto volcánico mediante el modelo del tubo de órgano. Con base en la información obtenida de los temas descritos anteriormente se planteó un modelo conceptual para explicar la evolución de los procesos sísmicos en el interior del volcán. Los sismos identificados se encuentran ubicados a una profundidad de 1.45 km por debajo del cráter y están aproximadamente entre 200 y 400 metros más someros que los sismos de diciembre del 2000, lo que representa un comportamiento diferente de la actividad sísmica.

Los resultados obtenidos son importantes para la observación y vigilancia de un volcán activo como es el caso del Volcán Popocatepetl.

VUL-3

SISMICIDAD EN EL VOLCÁN CHICHÓN, CHIAPAS, DE MAYO 2003 A JUNIO 2004

Valdés González Carlos¹, Martínez Bringas Alicia², Morquecho Zamarripa Cesar² y Ramos Hernández Silvia³
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² CENAPRED
³ UNICACH
carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

En este trabajo se presenta el análisis de 66 sismos de tipo volcano-tectónico, registrados por en una estación triaxial de período corto, ubicada en el borde Noreste del cráter del volcán Chichón en Chiapas, de mayo de 2003 a junio de 2004, con un período sin datos del 15 de octubre al 30 de noviembre de 2003.

Los sismos registrados muestran arribos claros e impulsivos para las ondas P y S. La localización de los sismos se obtuvo utilizando la polarización de los primeros arribos en las tres componentes para obtener un vector de dirección, y la distancia entre el evento y la estación de registro se determinó por medio del tiempo entre los arribos de las ondas P y S.

Las magnitudes para estos sismos fueron obtenidas usando la duración del evento y varían entre 0.9 y 2.2. La localización epicentral de los eventos, sugiere una mayor concentración de los sismos en el sector Oeste y Suroeste del volcán. La profundidad de los sismos volcano-tectónicos varía entre los 300 y 1600 metros bajo el nivel de la estación de registro sísmico.

La localización de los sismos muestran una variación temporal, ya que de mayo a octubre de 2003, los sismos tienen mayor profundidad y se encuentran hacia el sector Oeste del volcán, comparados con localizaciones más someras (300-600 metros bajo el nivel de la estación), y hacia el centro del cráter, para los eventos de diciembre 2003 a abril 2004. Es muy probable que esta variación hipocentral esté relacionada con procesos freato-magmáticos controlados por el cambio entre la temporada de lluvia y la de estiaje.

La actividad sísmica aquí reportada, debe ser considerada como la sismicidad de fondo del volcán y permitirá establecer un nivel comparativo en caso de algún cambio de actividad en el volcán Chichón.

VUL-4

ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA LIBERADA POR LAS RECIENTES ERUPCIONES EXPLOSIVAS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL, Y DE ALGUNAS PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS FRAGMENTOS LANZADOS

De la Cruz Reyna Servando¹ y Jiménez Romano Gerardo²
¹ Instituto de Geofísica UNAM
² ESIA, IPN
sdelacr@geofisica.unam.mx

Durante el reciente episodio eruptivo del volcán Popocatepetl iniciado en 1994, se instaló desde agosto de 1998 una cámara térmica (CT) capaz de adquirir imágenes infrarrojas de la actividad

eruptiva. Este instrumento, donado por la Agencia Internacional de Cooperación de Japón (JICA) a la UNAM, se ubicó en el Cerro Altzomoni, con la participación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). En forma conjunta entre estas dos últimas instituciones se diseñó y construyó un sistema de adquisición de datos y telemetría, que ha permitido recibir y procesar las imágenes térmicas en tiempo casi real en el centro de monitoreo volcánico del CENAPRED. La CT no permite operación continua, por lo que el sistema ha funcionado primordialmente obteniendo algunas imágenes diarias a intervalos fijos de tiempo. Por medio de un sistema de disparo por actividad sismovolcánica es posible realizar una toma secuencial de imágenes durante la duración de un evento. A la distancia que se encuentra la CT del centro eruptivo (~11 km), las imágenes obtenidas cubren un rectángulo de área aproximada 6 x 5.7 km, que incluye la mayor parte del cono volcánico y el espacio sobre el cráter donde se generan las plumas volcánicas. Aunque la resolución de la cámara es buena, a esa distancia los píxeles de cada imagen muestrean un área aproximada de 23 x 23 m. Durante las explosiones, principalmente aquellas ocurridas en el periodo 1998-1999 y algunas de 2000 en que hubo intensa actividad de destrucción de domos recién emplazados, fue posible capturar algunas secuencias del proceso de dispersión de los fragmentos incandescentes y su posterior enfriamiento. El análisis del balance energético se dificulta, ya que la resolución de la CT no permite captar a los fragmentos individuales, por lo que se utilizó una técnica de promediado ponderado de píxeles. Utilizando estas secuencias y un modelo de enfriamiento dependiente de las características térmicas y geométricas de las rocas lanzadas, se ha logrado estimar el orden de la energía térmica transportada por los fragmentos. Un resultado adicional del análisis de las tasas de enfriamiento de los fragmentos de lava andesítica del Popocatepetl sugiere que a las temperaturas de emisión, la conductividad térmica radiativa juega un papel importante ya que la trayectoria media libre de los fotones asociados a frecuencias del infrarrojo térmico se determinó cercana a 30 mm.

VUL-5

SIMULACIÓN Y ESTIMACIONES PROBABILÍSTICAS DE LAHARES EN EL VOLCÁN DE COLIMA E IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

Gavilanes Ruiz Juan Carlos¹ y Capra Lucia²

¹ Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima

² Instituto de Geografía, UNAM
gavilan@uacol.mx

Se realizaron simulaciones de lahares del Volcán de Colima mediante el programa LaharZ con base en información geológica e histórica, obteniéndose un mapa de amenaza. También se hicieron estimaciones probabilísticas para un periodo de un año que se incluyeron en otro mapa de las principales amenazas del volcán. El mapa de amenaza por lahares muestra 4 zonas de peligro según volúmenes de inundación (500,000 a 5,000,000 m³) y, a diferencia de mapas previos, indica que varias comunidades no están amenazadas, incluyendo La Yerbabuena (recientemente reubicada), Cofradía de Tonila, y la mayor parte de El Fresnal. Sin embargo, la comunidad La Becerrera, así como importantes fuentes de trabajo y centros de actividad agrícola y turística como el exclusivo hotel Mahakua, los ranchos El Jabalí y Virgen-Schulte, así como un sofisticado rancho construido en 1999-2000 cerca de Causentla se encuentran bajo alta amenaza. Considerando el registro de lahares de los últimos 30 años, existe una probabilidad del 35% de que se

presente un evento de 500,000 m³, así como del 12% para uno de 1,500,000 m³, lo cual fue mapeado. La probabilidad de que en un año se produzca un lahar de cualquier volumen en las zonas indicadas en el mapa es del 59 al 100%.

Esta información aporta elementos a las autoridades para una mejor toma de decisiones, ya que permite diferenciar los niveles de amenaza por lahar entre 2 o más comunidades o ranchos ubicados dentro de una misma cuenca ubicada cerca del volcán. Por otra parte, esto reafirma que se sugiere un mejor manejo de la comunicación del riesgo por lahares, ya que en ocasiones ha sido muy deficiente. Un ejemplo de ello son las imprecisas declaraciones del gobierno del estado de Colima hechas en el año 2003 sobre las condiciones de peligro por lahares en una misma cuenca, en el sentido de que La Becerrera "no tenía ningún riesgo en ese momento", pese a que en 2000 un lahar sepultó 2 viviendas y casi mató a 2 personas y que "probablemente los de La Yerbabuena sí" pese a que al lugar donde se ubica esta comunidad no le ha afectado lahar alguno al menos durante los últimos 70 años.

VUL-6

THE 1997 AND 2001 LAHARS OF POPOCATÉPETL VOLCANO (CENTRAL MEXICO): TEXTURAL AND SEDIMENTOLOGICAL CONSTRAINTS ON THEIR ORIGIN AND HAZARDS

Capra Lucia¹, Poblete Miguel Angel² y Alvarado Raul¹

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Depto. de Geografía, Universidad de Oviedo, Asturias, España
lcapra@geologia.unam.mx

Popocatepetl volcano is the most active volcano in central Mexico, and represents a high risk for more than 40 million people, including Mexico City. In 1994, volcanic activity at Popocatepetl renewed with the formation of ash-rich plumes up to 7-km high. In April 1996, lava emissions filled the crater and were accompanied by a series of explosions that produced eruptive columns up to 8 km high. Associated with explosive events in 1997 and 2001, two major lahars events occurred, leaving debris flow deposits along Huiloac Gorge as far as 15 km, to the town of Santiago Xalitzintla. The 1997 debris flow deposit originated after a prolonged emission of ash which caused glacier melt and a rapid release of water (1 x 10⁷ m³). The amount of melting water was sufficient to gradually erode the river bed causing a flood that gradually transformed from a debris flow to a hyperconcentrated flow. In contrast, the 2001 debris flow that originated from a post-depositional remobilization of a pumice flow deposit, did not experience any flow transformation and carried 25% water at maximum. The different behavior of these two lahars has important hazard implications. Both lahars reached Xalitzintla town, but at that point, the 1997 lahar had already transformed into a sediment-loaded streamflow. The 2001 lahar, by contrast, maintained the characteristics of a debris flow, being more competent, and with greater destructive power. What happened with these lahars demonstrates how important it is to take into consideration secondary volcanic phenomena. Even though they were not large flows, they were capable of threatening populated areas, even during periods of volcanic quiescence or reduced magmatic activity.

VUL-7

EL LAHAR DE ATENQUIQUE, DISPARADO POR UNA LLUVIA EXTRAORDINARIA EL 16 DE OCTUBRE DE 1955 EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA, MÉXICO

Saucedo Girón Ricardo¹, Hernández Hernández Cristina¹ y Macías Vazquez José Luis²

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí

² Instituto de Geofísica, UNAM
rgiron@uaslp.mx

El poblado de Atenquique (19°30'N y 103°22'W), se localiza en la porción sur del Estado de Jalisco, sobre el cauce de la barranca Atenquique (1030 msnm). El pueblo fue creado en 1946 como consecuencia de la instalación de la fábrica de papel denominada CIA, Industrial de Atenquique, S.A., en un punto estratégico para captar el agua de los ríos de Atenquique y Tuxpan, vital para su funcionamiento. En la actualidad Atenquique consta de 291 viviendas, con una población de 1,143 personas. La barranca de Atenquique (24 km de longitud), se ubica en el flanco Este del Volcán Nevado de Colima y junto con la barranca de los Plátanos y Arroyo Seco, forman la Cuenca de Atenquique.

El 16 de octubre de 1955, una lluvia intensa (140 mm), con una duración de tres días, originó de manera repentina una serie de flujos de escombros que arrasaron con el pueblo de Atenquique casi en su totalidad. Estos flujos destruyeron viviendas, la escuela, la iglesia, afectando de forma importante la fábrica de papel y provocando la muerte de 23 personas. El estudio detallado de los depósitos producidos durante este evento, indica que el flujo estaba constituido por 60% de sedimentos (flujo hiperconcentrado), alcanzando velocidades del orden de 6 m/s (estimado para la parte final del cauce). Los depósitos presentan espesores de 4 m, están constituidos por bloques de dimensiones métricas inmersos en una matriz de arena, cubren un área de 1 km² con un volumen mínimo de 1 700, 000 m³.

Dado que Atenquique está situado en la intersección de tres barrancas, resulta altamente vulnerable a los flujos de escombros, ya que se han logrado detectar otros depósitos más antiguos de edad aún desconocida, que en conjunto llegan a formar paredes de más de 200 m de espesor.

Por lo anterior se concluye que debido a las condiciones geológicas locales, en combinación con lluvias torrenciales han favorecido la generación de flujos de escombros muy similares al de 1955 (inclusive de mayor magnitud), en la Cuenca de Atenquique desde hace mucho tiempo. Por lo mismo es de suma importancia implementar medidas que ayuden a mitigar los daños a la población.

VUL-8

CERRAMIENTO DE CUENCA PROVOCADA POR AVALANCHAS Y FLUJOS DE ESCOMBROS RECIENTES E IMPLICACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL SECTOR SW DEL VOLCÁN DE COLIMA

Cortés Cortés Abel, Navarro Ochoa Carlos y Domínguez Reyes Tonatiuh

Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
cortes@cgic.ucol.mx

Se presentan datos preliminares del estudio realizado en el sector SW del volcán de Colima, en donde se han identificado al menos tres depósitos de avalancha de escombros volcánicos asociados al colapso parcial o total de edificios volcánicos, separados por horizontes de paleosuelos. Algunas de estas avalanchas de escombros viajaron más de 25 km hacia el suroeste hasta chocar y detenerse contra las calizas cretácicas del Cerro Grande. En la zona de Mazatan, Jal., sus depósitos obstruyeron el cauce del río Armería, formando lagos naturales temporales, en los cuales se depositaron grandes secuencias de sedimentos lacustres. Con base en edades por C14 de madera carbonizada en depósitos de avalancha 3925 ± 115 años A.P., así como de horizontes (ricos en materia orgánica carbonizada) 7380 ± 160 años A.P., intercalados en una de estas secuencias de sedimentos lacustres, se han podido determinar al menos dos cerramientos de cuenca. En un principio se consideraba que estas cuencas lacustres habían sido formadas por la avalancha de 3925 ± 115 años A.P. y otra más antigua que 7380 ± 160 años A.P. Sin embargo, nuevas evidencias estratigráficas obtenidas durante el presente estudio, muestran que la última cuenca lacustre no fue originada por la avalancha de 3925 ± 115 años A.P., si no que, la obstrucción del cauce del río Armería, fue debido al emplazamiento hacia el S de una avalancha más reciente, $2400-2550 \pm 110$ años A.P., cuyos depósitos se encuentran sobre las calizas de Cerro Grande a la altura del poblado de Zacualpan, Mpio de Comala, Col. La removilización de esta avalancha en la zona del poblado El Remate, generó una gruesa secuencia de flujos de escombros (lahares y fluviales) que en el área de La Caja y Zacualpan, sus depósitos están representados por una serie de terrazas a ambos lados del valle del río Armería, con espesores de más de 100 m. Se considera que estas gruesas secuencias de flujos de escombros contribuyeron a la formación de la última cuenca en la cual se depositaron gruesos espesores de sedimentos lacustres. La presencia de cerámica en un depósito de lahar que sobreyace al depósito de avalancha de 3925 ± 115 años A.P. el cual a su vez, subyace a la secuencia > 40 m de sedimentos lacustres, posiblemente pertenezca al Grupo Tuxcacuesco del Clásico Tardío, 800 años D.C., (comun. per. Arqueol. Ángeles Olay) parece fortalecer la idea de que la avalancha de 2,500 años y sus flujos de escombros asociados generaron el último cerramiento de la cuenca del río Armería en la zona de Mazatán, Jal.

VUL-9

EL CONTROL ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DEL TACANA, MEXICO-GUATEMALA

García Palomo Armando¹, Macías Vázquez José Luis², Arce Saldaña José Luis¹, Espindola Juan Manuel², Hughes Simon³, Mora Chaparro Juan Carlos² y Saucedo Girón Ricardo⁴

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Dept. of Geology, State University of New York, USA

⁴ Instituto de Geología, UASLP
apalomo@geologia.unam.mx

El Complejo Volcánico del Tacaná se localiza en el límite internacional entre México y Guatemala. Está constituido por cuatro aparatos volcánicos principales alineados en dirección NE-SW que son: 1) Chichuj, un antiguo volcán colapsado. 2) Tacaná, el volcán con erupciones históricas en 1950 y 1986. 3) San Antonio, una estructura dómica que tuvo actividad peleana hace 1,950 años y 4) El Domo Plan de las Ardillas. El CVT descansa sobre un basamento compuesto por rocas metamórficas de edad incierta, y rocas intrusivas del Mioceno temprano-Eoceno tardío. Sobre esta secuencia se sobreponen de manera discordante rocas volcánicas Terciarias relacionadas a las calderas de Sibinal, San Rafael y Chanjale.

Desde un punto de vista tectónico el CVT se localiza cerca del límite entre las placas de Cocos, Norteamérica y Caribe, lo que ha creado un escenario estructural complicado con la formación de tres sistemas de fallas con dirección NW-SE, N-S y NE-SW. El Sistema de fallas NE-SW, forma una fosa tectónica en donde se encuentra el CVT y que corresponde además con la dirección de emplazamiento de sus aparatos volcánicos. La formación de la fosa tectónica y las fallas NE-SW fueron originadas con una dirección del esfuerzo máximo principal hacia el NE ocasionada por la subducción de la placa de Cocos por debajo del continente.

VUL-10

CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL FLANCO SUR ORIENTAL EN EL VOLCÁN COFRE DE PEROTE

Díaz Castellón Rodolfo¹, Carrasco Núñez Gerardo¹ y Herrera Castañeda Sergio Raúl²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM
rdiaz@geociencias.unam.mx

En este trabajo se presentan los factores para la evaluación de la estabilidad estructural de uno de los flancos del volcán extinto Cofre de Perote (Nauhcampatepetl), localizado en el extremo meridional de la cordillera Cofre de Perote-Pico de Orizaba (CP-PO) en el sector Oriental de Cinturón Volcánico Trans-Mexicano.

Entre los principales factores de inestabilidad se encuentran: alteración hidrotermal del tipo argilácea, condiciones generales de la superficie de soporte o basamento, presencia de grandes estructuras; y mecanismos disparadores como actividad sísmica, y/o precipitación excesiva. Los disparadores actúan de manera externa a las condiciones de estabilidad que prevalecen en la estructura, sin embargo deben ser considerados en la evaluación de las condiciones de equilibrio.

Para el desarrollo del trabajo se propone considerar los siguientes parámetros: caracterización mecánica de las rocas en función de su grado de alteración en la cima del volcán, identificación

de minerales de alteración hidrotermal en depósitos asociados, configuración del basamento, distribución y dirección de los esfuerzos en la estructura, mapa de precipitación pluvial, distribución de sismos registrados y la ubicación de principales estructuras.

Si se considera que las características propias de colapsos ancestrales son indicativas de condiciones de inestabilidad presente, es necesario poner atención a los depósitos asociados a colapsos ancestrales del volcán, por esta razón nos enfocamos en el sector oriental de la estructura. Diversas zonas de alteración hidrotermal han sido ubicadas en la cima del volcán y sus alrededores, los minerales producto de alteración hidrotermal también han sido identificados en los depósitos Xico y Los Pescados, lo cual indica que condiciones de alteración similares pudieron estar presentes cuando ocurrieron los colapsos.

Dadas estas consideraciones, se debe establecer una relación entre los modelos cuantitativos (modelos de cálculo) y comportamiento previo de la estructura, para ello es necesaria la reconstrucción de las condiciones previas a la falla que dio origen a los depósitos y tomarla como punto de partida en la elaboración del cálculo, en este caso, proponemos elaborar un modelo de equilibrio límite con secciones bidimensionales. Estas secciones pueden ser evaluadas para estimar volúmenes potenciales de movilización y/o de grandes masas de roca con los que posteriormente pueden ser estimadas áreas afectadas y distancia total alcanzada que se pueden plasmar en un mapa de riesgo geológico.

VUL-11

LOS VOLCANES MONOGENÉTICOS DE LA REGIÓN DE XALAPA, AL ORIENTE DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA. MORFOLOGÍA Y GEOQUÍMICA

Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl¹, González Mercado Esmeralda², Gómez López David³, Ruiz Hernández Edgar³, Murrieta Hernández José Luis³ y Concha Dimas Aline¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³ Centro de Ciencias de la Tierra, UV
srre@servidor.unam.mx

El sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) abarca parte de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz. La mayoría de los trabajos realizados hasta ahora por otros autores marca sus límites en la cordillera formada por los volcanes Cofre de Perote-La Gloria-Las Cumbres-Pico de Orizaba, la cual constituye el parteaguas entre la región del Altiplano Mexicano y la Planicie Costera del Golfo. Estos grandes centros eruptivos han sido objeto de múltiples estudios; sin embargo, muy poco es lo que se ha escrito acerca de la gran cantidad de conos de escoria existentes en el sector oriental de la FVTM, especialmente aquellos que se encuentran en la región de Xalapa, al oriente del volcán extinto Cofre de Perote. El área de estudio abarca una superficie de aproximadamente 500 km², entre las cotas 2,500 y 500 m s.n.m. Se han identificado hasta ahora 20 volcanes de origen monogenético, aunque existen muchos más; sin embargo, debido a su avanzado estado de erosión y a la cubierta vegetal existente, es difícil identificarlos. Parámetros morfológicos tales como altura (A), pendiente (p), relación altura-diámetro del cráter (A/Dc), empleados por otros autores en campos monogenéticos de la FVTM (p. ejemp. Michoacán-Guanajuato, Chichinautzin, Apan-Tezontepec), fueron utilizados para determinar las edades relativas de los conos en el área de estudio. Al aplicar los criterios sugeridos en la bibliografía, se determinaron dos grupos, uno que incluye 7 conos

de edades más recientes, con alturas promedio de 60 m, pendientes que varían entre 30 y 45° y una relación A/Dc que fluctúa entre 0.11 y 0.24 y otro relativamente más antiguo integrado por 13 aparatos, con A 40 m, p 24-30° y A/Dc 0.04-0.12.

El contenido de SiO₂ de las lavas varía entre 45 y 62.5 %, esta variabilidad sugiere una influencia importante de contaminación cortical. Desde el punto de vista petrológico, las rocas han sido clasificadas en tres grupos: basaltos alcalinos, andesitas basálticas y andesitas, la serie alcalina está asociada con un control estructural orientado NWW-SEE que conforma un sistema de pilares y fosas tectónicas relacionado con un régimen de tectónica extensional.

El estudio de esta zona volcánica es importante, ya que aporta datos para la ampliación de la FVTM más al oriente de los límites tradicionalmente marcados en la bibliografía. Además, los datos geoquímicos de elementos mayores y traza proporcionan información para determinar el origen de los magmas asociados.

VUL-12

GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA PARTE NORTE DE LA SIERRA DE LAS CRUCES, LÍMITE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE MÉXICO

Rueda Galeano Hernando¹, García Palomo Armando² y López Miguel Celia¹

¹ Servicio Geológico Metropolitano

² Depto. de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM
hrueda@geofisica.unam.mx

La Sierra de las Cruces (SC) se localiza en la margen NW de la Cuenca de México y en la parte central del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), con una orientación NNW-SSE y separa la Cuenca de México de la Cuenca de Toluca, está formada por una serie de estructuras y productos volcánicos como flujos de lava, flujos piroclásticos y lahares. Fries (1960) y Sclaepfer (1968), reconocieron al menos tres distintas formaciones denominadas: Las Cruces, El Ajusco y el Grupo Chichinautzin; hacia el sur de la SC. Mooser et al., (1974) consideró que la principal "masa" que conforma la SC fue formada por episodios consecutivos de fallamiento acompañado por la formación de estratovolcanes que fueron progresivamente desplazados hacia el Sur y que su principal actividad volcánica ocurrió en el Mioceno Tardío. En este estudio se establece la geología a detalle de la zona Norte de la SC que incluye a las estructuras volcánicas denominadas: Volcán La Bufa, Complejo La Catedral y Secuencia Iturbide, con edades que abarcan desde el Plioceno Inferior al Plioceno Superior respectivamente. Recientes datos cronológicos (Osete et al., 2000), reportaron edades que varían desde 3.71 ± 0.40 m.a. hasta 2.9 ± 0.40 m.a., sin embargo, Jacobo (1986), reporta una edad de 7 ± 0.4 m.a. en la parte W del Cerro La Bufa. Estas estructuras volcánicas han generado flujos de lava y potentes secuencias de depósitos piroclásticos entre los que se destacan flujos de ceniza y pómez, ceniza y bloques, oleadas piroclásticas y grandes secuencias de lahares, sobre las cuales actualmente se encuentran establecidas poblaciones como Villa del Carbón, Villa Nicolás Romero, Progreso Industrial, entre otras. Con información en proceso sobre geoquímica y cronología podremos determinar y elaborar un modelo evolutivo sobre el área de estudio, el cual ayudará a una mejor comprensión de la evolución de la SC y sus implicaciones dentro de la cuenca de México.

VUL-13 CARTEL

PROPIEDADES ESPECTRALES DE LOS SISMOS VOLCANO-TECTÓNICOS

Solano Romero Víctor¹, Rendón Ramírez Orfanel¹ y Zobin Peremanova Vyacheslav²

¹ Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

² Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
vicmact@hotmail.com

Los parámetros focales se calculan con base en los espectros de Fourier de las ondas S para 275 sismos volcano-tectónicos registrados antes de la erupción del volcán dacítico Usu, Hokkaido en el 2000. Se estudian sus variaciones espaciales y temporales y su comparación con los parámetros de sismos del volcán basáltico Etna, Sicily y el volcán andesítico Volcán de Colima, México esta realizada.

VUL-14 CARTEL

CORELACIÓN DE EVENTOS VISUALES Y SEÑALES SÍSMICAS DURANTE LA FASE ERUPTIVA 2003-2004 EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA

Bretón González Mauricio, Téllez Alatorre José Armando y Orozco Rojas Justo
Universidad de Colima
mauri@cgic.ucol.mx

Desde noviembre de 1998 el volcán de Fuego de Colima ha presentado una actividad eruptiva significativa con diferentes manifestaciones que han sido recogidas por las cámaras de las 2 estaciones del sistema de monitoreo visual con las que cuenta el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima.

La estación Naranjal se sitúa a 15 Km al sur de la cima del volcán, mientras que la estación Nevado se sitúa a 5.3 Km al norte de la cima del volcán de Fuego y está ubicada a 4000 metros de altura s.n.m, sobre el volcán Nevado de Colima.

El registro continuo de la actividad del volcán desde los flancos norte y sur nos permite tener un aproximado de 4500 imágenes día/estación, es decir, cerca de 9000 imágenes diarias. Esta información se complementa con los registros de de las 6 estaciones sísmicas con las que se monitorea la actividad volcánica en donde, desde enero del 2003, se han reconocido señales de más de 3750 eventos explosivos y degasificaciones, más de 8000 derrumbes y flujos piroclásticos y cientos de horas de tremor volcánico.

Se presenta una correlación de los registros sísmicos y sus manifestaciones visuales durante el período eruptivo 2003-2004 en donde la actividad volcánica ha sido muy explosiva.

VUL-15 CARTEL

SISMICIDAD VOLCÁNICA EN LA ZONA DEL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA, MÉXICO

Domínguez Reyes Tonatiuh y Reyes Dávila Gabriel
Universidad de Colima
tonatiuh@cgic.ucol.mx

Durante el último año, la actividad volcánica ha sido principalmente de carácter explosivo. Este tipo de eventos se han presentado desde el fin de la etapa efusiva que terminó a finales de

febrero de 2003. Un periodo sorprendentemente largo (a la fecha lleva 21 meses) comparado con los periodos observados para las 3 últimas erupciones.

La etapa efusiva que precedió a este tipo de actividad por otro lado, se caracterizó también por su prolongada duración (22 meses). La más larga de los últimos 40 años.

Las relaciones históricas hablan de un cambio en el estilo de actividad volcánica previo a la erupción de 1913.

Se describen las características principales de los eventos que se han presentado, así como un análisis de posibles patrones que caracterizan a esta etapa.

VUL-16 CARTEL

PROCESOS DE DEFORMACIÓN ASOCIADOS A DIFERENTES FORMAS DE ACTIVIDAD EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL (1999-2003)

Vázquez Gómez Angel¹, Errasti Orozco Ulises² y De la Cruz Reyna Servando³

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM
gvazquez@cenapred.unam.mx

Desde 1992 hasta la fecha se han realizado mediciones de deformación con métodos geodésicos directos en el volcán Popocatepetl. Los resultados de estas mediciones han permitido observar deformaciones asociadas a distintas manifestaciones eruptivas, tales como emplazamiento y destrucción de domos en el cráter del volcán y procesos de liberación explosiva de gas (exhalaciones). Desde 1999 se diseñó e instaló de forma conjunta entre el Instituto de Geofísica de la UNAM y el CENAPRED, un sistema de mediciones de deformación en tiempo real. Este sistema realiza mediciones del flanco norte del volcán de forma telemétrica y automatizada. El dispositivo está constituido por un distanciómetro electrónico (EDM) montado sobre un sistema de servomotores para el direccionamiento del haz laser, que permite medir las distancias desde un sitio de referencia ubicado en Cerro Tlamacas hacia los prismas reflectores instalados sobre el cono volcánico. Los sistemas de direccionamiento, adquisición de datos, teleproceso y telemetría fueron diseñados en la UNAM. La instalación, y la recepción, operación y proceso de los datos se realizan en el CENAPRED.

Más de 1.5 millones de observaciones realizadas con este sistema han permitido identificar deformaciones asociadas a algunos de los procesos de degasificación rápida, de emplazamiento de domos y de destrucción de los mismos. Parte de las deformaciones son precursoras a éstos procesos, otras son contemporáneas o cuasi-contemporáneas.

Para el análisis de correlación entre los datos de deformación y los eventos mencionados se han utilizado varios métodos de proceso de datos. Para la correlación con exhalaciones se utilizan datos de reportes de eventos observados y datos sísmicos. Para la correlación de emplazamiento de domos se utilizan datos de tremor armónico e información fotogramétrica. Las correlaciones se buscan por métodos de correlación por productos conjugado de espectros de Fourier.

Las mejores correlaciones se obtienen para deformaciones precursoras del emplazamiento de domos con una fase de cerca de 30 días de antelación.

VUL-17 CARTEL

INTERPRETACION DE MEDICIONES DE INCLINOMETROS ELECTRONICOS DURANTE LA FASE EXTRUSIVA 2001 EN EL VOLCAN DE FUEGO DE COLIMA

Ramírez Ruíz Juan José, Santiago Jiménez Hydyn y Alatorre Chávez Eliseo

Observatorio Volcanológico, Universidad de Colima
ramirez@cgic.uco.mx

LA DEFORMACION VOLCANICA EN EL VOLCAN DE COLIMA SE REALIZA MEDIANTE TECNICAS GEODESICAS DE DISTANCIOMETRIA (EDM) Y SISTEMAS DE INCLINOMETROS ELECTRONICOS. LOS TRES INCLINOMETROS ELECTRONICOS INSTALADOS PARA MONITOREAR EL VOLCAN DE FUEGO CONFORMAN UNA RED SOBRE EL EDIFICIO VOLCANICO QUE PERMITE MONITOREAR LA DEFORMACION EN TIEMPO CUASI-REAL. LA INTERPRETACION DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS EN FORMA TELEMETRIZADA DESCRIBEN EL COMPORTAMIENTO DE LA FASE EXTRUSIVA QUE INICIA DESDE MAYO DE 2001, CONTINUANDO EN OCTUBRE DEL MISMO AÑO CON LA APARICION DE UNA ESPINA DE LAVA Y CULMINANDO CON LOS DERRAMES DE LAVA EN MARZO DE 2002. ESTE PROCESO ERUPTIVO SE CARACTERIZA POR TENER UN CRECIMIENTO LENTO DEL DOMO DE LAVA EN UN PERIODO DE MESES EN COMPARACION CON EL PROCESO EXTRUSIVO DE NOVIEMBRE DE 1998 QUE SE REALIZO EN ALGUNAS HORAS. SE PRESENTA AQUÍ EL ANALISIS DE LOS REGISTROS DIGITALES QUE SE PUEDEN INTERPRETAR COMO EVENTOS DE INFLACION Y DEFLACION DURANTE ESTE PROCESO ERUPTIVO. ESTA INTERPRETACION NOS PROPORCIONA UNA MAYOR CONFIABILIDAD EN EL MONITOREO DE LA DEFORMACION DE ESTE ACTIVO VOLCAN.

VUL-18 CARTEL

EL CAMPO VOLCÁNICO JILOTEPEC, EDO. DE MÉXICO. UN CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO PLIOCENO EN EL SECTOR CENTRAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Leyva Suárez Esther, Aguirre Díaz Gerardo J. y Nieto Obregón Jorge

Centro de Geociencias, UNAM
ger@geociencias.unam.mx

El Campo Volcánico de Jilotepec (CVJ) se localiza a 100-120 km al norte de la Cd. de México, entre las coordenadas 99°20' - 99°50'W y 19°55'-20°21'N. Cubre un área aproximada de 2,669 km². Incluye 62 conos cineríticos, un amplio volcán escudo (volcán Nopala), y 30 domos aislados. Los resultados de este estudio incluyen un mapa geológico digitalizado en ArcView, colección de muestras para fechamiento radiométrico y análisis químicos, y varias secciones estratigráficas medidas. Se estima que el CVJ es de aproximadamente 2.5 Ma en base a edades reportadas por otros autores, aunque están en proceso nuevas edades. Los conos de escoria del CVJ son de composición basáltica-andesítica, con derrames andesíticos asociados. Los domos son andesíticos y dacíticos, con derrames asociados de composición similar. Las rocas del CVJ pertenecen a la serie calco-alcalina y calco-alcalina rica en K. Dentro del área de estudio se tienen complejos de domos aparentemente miocenos (San Lorenzo Nenamicoyán), de composición riolítica y andesítica y la caldera de Santa María Macua, del Plioceno.

Lineamientos de los conos y domos del CVJ presentan orientaciones principales de N45°W y N35°W, respectivamente, que se podría relacionar con la orientación principal del sistema regional Taxco-San Miguel de Allende, aunque está última es más bien NNW. No se observaron fallas importantes, a excepción de fallas NE al sur de Jilotepec y fuera del área de estudio, además de un escarpe orientado NNW al oeste de Encinillas que podría representar una falla normal, pero no se encontraron evidencias más claras para confirmarla. Los lineamientos de conos y domos podrían estar relacionados con posibles fallas cubiertas por los productos del CVJ.

Comparado con otros campos volcánicos monogenéticos del sector central del Cinturón Volcánico Mexicano, como el Chichinautzin, Michoacán-Guanajuato, y Valle de Bravo, el CVJ es el más antiguo y con mayor cantidad de domos. Considerando los errores analíticos de las edades se sobrepone un poco con las fases iniciales y más septentrionales del campo volcánico de Michoacán-Guanajuato.

Los datos generados en este estudio servirán para una mejor interpretación de la historia volcánica y tectónica del sector central del Cinturón Volcánico Mexicano, y para realizar comparaciones de tipo geoquímico y de migración volcánica con otros campos volcánicos monogenéticos del CVM.

VUL-19 CARTEL

RASGOS ESTRATIGRÁFICOS PRINCIPALES DEL CAMPO VOLCÁNICO DE HUAUTLA, MORELOS, Y SU SIGNIFICADO EN EL CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

González Torres Enrique A.¹, Ramírez Pérez Erick², Morán Zenteno Dante J.¹, Martiny Bárbara¹ y Solé Viñas Jesús¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM
eagtgaia@geologia.unam.mx

Los trabajos geológicos preliminares realizados en el Campo Volcánico de Huautla (CVH) aportan información que permite efectuar algunos replanteamientos sobre su origen y significado geológico. El CVH está ubicado entre los límites de Morelos, Puebla y Guerrero, edificado en su mayor parte en el sector meridional de Morelos. En un contexto geológico se localiza al oriente de la Caldera de Tilzapotla, y tiene una superficie aproximada de 1,100 km².

Desde los trabajos clásicos de Fries (1966), hasta la cartografía geológica elaborada en los años recientes al CVH se le consideraba como un conjunto volcánico constituido predominantemente por derrames andesítico-dacíticos, además de materiales ignimbríticos que se atribuían como las facies distales de la Caldera de Tilzapotla.

En la cartografía geológica y análisis estratigráfico preliminar que hemos elaborado recientemente, se reconoce que el área expuesta de materiales ignimbríticos es sustantivamente mayor que la que se había reconocido con anterioridad, además de que existen argumentos para considerarlo un campo volcánico independiente de la Caldera de Tilzapotla, y que posiblemente constituye también otra caldera.

En el presente trabajo se muestra la cartografía preliminar del CVH, en la que se reconocen en forma general tres grandes secuencias volcánicas edificadas sobre rocas sedimentarias deformadas del Cretácico y del Paleoceno-Eoceno.

La base está constituida por secuencias de ignimbritas vitro-cristalinas con cuarzo y cristales de biotita euhedral "tipo Tilzapotla" y otra unidad de ignimbrita pumicítica, que por su naturaleza y colindancia con la Caldera de Tilzapotla en el sector poniente del CVH se le ha asociado con dicha caldera, sin embargo, actualmente se revalora la sobreposición de dichos eventos a fin de determinar las fuentes de emisión de las mismas. Las secuencias anteriores, están cubiertas por derrames predominantemente andesítico-dacíticos que generalmente rellenan los cañones formados por las ignimbritas. Otra unidad importante, se ubica en la porción centro-occidental del CVH y está constituida por un extenso cuerpo hipabisal de textura porfirítica con cristales de plagioclasa.

Asimismo, se ha reconocido en los límites oriental y norte del CVH un importante control estructural, identificándose dos sistemas con direcciones predominantes NW43 en el borde oriental y otro de NE20.

Actualmente se realizan fechamientos de las secuencias antes descritas, a fin de determinar con precisión la edad del episodio volcánico que dio origen al CVH, sin embargo, las relaciones estratigráficas observadas muestran que el CVH es más joven que la Caldera de Tilzapotla.

El CVH en un contexto regional, adquiere un significado geológico de importancia, ya que al asociarlo con los centros volcánicos de la Goleta, al SE del Estado de México, Taxco y Tilzapotla, en Guerrero, se reconoce un importante alineamiento de una provincia de volcanismo silícico en la Sierra Madre del Sur, la cual se desarrolló en varios eventos volcánicos que de acuerdo a los fechamientos disponibles están en un intervalo entre los 38 y 32 Ma. Este tiempo corresponde parcialmente a los principales eventos del volcanismo silícico de la Sierra Madre Occidental.

VUL-20 CARTEL

HYDROTHERMAL ALTERATION AND DEBRIS FLOW/AVALANCHE HAZARDS AT COFRE DE PEROTE (MÉXICO)

Díaz Castellón Rodolfo¹, Hubbard Bernard², Carrasco Núñez Gerardo¹ y Sheridan Michael F.³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, USA

³ State University of New York at Buffalo
rdiaz@geociencias.unam.mx

Cofre de Perote (Nauhcampatepetl) Volcano, located on the eastern Trans Mexican Volcanic Belt (TMVB) is the oldest structure of the Cofre de Perote-Pico de Orizaba (CP-PO) range; with age ranging from 1.57 to 0.2 Ma.

Cofre de Perote is a compound volcano comprised of a series of superimposed domes varying in composition from andesitic to dacitic, and has experienced at least two major collapses resulting in deposits identified as "Xico Avalanche" and "Los Pescados debris flow". These two collapse events do not appear to be related to eruptive activity and are thought to have occurred during late Pleistocene and Quaternary times.

Volcanic edifice instability can be achieved through several factors, such as rainfall, hydrothermal alteration, seismic activity, tectonic setting, and presence of major structures, among others. In this study, we focus on hydrothermal alteration which causes reduction in rock mass strength and loss of structural integrity.

Hydrothermal alteration changes the composition of volcanic rocks to form clays and other hydrous minerals. To identify these minerals, we used remote sensing data, such as multispectral and hyperspectral satellite imagery. Using high spatial-resolution (15 m) ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) imagery, high spectral-resolution (196 bands) EO-1 Hyperion imagery and ground truth from an altered rock sample collected from Cofre's summit, we have been able to map the composition and distribution of altered rocks on the edifice and surrounding flanks of Cofre. The ground truth sample was analyzed in the laboratory using an Analytical Spectral Device (ASD) measuring visible-infrared reflectance from 0.4 – 2.5 mm. The Hyperion and ASTER imagery were both calibrated to reflectance using atmospheric correction software, and in the case of the latter, atmospheric water vapor values derived from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

ASTER mineral maps validated with Hyperion spectra and ground truth samples shows three distinct zones of alteration dominated by: halloysite mixed with hydrous silica, strong ferric iron (hematite and/or goethite), and mixtures of halloysite and ferric iron. We have also identified the same minerals plus evidence of kaolinite, smectite and natroalunite in the Xico Avalanche and Los Pescados debris flow deposits using a combination of laboratory x-ray diffraction and visible-infrared spectral analysis. These results suggest that hydrothermal alteration may have facilitated the ancestral collapses of Cofre.

Further work is needed in validating these results, including additional field sampling, laboratory x-ray diffraction and visible-infrared spectral analysis. However, the use of spaceborne multispectral and hyperspectral imagery is useful for mapping such minerals on volcanoes prone to collapse and generation of debris avalanches and debris flows.

VUL-22 CARTEL

REACTIVACIÓN DE FALLAS NORMALES COMO GENERADORES DE AVALANCHAS EN PICO DE ORIZABA-UNA APROXIMACIÓN CON MODELACIÓN NUMÉRICA

Concha Dimas Aline
Instituto de Geología, UNAM
acdgaia@servidor.unam.mx

Pico de Orizaba ha sufrido durante su evolución eventos de colapso de dos paleoedificios. La dirección de colapso es diferente en cada uno de los casos. El primero ocurrió en la porción N-NE con movimiento de la masa resultante a lo largo del valle del río Jamapa. El segundo colapso ocurrió hacia el NE-E a lo largo del río Tetelzingo.

Evidencias en campo demuestran la existencia de fallas normales con rumbo NE40SW afectando al basamento además de existir varios alineamientos en dicha dirección afectando el cono actual.

Utilizando diferencias finitas en modelos bidimensionales se analizó una sección crítica elegida en base a la dirección de conos monogenéticos alineados alrededor del edificio principal y a la existencia de un lineamiento con actividad de fallamiento normal a lo largo del Río Jamapa.

Númericamente se evaluaron dos casos hipotéticos con datos geomecánicos y del macizo rocoso obtenidos en el edificio de Pico de Orizaba: uno con una falla vertical al centro del edificio volcánico y otro con falla vertical no centrada.

En el caso de la falla centrada, el campo de desplazamiento horizontal y de esfuerzos demuestran que la deformación es fuera del plano y paralelo a la traza de la falla. Mientras que en el caso de la falla no-centrada el desplazamiento es paralelo al plano de sección y perpendicular a la traza de la falla. Los resultados obtenidos demuestran que para el caso específico del Pico de Orizaba, el colapso puede ocurrir con reactivación de fallas normales y que el cambio de posición de dichas fallas relativa al edificio volcánico pudieron ocasionar el cambio de dirección de colapso tal como ocurrió durante la evolución de este volcán.

VUL-23 CARTEL

ESTUDIO PETROLÓGICO Y GEOQUÍMICO DE LOS ÚLTIMOS 1200 AÑOS DEL VOLCÁN EL CHICHÓN, CHIAPAS MÉXICO

Rueda Rojas Antonio, Mora Chaparro Juan Carlos y Sánchez Gómez Silvia
IPN
louudann@hotmail.com

El volcán El Chichón se encuentra situado en la porción noroccidental del Estado de Chiapas.

Las rocas del volcán El Chichón fueron clasificadas utilizando el diagrama TAS (total álcalis-silica diagram), (LeBas et al 1986), donde divide a las a las rocas volcánicas de acuerdo al contenido de sílice que presentan en: ultrabásicas con un contenido menor al 45%, básicas con un contenido entre 45–52%, intermedias con un intervalo de 52–63% y ácidas si el contenido en sílice es mayor al 63% (Rollinson, et al., 1993).

Estos eventos eruptivos se han caracterizado por tener un contenido de fenocristales y microfenocristales de plagioclasas que varían de 12% a 45Vol., anfíboles de 6.2% a 45 Vol., clinopiroxenos de 1.2% a 16Vol., y óxidos de hierro de 0.9% a 13 Vol.; rodeados por una matriz que varía de 43.1% a 56.2Vol., constituida por vidrio y microlitos. Los óxidos de hierro se encuentran esparcidos en toda la roca y como inclusiones minerales en las diferentes fases minerales.

Los productos emitidos dieron origen a los siguientes depósito:

La actividad eruptiva de hace 1200 años tipo pliniana con destrucción de domo, dio origen a una secuencia de oleadas piroclásticas (surge), un flujo de bloques y cenizas (FBC) y un depósito de caída. Tilling et al. (1984) y Espíndola et al. (2000.) El depósito de FBC y de caída están constituidos principalmente por pómez de composición traquiandesítica, con un contenido de SiO₂ del 57.5%p.

El evento de 900 años de tipo efusivo, produjo un depósito masivo constituido en su totalidad de pómez de color blanco (Espíndola et al., 1999.), de composición traquiandesítica, con un contenido de SiO₂ del 57.5%p.

Hace 500 años ocurrió un evento eruptivo de tipo pliniano a cráter abierto, que dio origen un depósito de caída constituido principalmente por pómez de color amarillo y líticos oscuros, las muestras del depósito de 500 años se ubican en la línea que divide a los basaltos traquiandesíticos y a las traquiandesitas, con un contenido (56.3–57.7%p de SiO₂). Asociado a la pómez se encontraron rocas de color oscuro identificadas como enclaves máficos (Macías et al., 2003), de composición basáltica, con un contenido en SiO₂ del 46 a 50 %p.

El depósito originado por el evento ocurrido en 1982 de tipo pliniano con destrucción de domo, es de color blanco amarillento a rosado, constituido principalmente por una secuencia de flujos de bloques y ceniza (FBC), oleadas piroclásticas (SURGES), depósitos de caída (Pómez) y lahares.

Los líticos juveniles de los depósitos de caída y flujos de bloques y cenizas son principalmente pómez (Cochemé et al., 1983), de composición traquiandesítica con un contenido de SiO₂ del 56.5 a 62%p.

Estudiar su historia evolutiva durante los últimos 1200 años, nos permitirá relacionar la actividad volcánica y la dinámica en la evolución de su sistema magmático.

VUL-24 CARTEL

LAHAR SAN NICOLÁS DEPOSIT IN THE NE FLANK OF POPOCATÉPETL VOLCANO: IMAGE PROCESSING ASSISTED VS. SIEVING SEDIMENTOLOGICAL STUDIES

González Huesca Alberto E. y Delgado Granados Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
lup@geofisica.unam.mx

Debris avalanche (DAD) and laharic (i.e. debris flow, DFD) deposits include a wide range of clast sizes and lithologies implying serious difficulties for their sedimentological study. Studies of DAD for instance, can not be achieved because of the presence of megaclasts. Similarly, DFD include meter-size blocks that are not possible to sample for granulometric studies, therefore whole grain size distributions for those deposits are mostly unknown. Traditional sedimentological analyses have important restrictions when studying these deposits. Sieving is not feasible most of the times (due to deposit hardness, block size, etc.), modal analyses of clasts are difficult, and several fabric-related works are mostly impossible or time-consuming, and thus, few studies are found in the literature. Processing of field-taken images of those deposits can be a way to tackle the problem. A method based on the tonality differences of clast types and their contrast with the matrix can be achieved by using image processing software. Having the proper images, the method would be capable to throw results on grain size distribution from block size clasts to micrometer-size particles.

This work shows the results obtained by applying image processing assisted sedimentological analyses to laharic sequences as compared with traditional methods. This study is focused on the Lahar San Nicolás (SNL) deposit distributed on the northeast flank of Popocatepetl volcano. This sequence was originated 1300 years BP and comprises 3 stratigraphic units. This laharic sequence is almost monolithological because most of the clasts are of a dark gray andesite, but pumice and reddish andesites are also found. Images were obtained at the outcrop before sampling was carried out for traditional analyses at the same place where the image was taken in order to better compare results. Samples were dried, disaggregated, sieved, weighed and data was processed and graphed in the usual way. Images were taken with a digital camera and a reflex camera (images were scanned afterwards). Size distribution, modal analyses, grain elongation and imbrication's direction were obtained at every clast size. Data was processed and graphed as in the traditional method. Here, we compare the granulometric and modal analyses obtained by the two methods in order to contrast the differences, advantages and disadvantages. Based on this, applicability of the method to carry out sedimentological studies of DAD and DFD, is discussed.

VUL-25 CARTEL

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ESTUDIO DE PELIGROS DEL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA

Téllez Alatorre José Armando, Navarro Ochoa Carlos, Cortes Cortes Abel, Bretón Gonzalez Mauricio y Zobin Peremanova Vyacheslav
Universidad de Colima
armando@cgic.ucol.mx

El volcán de Colima localizado en la parte occidental de la Republica Mexicana y en el cinturón Neovolcánico Mexicano. Teniendo una actividad importante con diferentes tipos de procesos eruptivos, presentando los siguientes peligros volcánicos: flujos piroclásticos, lahares, caída de ceniza, flujos de lava, y avalancha de escombros.

En este trabajo, usamos el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView 3.1, para mostrar los peligros volcánicos del volcán de Colima. La base de datos para el (SIG) fue preparada usando la información acerca de la topografía, poblaciones, hidrología, vías de comunicación, infraestructura, y los principales peligros volcánicos para la zona volcánica expresados en el mapa de peligros volcánicos para el volcán de Colima.

VUL-26 CARTEL

FLUJOS PIROCLÁSTICOS SUBACUOSOS ASOCIADOS CON ROCAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO INFERIOR

Carrasco Velázquez Baldomero E.
Facultad de Ingeniería, UNAM
bcar@prodigy.net.mx

En el extremo occidental del Terreno Tectonoestratigráfico Maya se encuentra situada la Plataforma de Córdoba. Entre las poblaciones de Fortín y Zongolica, Ver. afloran las rocas de la Formación Xonamanca constituida por rocas piroclásticas (dacitas), rocas sedimentarias terrígenas (vulcarenitas, litoarenitas y litoarenitas feldespáticas) y en menor proporción por rocas carbonatadas (micrita y micrita fosilífera), el espesor estratigráfico conjunto es variables entre 393 y 600 m. La edad de la Formación Xonamanca es dada por su posición estratigráfica relativa, ya que cubre a la Formación Tepexilotla que en su parte superior tiene amonitas del Titoniano Superior y subyace a la Formación Tuxpanguillo que por sus tintinidos corresponde al Hauteriviano, por lo tanto, las rocas piroclásticas, terrígenas y carbonatadas de la Formación Xonamanca corresponden a la base del Cretácico Inferior (Berriasiano-Valanginiano).

Las evidencias de las estructuras sedimentarias, petrología, fósiles, y la posición y geometría de las facies (Cas y Wright, 1988), muestran que en la porción SSE del área (Zongolica) en los 600 metros de la Sección Xonamanca hubo tres eventos de flujos piroclásticos subacuados de 51, 184 y 55 m de espesor, intercalados con rocas epiclásticas formadas principalmente por vulcarenita, litoarenita y lutita arenosa, con estratificación cruzada, acanalamientos, bioturbación, glauconita, y un alga café llamada *Paleosargassum* sp.; en la parte media superior de la columna hubo condiciones propicias para formación de rocas carbonatadas (micrita fosilífera con miliólidos endémicos) intercaladas con bentonita, así como con dolomías cristalinas; la asociación de los flujos piroclásticos y de las rocas sedimentarias, revela que las condiciones de

sedimentación fueron marinas someras con circulación restringida y alta salinidad como lo manifiesta la paleoecología de los microfósiles asociados con las rocas epiclásticas y carbonatadas, a veces asociadas con glauconita.

En la porción NNW del área (Fortín), en la Sección Chicahuaxtla situada a 23 km de la Sección Xonamanca, el espesor de la sección se reduce a 393 metros, no hay la presencia de rocas epiclásticas, pero sí de una predominancia de capas gruesas con estructura laminada de micrita arcillosa fosilífera de tintínidos y Nannoconus, intercalada con bentonita y tóba? muy alterada con un intemperismo naranja-rojizo con espesores de 51, 54 y 21 m.

Las secciones stratigráficas intermedias entre las Secciones Xonamanca y Chicahuaxtla apoyan con sus evidencias por las facies y litología, que hubo una zona de transición entre ambas, confirmando que las condiciones marinas más someras y con mayor espesor de flujo piroclástico ocurrieron hacia el SSE del área, en tanto que en la parte NNW las condiciones fueron marinas y de mayor profundidad relativa.

Existen algunos ejemplos documentados en el record geológico de flujos piroclásticos subacuados, entre los que tenemos: la Toba Merrions del Devónico Inferior en el SE de Australia, la Formación Tokiwa en Japón, la Formación Ohanapecosh en Washington y la Ceniza Dali en Grecia, entre otros; la Formación Xonamanca de la Plataforma Cretácica de Córdoba parece favorecer una condición de sedimentación de flujos piroclásticos subacuados.

Sesión

Vulcanología

Jueves 4

Salón Claustro 2

S1-1

TOWARDS A REVISED GEOLOGICAL HISTORY OF THE ACATLAN COMPLEX, SOUTHERN MEXICO: TECTONIC AND PALEOGEOGRAPHIC IMPLICATIONS

Keppie Duncan J.¹, Miller B.V.², Nance Damian³, Murphy J.B.⁴ y Dostal Jaroslav⁵

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Dept. of Geological Sciences, University of North Carolina at Chapel Hill, NC, USA

³ Dept. of Geological Sciences, Ohio University, Athens, Ohio, USA

⁴ Earth Science, St. FX. University, Antigonish, Nova Scotia, Canada

⁵ Dept. of Geology, St. Marys University, Halifax, Nova Scotia, Canada

duncan@servidor.unam.mx

Based upon limited geochronology and poorly preserved fossils, the Acatlan Complex of southern Mexico has been inferred to comprise: (i) low-grade, Lower Paleozoic trench/forearc or miogeoclinal metasedimentary rocks (Petlalingo Group) thrust beneath (ii) eclogitic oceanic lithospheric rocks (Piactla Group) during the Late Ordovician-Early Silurian, Acatecan Orogeny, unconformably overlain by (iii) Siluro-Devonian, arc-related volcanic and sedimentary rocks (Tecomate Formation), all deformed during (iv) the low-grade, Middle Devonian Mixtecan Orogeny and intruded syntectonically by a Late Devonian granitoid pluton, and unconformably overlain by (v) Late Devonian-Early Permian sediments (Patlanoaya and Matzitzi formations). Respective correlation of the Acatecan and Mixtecan orogenies with the Taconian and Acadian orogenies of the Appalachians implied that the Acatlan Complex was a vestige of the Iapetus Ocean. New U-Pb zircon analyses and fossil identifications indicate a revised sequence of events: (1) deposition of terrigenous sediments that were intruded by (2) rift-related mafic and felsic rocks during the Ordovician (~440-480 Ma); (3) polyphase deformation and eclogite facies metamorphism at 346 ± 3 Ma followed by migmatization at ~350-330 Ma associated with tectonic interleaving of the low- and high-grade units; (4) Upper Devonian-Middle Permian arc magmatism (e.g. Totoltepec pluton: 290-285 Ma) and deposition of the Tecomate Formation (containing latest Pennsylvanian-Middle Permian fossils and granite pebbles with 280-230 Ma ages) and Patlanoaya Formation (containing Upper Devonian-Lower Permian fossils); (5) Lower-Middle Permian polyphase deformation under low-grade metamorphic conditions; and (6) Middle Jurassic (174-170 Ma), plume-related, polyphase deformation, high-low grade metamorphism and bimodal magmatism. These new data indicate that the main Paleozoic tectonothermal events are Carboniferous and Permian (rather than Ordovician and Devonian) suggesting a correlation with the Variscan-Alleghanian-Ouachita orogen. These new data indicate: (i) birth and destruction of an ocean in the Ordovician and Early Carboniferous, respectively, followed by (ii) oblique convergent deformation during arc development in the Early-Middle Permian. Such a correlation is more compatible with: (i) an origin along the Amazonian-Oaxaquia margin of the Rheic Ocean (rather than Iapetus), followed by (ii) subduction of the paleo-Pacific Ocean beneath the western margin of Pangea, respectively. Jurassic subduction of the paleo-Pacific beneath western Mexico led to overriding of a plume.

S1-2

U-PB SINGLE-CRYSTAL GEOCHRONOLOGY OF THE ACATLÁN COMPLEX: STRATIGRAPHIC AND TECTONIC IMPLICATIONS

Talavera Mendoza Oscar¹, Ruiz Joaquín², Gehrels George², Meza Figueroa Diana³ y Vega Granillo Ricardo³

¹ Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

² Geosciences Dept., University of Arizona, USA

³ Depto. de Geología, Universidad de Sonora
talavera@geo.arizona.edu

Single-crystal U-Pb geochronology of metasedimentary and magmatic suites of the Acatlán Complex (southern Mexico) and its late Paleozoic sedimentary cover reveals a complex geological evolution recording tectonic events from the assembly of Rodinia to the break-up of Pangea. Data for the Esperanza Granitoids indicate the existence of three major magmatic suites related to separated orogenic events: (1) A Mesoproterozoic (1165 ± 30 to 1043 ± 50 Ma) suite related to the Grenvillian orogeny; (2) an Early Ordovician (478 ± 5.2 to 471 ± 4.5 Ma) suite related to the Taconian orogeny; and, (3) a Middle to Late Ordovician (460.5 ± 8.5 to 440 ± 14 Ma) suite related to the Acatecan orogeny. Eclogitic rocks from the Xayacatlán Formation of Neoproterozoic-Early Ordovician age contain detrital zircons derived most probably from the southwestern North America Grenville province. U-Pb ages of detrital zircons in blueschists from the Ixcamilpa area are consistent with a Middle Ordovician depositional age and derivation from Laurentian sources including Taconian, Hudsonian and Archean rocks. The Tecomate Formation resulted to be composed of two unrelated units of contrasting age and lithology: a Neoproterozoic-Early Ordovician, arc- and rift-related volcanosedimentary unit (El Rodeo Formation) containing detrital zircons deriving from the southwestern North America Grenville province; and, an essentially sedimentary unit containing Early Permian fauna. The Cosoltepec Formation has a maximum Cambrian depositional age and contains detrital zircons consistent with derivation from South American sources including the Brasiliano, Grenvillian and the Trans-Amazonian orogens. The age of the Magdalena and Chazumba Formations is established to the Late Pennsylvanian-Early Permian, substantially younger than previously inferred, and contain detrital zircons indicating derivation from both North and South America crustal sources. The Olinalá Formation from the Late Paleozoic sedimentary cover contains detrital zircons deriving mainly from Grenvillian sources with a significant contribution of Pennsylvanian magmatic rocks.

The earliest stages of the tectonic evolution of the Acatlán Complex are tied to the evolution of Rodinia. Eclogitic and blueschists suites document plate convergence along the eastern margin of Laurentia during the Taconian and Salinian (Acatecan) orogenic pulses, whereas that volcanosedimentary rocks from El Rodeo Formation are related to a rift process during Taconian time. Overprinting by a major Acadian-age tectonothermal event is suggested by existing geochronological data, which was accompanied by the intrusion of La Noria granite at high crustal levels. Amalgamation of the Cosoltepec Formation must have occurred after Silurian most probably during Carboniferous time and was accompanied by the emplacement of the Totoltepec stock. The present tectonic setting of the Acatlán Complex was ultimately achieved by amalgamation of the Magdalena-Chazumba suite during the final stages of Pangea assembly. The Early Jurassic

tectonothermal event affecting only the Chazumba and Cosoltepec units to produce the Magdalena Migmatite is related to the break-up of Pangea and the opening of the Gulf of Mexico.

The Acatlán Complex represents a major suture zone of convergence between Laurentian and Gondwanan assemblages and mirrors the structure and evolution of the Appalachian-Caledonian Chains of North America.

SI-3

THERMOBAROMETRY OF THE HIGH-PRESSURE METAMORPHISM IN THE ACATLÁN COMPLEX

Vega Granillo Ricardo¹, Talavera Mendoza Oscar², Meza Figueroa Diana¹, Ruiz Joaquín³, Gehrels George³ y De la Cruz Vargas Julio Cesar¹

¹ Universidad de Sonora

² Universidad Autónoma de Guerrero

³ Universidad de Arizona

rickvega@geologia.uson.mx

Blueschists, eclogites and garnet-amphibolites are part of the Xayacatlan Formation, which protoliths have oceanic affinities. Thermobarometric studies in that unit draw a clockwise path evolving from blueschist, eclogite, epidote-amphibolite to greenschist facies. Temperature conditions are typical of low-temperature eclogites associated with subduction zones and with Alpine type retrograde path. Esperanza Granitoids is a complex suite made by Grenvillian gneisses, a metamorphosed sedimentary-volcanic sequence and Early to Middle Ordovician metagranites. Metamorphic conditions indicate a temperature range from 632°C to 800°C with pressures as high as 16.8 Kbars. P-T data indicate an evolution from eclogite, amphibolite to epidote-amphibolite facies. Metamorphic conditions and geologic frame are typical of medium-temperature eclogites generally associated with collision between continents or microplates. A middle Ordovician age (U-Pb zircon) obtained from a granitic dyke cutting the Xayacatlan Formation, that age postdates the first high-pressure metamorphic event. A second high-pressure event occurred in the Esperanza Granitoids after or contemporaneous with 440 Ma granite intrusions, which made part of that suite. Lower Silurian to Lower Devonian ages previously reported in both units could be related with later thermal readjusts during the exhumation process. By their metamorphic, chronologic and geologic characteristics, Xayacatlán Formation may be related to the Dunnage zone in northern Appalachians and the blueschists correlated with the New Brunswick subduction complex; while Esperanza Granitoids could be compared with rocks of the Humber zone of the same orogenic region. The orogenic phases can be related with those in the Caledonian orogeny originated by the development and closure of the Iapetus Ocean.

SI-4

NEW GEOCHRONOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC DATA RELATED TO THE PALEOZOIC EVOLUTION OF THE HIGH-PRESSURE PIAXTLA GROUP, ACATLÁN COMPLEX, SOUTHERN MEXICO

Elías Herrera Mariano¹, Ortega Gutiérrez Fernando¹, Sánchez Zavala José Luis¹, Reyes Salas Adela Margarita¹, Macías Romo Consuelo¹ y Iriando Alexander²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
elias@servidor.unam.mx

The eclogitic rocks (Piactla Group) of the Acatlán Complex, southern Mexico, have been interpreted to be pre-Devonian suture elements. The Piactla Group has been inferred to encompass slices of oceanic lithosphere (mafic and ultramafic bodies) and continental crust (peraluminous sediments and granitoids) trapped in a subduction zone, deeply buried, and eclogitized during continental collision (Acatecan Orogeny) by Late Ordovician time. The Acatecan Orogeny was roughly correlated with the Taconian Orogeny in the Appalachians implying that the Piactla Group contains remnants of the Iapetus Ocean. However, our new U-Pb zircon data for the eclogites of Piactla Group in the San Francisco de Ásis area, north of Tehuiztzingo, and similar results (Middleton et al., 2004), seem to indicate a tectonic evolution related to the destruction of the Rheic Ocean (rather than Iapetus) during the Alleghanian-Ouachita Orogeny.

The Piactla Group in the San Francisco area consists of lenses and boudins of eclogites (omphacite + garnet + quartz + rutile ± phengite ± epidote/zoisite) enclosed in a polyphase-deformed kyanite-phengite-garnet schist and interlayered phengite-garnet-rutile metagranitoids (Esperanza Granitoids). Although the group is strongly affected by retrogression related to exhumation, the mineral assemblages and textural relationships in the micaceous schist and metagranitoids indicate that these rocks also underwent eclogite-facies metamorphism. The Esperanza Granitoids at its type locality yielded a U-Pb zircon age of 440 ± 14 Ma that we interpreted as the age of the high-pressure metamorphism and the syntectonic emplacement of the granitoids during the Acatecan Orogeny. In order to date more directly the eclogitic metamorphism, single zircon grains from the eclogites of the San Francisco de Ásis area were analyzed by SHRIMP.

U-Pb SHRIMP ages for zircon rims in the eclogites of San Francisco vary from 359 ± 2 Ma to 345 ± 5 Ma with an average age (10 data points in different grains) of 352 ± 2 Ma. We also obtained a zircon core age of 442 ± 2 Ma. The dates of 352 Ma for rims and 442 Ma for the core may be interpreted as the ages of the eclogitic metamorphism and crystallization of protolith, respectively, suggesting an Alleghanian affinity. This interpretation, however, contradicts a key but overlooked stratigraphic relationship whereby clastic and fossiliferous Upper Devonian beds (Otate and Patlanoaya formations) unconformably overlie the high-pressure rocks of the Piactla Group near Patlanoaya. Fragments of phengite schist and detrital phengite and rutile, eclogitic minerals, are common in psammitic beds of the Otate and Patlanoaya formations. Thus, we consider that the 442 Ma age of the zircon core agrees with the Late Ordovician age for the interlayered Esperanza Granitoids, and also dates the eclogitic metamorphism in San Francisco area. The Late Ordovician age for the eclogites and the stratigraphic data reinforce the existence of a pre-

Devonian collisional event as formerly proposed. The zircon rim ages may be related to a poorly understood early Mississippian tectonothermal event that occurred during the exhumation process.

SI-5

EL SIGNIFICADO TECTÓNICO DE LOS MINERALES PESADOS DE LA FORMACIÓN TECOMATE Y DE ALGUNAS UNIDADES INFERIORES DEL COMPLEJO ACATLÁN Y DE SU COBERTURA

Sánchez Zavala José Luis, Macías Romo Consuelo, Martínez Lara Yardenia, Ortega Gutiérrez Fernando y Elías Herrera Mariano

Instituto de Geología, UNAM
jlsz@servidor.unam.mx

Los minerales pesados de la Formación Tecomate y análisis U-Pb por LA-ICPMS obtenidos para sus zircones detríticos en la región de Acatlán-Tehuizingo, Puebla, junto con los minerales pesados de los Granitoides Esperanza, Formación Cosoltepec y una unidad metasedimentaria que se correlaciona con la Formación Ahuatlán del Paleozoico Inferior, discordante con respecto a los Granitoides Esperanza, sugieren una procedencia local y otra relacionada a un margen continental para los sedimentos de la Formación Tecomate. Los minerales principales identificados son zircón, apatito, turmalina, rutilo, titanita y granate, cuyas características revelan fuentes granulíticas (zircón) y rocas de alta presión metamórfica (rutilo, granate), magmáticas (apatito, turmalina, titanita), así como de granos reciclados.

Los datos U-Pb para los zircones detríticos de la Formación Tecomate se agrupan en las siguientes poblaciones: a) Cámbrico-Ordovícico (460-500 Ma), b) Mesoproterozoico (900 a 1650 Ma), c) Neoproterozoico (729 y 879 Ma) y d) una muy escasa que va de los 1620 a los 1921. Con base en las características de los minerales pesados y la edad de sus zircones la primera población tiene como fuente de aporte los metagranitos ordovícicos de los Granitoides Esperanza. Para los zircones Mesoproterozoicos su procedencia más probable es el Complejo Oaxaqueño, lo que es reforzado por la presencia de cuarzo rutilado, fragmentos de gneis granulítico y mesopertitas. El resto de las poblaciones proviene de zircones retrabajados de las unidades inferiores del Complejo Acatlán.

Por otro lado, la unidad metasedimentaria, cubierta en discordante por la Formación Tecomate, contiene minerales pesados derivados de fuentes metamórficas de alta presión expuestas en el área (rutilo rodeado de titanita, turmalina, granate y zircones zonados), algunos de ellos también presentes en la Formación Tecomate. Además, la Formación Otate, base de la cobertura paleozoica en el área de Patlanoaya, con una edad mínima del Devónico tardío y discordante con respecto al resto de las unidades inferiores del Complejo Acatlán, también contiene minerales derivados de este último, lo cual implica su exposición durante el Devónico.

Estos datos confirman la existencia de un evento de colisión predevónico (Orogenia Acateca) además del evento pérmico que afectó a la Formación Tecomate.

SI-6

XAYACATLAN FORMATION, ACATLAN COMPLEX, SOUTHERN MEXICO: TECTONIC IMPLICATIONS

Dostal Jaroslav

Dept. of Geology, Saint Mary's University, Halifax, Canada
jdostal@smu.ca

The Xayacatlan Formation is a part of the Piaxla Group, the upper allochthonous slice of the Acatlan Complex. The formation has been interpreted as an ophiolitic sequence and the Lower Paleozoic vestige of either the Iapetus or Rheic oceans. It consists of high-grade mafic-ultramafic and interlayered pelitic and siliceous metasedimentary rocks that are structurally overlain by high-pressure metagranitoids and migmatites (Esperanza granitoids). All of these rocks are thought to have experienced eclogite facies metamorphism and polyphase deformation and were obducted during the Late Ordovician-Early Silurian Acatecan Orogeny over the Petlalcingo Group, a thick siliciclastic sequence interpreted as a para-autochthonous trench and forearc deposit, that ranges in metamorphic grade from lower greenschist to upper amphibolite facies. The Esperanza granitoids are syntectonic with respect to the emplacement of the nappe and yield a 440 ± 14 Ma age (U-Pb zircon age). This nappe pile is unconformably overlain by the volcano-sedimentary Tecomate Formation, which consists of conglomerate, sandstone, slate, within-plate mafic and felsic volcanic rocks, and limestone that contains Pennsylvanian-Early Permian conodonts. It was intruded by the 287 ± 2 Ma calc-alkaline Totoltepec pluton before being strongly deformed in S-vergent thrust zones and dextral N-S shear zones within lower greenschist facies metamorphic conditions. These rocks are unconformably overlain by the Lower Permian Matzitz Formation, which also oversteps the Oaxacan Complex.

Re-examination of the type area of the Xayacatlan Formation reveals that it consists of a mafic igneous sequence intruded at 442 ± 1 Ma (U-Pb zircon age) that underwent upper amphibolite facies metamorphism before cooling through 500-550°C by 414 ± 15 Ma (40Ar/39Ar hornblende age). This was followed by a lower greenschist facies overprint that has been dated elsewhere at 288 ± 14 Ma (K-Ar muscovite age). Although generally thoroughly recrystallized, some of the amphibolites appear to preserve igneous textures. Their major and trace elements are rather similar to modern igneous rocks, suggesting that they also preserve primary compositions. The amphibolites have typical tholeiitic characteristics, and resemble continental tholeiites rather than rocks with oceanic affinities. In contrast to earlier studies, these rocks are interpreted here as part of a plutonic complex emplaced in continental crust, possibly the underlying Oaxacan Complex. The Xayacatlan Formation is thus inferred to represent an obducted slice of the continental lithosphere.

S1-7

**REVISED GEOLOGICAL HISTORY OF THE GRANJENO
SCHIST, CIUDAD VICTORIA, MEXICO: CORRELATIONS
WITH THE ACATLÁN COMPLEX (SOUTHERN MEXICO)
AND PALEOGEOGRAPHIC IMPLICATIONS**

Nance Damian¹, Dowe David S.¹, Keppie Duncan J.², Cameron
Kenneth³, Ortega Rivera Amabel⁴, Ortega Gutierrez Fernando⁵ y
Lee J.W.K.⁶

¹ Dept. of Geological Sciences, Ohio University, Athens, Ohio,
USA

² Instituto de Geología, UNAM

³ Dept. of Earth Sciences, University of California, Santa Cruz, CA,
USA

⁴ Centro de Geociencias, UNAM

⁵ Instituto de Geología, UNAM

⁶ Dept. of Geology, Queens University, Kingston, Ontario, Canada
nance@ohio.edu

Exposed in the core of a NNW-trending frontal anticline of the Laramide fold-thrust belt of northeastern Mexico, the Paleozoic Granjeno Schist comprises a polydeformed assemblage of metasedimentary and metavolcaniclastic rocks and serpentinized mafic-ultramafic units inferred to represent an ophiolitic mélange and/or slices of oceanic lithosphere. The earliest deformation (D1) produced greenschist facies cleavage and folds that predate emplacement of a leucogranite at 351 ± 54 Ma (containing xenoliths of the Granjeno) and may record obduction of this oceanic unit. Subsequent deformations (D2a-c) produced three superposed, low-grade, fabric elements that are inferred to record the progressive tectonic juxtapositioning of the Granjeno Schist against the ~ 1 Ga Novillo Gneiss by NNW-directed dextral shear under conditions of decreasing temperature. Cooling ages of 313 ± 13 Ma and 300 ± 4 Ma are considered to date the onset of dextral motion, which continued into the Permian. These events may be correlated with the Late Paleozoic events recorded in the Acatlán Complex that have recently been linked with the closing of the Rheic Ocean and the oblique subduction of the paleo-Pacific Ocean beneath western Pangea.

Simposio

**Geología de México: En memoria del
M. en C. Diego Arturo Córdoba Méndez**

Martes 2

Salón Claustro 4

S2-1

PRESENTACIÓN

Del Arenal Capetillo Rodolfo
Instituto de Geología, UNAM
delaren@geologia.unam.mx

Como recuerdo y en honor al Maestro en Ciencias Diego Arturo Córdoba Méndez, se ha organizado este Simposio en el marco del Centenario de la Sociedad Geológica Mexicana, dentro de la IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra 2004 y cuyo tema central versa sobre la Geología de México.

Precisamente un día como hoy, hace dos años dejó de existir el Maestro Córdoba Méndez y en este su segundo aniversario de fallecimiento, coincidentemente, amigos y colegas presentan, dentro de este evento académico, alguno de sus trabajos de investigación como un homenaje a su memoria.

El Maestro Córdoba Méndez, como Presidente de la Sociedad Geológica Mexicana durante los períodos de 1969 a 1970 y de 1971 a 1972 y aprovechando su posición como Director del Instituto de Geología, señaló la necesidad, en aquel entonces, de enfocar e incrementar los trabajos e investigaciones geológicas hacia regiones del país cuya geología se conocía someramente. De esta manera se organizó, por primera vez, una Convención Geológica Nacional fuera de la Ciudad de México, siendo la Ciudad de Oaxaca la sede elegida por considerar que era necesario conocer más la complicada e interesante geología de ese Estado. De igual manera y para sustentar lo anterior, se llevó a cabo una excursión geológica que incluyó el itinerario: México, D.F.-Cautla-Izucar de Matamoros-Huajuapán de León-Oaxaca.

Los trabajos presentados en dicho evento, forman parte del Libro-Guía publicado por la Sociedad Geológica Mexicana en 1970.

En el año de 1972 y dado el interés despertado por los buenos resultados obtenidos de la primera convención, el Maestro Córdoba Méndez consideró importante que nuevamente la Sociedad Geológica Mexicana se abocara a organizar otra y más aún por ser el cierre de su gestión como presidente de la misma. Ésta tuvo lugar en la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa, la cual con la experiencia ya adquirida, constituyó un verdadero éxito. En esta segunda convención se contó con la amplia colaboración de las universidades de Texas y de Nuevo México, así como de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Comisión de Fomento Minero, aprovechando como se dijo anteriormente, las relaciones académicas y contactos que en ese momento tenía como Director del Instituto de Geología. Adicional e independientemente de los trabajos presentados en dicho evento, se efectuaron las excursiones: Torreón-Durango; Cerro del Mercado, Dgo; Durango-Mazatlán y Tayoltita. Los trabajos presentados así como la guía de las excursiones geológicas, forman parte de la Memoria de la Segunda Convención Nacional publicada por la Sociedad Geológica Mexicana en 1972.

Lo escrito en párrafos anteriores, es solamente para destacar lo que el Maestro Córdoba Méndez siempre demandó a la comunidad geológica cuando estuvo tanto al frente como Presidente de la Sociedad Geológica Mexicana como del Instituto de Geología de la UNAM... la imperiosa necesidad de despertar y estimular el interés en conocer las riquezas geológicas que encierra nuestro territorio nacional, a través de la presentación del avance y/o resultados de sus trabajos e investigaciones en este tipo de eventos y.....no fue en vano.

S2-2

EVOLUCIÓN TECTÓNICA CRETÁCICA Y TERCIARIA EN EL NORTE DE SONORA: UNA ASOCIACIÓN ÍNTIMA DE INTRUSIÓN, VULCANISMO Y DEFORMACIÓN MAGMÁTICA

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

De acuerdo a la información disponible las rocas del Cretácico y del Terciario en el norte de Sonora contienen la información tectonoestratigráfica para proponer un modelo que explica la evolución de la región. Los estudios a detalle han permitido identificar que la deformación registrada en las rocas cretácicas es producto de una tectónica vertical, mientras que la deformación en las rocas terciarias es resultado de varios episodios de extensión cortical. Las estructuras presentes son indicadoras de procesos en los que destaca el movimiento y transporte de grandes masas rocosas por gravedad, con desarrollo de estructuras de extensión y de contracción. Es notable la influencia del magmatismo o de los batolitos en esta evolución tectónica. Se cree que existe una fuerte relación entre emplazamiento de magmatismo y levantamiento, mecanismos que desarrollan altos tectónicos. Sobreimpuesto a estos movimientos verticales del cretácico se observa un levantamiento (los complejos de núcleos metamórficos e inversión tectónica) durante el Mioceno temprano.

La historia tectónica cretácica y terciaria de Sonora en general está ligada a la evolución de la placa Farallón, 80-100 Ma con diferentes orientaciones del movimiento de subducción.

Esta subducción irregular se puede explicar mediante varias etapas de movimiento de la placa Farallón:

1) La primera etapa es el inicio de lo que han llamado el arco laramídico ligado a la subducción de la placa Farallón (97 Ma), lo cual se manifiesta con emplazamiento de intrusivos en la parte costera de Sonora y Baja California (97-90 Ma) y continente adentro, con la deformación (deslizamiento de masas asociados a movimientos verticales) en las rocas del Cretácico Inferior. Se propone un relación entre el magmatismo y los deslizamientos, estos últimos producidos por los efectos termales y mecánicos del emplazamiento de los intrusivos.

2) Una segunda etapa -en el Cenomaniano- está indicada por el inicio del depósito de la Formación El Tuli (intervalo de tiempo 97-55 Ma) caracterizada por depósito y vulcanismo. Los trabajos realizados sugieren que el espesor de esta unidad es de unos 10 km, aproximadamente. En el sur-sureste de Sonora se reporta el desarrollo del arco laramídico, Formación Tarahumara en el intervalo 90-55 Ma. Se sugiere un desarrollo muy irregular de la subducción de la placa Farallón más que una evolución continua de la subducción. Lo que resulta en una evolución caracterizada por intrusión, vulcanismo, sedimentación y erosión.

3) La tercera etapa, correspondiente al intervalo 55-27 Ma, está caracterizada por reposo tectónico y magmático, debido quizás a la disminución de la velocidad de subducción de la placa Farallón.

4) La cuarta etapa se presenta en el Mioceno temprano cuando sucede un ascenso de rocas de manto "más caliente", manifestado por los complejos de núcleos metamórficos ampliamente expuestos en Sonora. Estos complejos son la causa de inversión tectónica y de la configuración actual de la Falla San Antonio en el noreste de

Sonora. La asociación espacial y temporal del inicio de extensión con el volcanismo de la Sierra Madre Occidental sugiere que la actividad magmática puede estar intrínsecamente ligada a la evolución estructural observada en el área de estudio.

S2-3

GOGIA SPIRALIS ROBISON, EL EOGRINOIDE DE MAYOR ANTIGUEDAD (CAMBRICO TEMPRANO) DE MEXICO

Buitrón Sánchez Blanca Estela¹, Almazán Vázquez Emilio² y Mendoza Madera Cynthia²
¹ UNAM
² Universidad de Sonora
 blancab@servidor.unam.mx

En los alrededores del poblado de San José de Gracia, ubicado a 40 km al ENE de la Ciudad de Hermosillo, en la región central del Estado de Sonora, está expuesta una secuencia marina de plataforma que representa la sedimentación de parte del Cámbrico Temprano y Medio.

La columna estratigráfica tiene un espesor de 232 m, los primeros 67 m consisten en arenisca de cuarzo de grano grueso, cementada en parte por carbonato, con estructuras de bioturbación y estratificación cruzada, alternando en menor cantidad con caliza impura de estructura lenticular, conteniendo fragmentos de Hyolithes, algas oncolíticas, y trilobitas de la especie *Bristolia* sp. cf. *B. bristolensis* (Resser), así como placas de eocrinoides de la especie *Gogia spiralis* Robison, que se documenta por vez primera para Sonora, siendo el equinodermo de mayor antigüedad de todo el país. Estos organismos son representativos del medio marino durante el Cámbrico Temprano.

La parte superior de la secuencia, de 165 m de espesor, está compuesta por caliza masiva oolítica, caliza gris en estratos delgados, caliza amarillenta contaminada por arcilla y lutita masiva rojiza. Diferentes niveles bioestratigráficos encierran una variada y abundante fauna de organismos invertebrados como trilobitas de los géneros *Oryctocara*, *Peronopsis*, *Ehmaniella*, *Oryctocephalus*, *Pagetia*, *Kootenia*, *Elrathia* y *Bathyriscus*; asociados a braquiópodos de los géneros *Acrothele*, *Dictyonina*, *Prototetra* y *Linnarsonia*; así como *Hyolithes* y espículas de hexactinélidos. Este conjunto faunístico formó parte de la vida marina del Cámbrico Medio, hace 520 Ma.

La especie *Gogia spiralis* Robison se caracteriza por la presencia de una teca cónica formada por aproximadamente 100 placas sin ornamentación y comunicadas por poros suturales en la mayoría de ellas. Las braquiolas o brazos varían en número de 8 a 12 y están compuestas por numerosas placas que tienen un arreglo en espiral.

S2-4

AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGÍA DE MÉXICO EN LOS AÑOS SETENTAS: EL PROYECTO SINALOA

Roldán Quintana Jaime
 ERNO, Instituto de Geología, UNAM
 jaimer@servidor.unam.mx

En el año de 1970, el Instituto de Geología a través del Ing. Diego Córdoba Méndez (QPD), firmó un convenio de colaboración con el Gobierno de Sinaloa, para llevar a cabo la cartografía geológica

del Estado, a escala 1:100,000, y finalmente preparar una compilación 1:500,000. Con esto, Sinaloa sería uno de los primeros estados en contar con una cartografía geológica de todo su territorio. Este proyecto pionero en muchos aspectos. Es interesante mencionar que en los años setentas no existían cartas topográficas para la mayor parte del Estado de Sinaloa, por lo que antes de iniciar la cartografía geológica, se tuvieron que preparar los mapas topográficos en base a fotografías aéreas y puntos con coordenadas levantados con métodos topográficos tradicionales.

En el aspecto geológico, el Estado de Sinaloa era casi desconocido, por lo que considero que este proyecto aportó nuevos conceptos para entender la geología del noroeste de México. Durante el desarrollo del proyecto, el Instituto de Geología logró integrar grupos de investigadores de alto nivel, algunos de estos grupos iniciaron sus actividades en México dentro del proyecto Sinaloa y siguen trabajando actualmente. Entre ellos podemos mencionar al grupo de la Universidad de Texas, quienes realizaron varias tesis de doctorado en rocas del batolito Larámide y las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental; investigadores de la Universidad de Liverpool, Inglaterra quienes trabajaron en las rocas metamórficas del norte del Estado; geólogos franceses de la Universidad de Paris VI, que investigaron las rocas fosilíferas cretácicas. Además de estos geólogos extranjeros, un grupo importante de jóvenes mexicanos tuvimos el honor de colaborar en este proyecto. Por otro lado, de este proyecto se derivaron varias tesis de licenciatura en la UNAM así como varias tesis de maestría y doctorado en la Universidad de Texas.

Entre las aportaciones más importantes a la geología mexicana que fueron derivadas del mismo podemos mencionar:

- (1) Se inició el estudio sistemático de los batolitos de la costa del noroeste de México, aportando algunas de las primeras fechas isotópicas de las rocas intrusivas mesozoicas;
- (2) Se obtuvo valiosa información sobre la estratigrafía y edad de las rocas volcánicas de la provincia de la Sierra Madre Occidental;
- (3) Se reportan las primeras rocas paleozoicas en Sinaloa, las cuales afloran en el área de San José de Gracia, en la Sierra Madre Occidental;
- (4) Se definieron facies volcano-sedimentarias en rocas del Cretácico Temprano, lo que permitió tener un panorama más completo de la paleogeografía del Cretácico de México;
- (5) Como consecuencia de los descubrimientos anteriores, se demostró que la estratigrafía pre-Eoceno continuaba debajo de la secuencia de rocas volcánicas terciarias de la Sierra Madre Occidental.

Los hallazgos anteriores sin duda alguna contribuyeron a mejorar el conocimiento que se tenía de la geología de México hasta los años setentas.

S2-5

GEOLOGÍA DE LA HOJA VILLA AHUMADA: O COMO "EL FLACO" (D.A.C.) INFLUYO EN LA VOCACION Y DESARROLLO PROFESIONAL DE "EL CHIVO"

Rodríguez Torres Rafael
 ROTORA: Consultoría y Asesoría Geológica
 rafael@geologia.uson.mx

El área cubierta por es de 3,800 km² y en su margen Norte cubre los extremos australes de las sierras de La Candelaria y de La Ranchera, así como de Cerro de El Kilo. En la región central del margen occidental descansan las sierras de Mosqueteros y la de La

Alcaparra. Al centro del margen austral se localiza la Sierra de La Magdalena y en la esquina sur-occidental se encuentra el extremo de la Sierra Banco de Lucero.

El principal aporte de los autores de esta Hoja es la formalización de su nomenclatura estratigráfica:

Basalto Chiripa (Pleistoceno): Conos y derrames basálticos.

Formación Patos (Plio-Pleistoceno): Clásticos continentales en cuencas tipo bolsón.

Formación Carolina (Oligo-Mioceno): Corrientes lávicas, horizontes tobáceos e ignimbríticos y algunos domos de intrusión de composición dacítica, riolítica y latítica.

Grupo Chihuahua (Albiano): Formaciones Ahumada y Lucero, en la porción occidental

del área cartografiada y las unidades Benigno, Lágrima, Cox, Finlay, Benevides y Loma Plata, en el área oriental.

Formación Mosqueteros (Aptiano): Caliza parcialmente silicificada.

Formación Las Vigas (Neocomiano): Arenisca de cuarzo, caliza arenosa, y lutita alterada

Formación Alcaparra (Neocomiano): Caliza silicificada, yeso, y coquinas de ostreidos.

Formación Aleja (Tithoniano-Neocomiano): Caliza y lutita parcialmente metasomatizadas.

Formación Loma Blanca (Oxfordiano): Bloques de yeso con aparente diapirismo.

Estructuralmente el área estudio se localiza en la región a la que se le denomina Faja Tectónica de Chihuahua. Esta región se extiende paralela a la frontera desde Ojinaga hasta la Ciudad de Chihuahua y sus rocas sedimentarias mesozoicas se acumularon en el Canal de Chihuahua, que ha sido una subcuenca del llamado Geosinclinal Mexicano, actualmente se le conoce como la Fosa de Chihuahua.

La Faja Tectónica de Chihuahua se caracteriza por presencia de pliegues con rumbo NW-SE y que presentan ligeras variaciones locales en la orientación de sus ejes, reflejando la topografía sepultada de la cercana Plataforma del Diablo y así mismo el efecto de la acción diapírica del yeso oxfordiano basal en la secuencia mesozoica.

Localmente la Sierra de la Ranchera esta formada por un conjunto de pliegues con rumbo NE. El pliegue principal es un anticlinal formado en los estratos de la Formación Benigno. La Sierra de La Alcaparra muestra tres estructuras; en el extremo meridional forma una nariz de un anticlinal orientado al norte. En la porción occidental se tiene un anticlinal normal que propiamente forma la sierra, mientras que en el flanco occidental se encuentra un sinclinal asociado a una falla inversa.

La Sierra de Mosqueteros representa el flanco oriental de un anticlinal normal, con rumbo al norte desarrollado en las formaciones Mosqueteros, Benigno, Lágrima y Finlay.

El área también presenta dos sistemas de fallamiento normal que forma bloques que se consideran como efecto del evento Sierra y Valles que sufrió toda la región. El más antiguo afecto longitudinalmente a las estructuras plegadas de la región y, por lo tanto, su rumbo es paralelo a los ejes de los pliegues. El segundo sistema de fallas afecto oblicuamente a los grandes bloques formados y presenta un rumbo casi oeste, con variaciones locales.

S2-6

CUENCAS "PULL-APART" DEL PALEOCENO-EOCENO, COMO MECANISMO PRINCIPAL PARA EL ASCENSO DE MAGMAS SILÍCICOS E INTERMEDIOS: EJEMPLO PARA EL NORTE DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ

Tristán González Margarito¹, Labarthe Hernández Guillermo², Aguillón Robles Alfredo², Aguirre Díaz Gerardo J.¹ y Pallares Ramos Carlos³

¹ Centro de Geociencia, UNAM

² Instituto de Geología, UASLP

³ Université de Bretagne Occidentale, Brest, Francia
mtristan@uaslp.mx

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) lo conforma una secuencia volcánica de por lo menos seis episodios importantes. En particular para su porción septentrional, el primer evento es individual de composición andesítica-basáltica, con características calco-alcalinas ricas en K de ~ 44 Ma, formado principalmente por derrames lávicos, las que se intercalan y cortan a lechos rojos del Eoceno. El segundo es el mas voluminoso con 80% de lavas que formaron numerosos domos exógenos, clasificadas como riolitas ricas en K de 32 - 30.5 Ma. El tercer paquete riolítico con alto porcentaje en sílice de 30.5 - 28 Ma, su volumen es bajo en esta área. El cuarto un evento individual de 26 Ma, representado por derrames de ignimbritas de alto grado emplazado a lo largo de fisuras, ricas en K, y el último evento de 1.0 Ma que corresponde a aislados aparatos volcánicos de lavas y piroclásticos basaníticos. Los sedimentos de lechos rojos del Eoceno se depositaron en cuencas aisladas delimitadas por un sistema de fallas producto de rotación regional de bloques debido a fallamiento lateral formando cuencas tipo "pull-apart" las cuales se estima se desarrollaron durante el Terciario temprano, esto ocasionó que el sistema de fallas dentro de las cuencas sirvieran de conducto para la emisión de los productos volcánicos sin-transtensionales sobre todo durante el periodo comprendido entre los 32 y 28 Ma.

Como una reactivación importante del fallamiento anterior, se desarrolló un periodo de máxima extensión en el CVSLP entre los 26 y 27 Ma (Tristán-González, 1986) formando un sistema anastomado de cuencas y pilares tectónicos paralelo al sistema de zonas de fuente, que originaron la serie de domos exógenos y cuyas fosas se rellenaron con conglomerados antes de la emisión de la Ignimbrita Panalillo (25.6±0.6 Ma) los cuales se encuentran basculados hasta 40° al NE. Para la emisión de la Ignimbrita Panalillo de alto grado se pudieron determinar algunas de sus zonas de fuente, las cuales se identificaron en segmentos a lo largo de las fallas normales principales y cuyos remanentes se conservan en o cerca de su lugar de salida, su basculamiento es hacia el NE con ángulo promedio de 27° dentro de la fosa, lo que significa menor actividad de las fallas después de su depósito. La inmensa mayoría del sistema anastomado de fallas normales presenta en sus planos estrías que muestran un movimiento lateral izquierdo y la masa rocosa cerca de las fallas se encuentra cizallada fuertemente ocasionando imbricación de cuñas de la roca con vergencia de sus planos de rotura al NW, sobre todo en las rocas volcánicas de 32-30.5 Ma (Dacita Jacavaquero y Latita Portezuelo). La evidencia de actividad importante de las fallas la representa la emisión de la Ignimbrita Panalillo (25.6±0.6 Ma) y las basanitas con nódulos de granulita cuyos conductos están sobre las fallas principales y cuya edad es de ~1.0 Ma.

INFLUENCIA DEL ING. DIEGO A. CORDOBA MENDEZ EN LOS ESTUDIOS BIOESTRATIGRAFICOS DE MEXICO

Carranza Castañeda Oscar, Mitre Salazar Luis Miguel y
Martínez Reyes Juventino
Centro de Geociencias, UNAM
carranza@geociencias.unam.mx

Es una gran oportunidad presentar en este trabajo algunos hechos sobresalientes que los autores vivieron de manera integral en su desarrollo académico en el Instituto de Geología bajo la dirección del Sr. Ing. Diego Arturo Córdoba Méndez.

En efecto, los tres autores ingresaron a esta dependencia prácticamente al mismo tiempo, todos como becarios. El Instituto en aquel entonces, contaba con un Director entusiasta por su juventud y creatividad, lo cual fue determinante para esta institución con reconocimiento nacional e internacional, para la futura formación académica de los autores. La visión del futuro del Instituto que tenía en aquel entonces el Ing. Córdoba quedó patentizado por el apoyo que brindó a un gran número de estudiantes tanto de la carrera de Ingeniero Geólogo como de Biología entre otras. En este sentido, como director y como profesor, el Ing. Córdoba impulsó el posgrado en disciplinas afines al instituto, formando nuevo personal académico que se abocó al desarrollo de las nuevas líneas de investigación. De esta forma, el Ing. Córdoba, dio todo su apoyo para el inicio de las investigaciones acerca de la bioestratigrafía continental del Terciario tardío que en esa época no existía en las instituciones de enseñanza y de investigación.

El proyecto se inició en 1973, en la Cuenca de San Miguel de Allende, los resultados han demostrado la importancia del centro de México, además se han hecho importantes contribuciones al conocimiento de importantes eventos geológicos, como el origen de las cuencas sedimentarias del Cenozoico tardío y su estratigrafía, la formación de los grandes lagos del centro de México que están asociados al vulcanismo y la formación de un corredor eficiente a través del puente panameño que dio inicio al intercambio de faunas entre las Américas. Las investigaciones sobre la estratigrafía de las cuencas, han demostrado que en el centro de México, se encuentran dos asociaciones faunísticas sobre puestas que representan dos edades de mamíferos Henfiliano y Blancano (Mioceno tardío y Plioceno). En cada una de estas secuencias faunísticas, se han recolectado abundante material fósil de vertebrados, formando así la colección mas grande por el número de especímenes y su diversidad, que se encuentra en México y esta registrada en la colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología. Esta colección es la referencia básica para nuevos proyectos y ha permitido extender las investigaciones a otras cuencas y establecer la correlación de las faunas del Terciario tardío de México y las de las grandes planicies de América del Norte, lo cual era imposible antes de la perspectiva del Ingeniero Córdoba.

En particular, quienes tuvimos la fortuna de conocerlo de manera muy personal, pudimos valorar las diferentes facetas de un hombre que fue funcionario, investigador, profesor, amigo y un hombre que mediante el cultivo de la música fue un gran bohemio lo cual en algunos de nosotros influyó en unos mas en otros menos pero de manera determinante en nuestro desarrollo profesional.

METODO PARA CUANTIFICAR EL MOVIMIENTO RELATIVO QUE OCURRE EN LAS GRIETAS DE DESECACION DE LA CIUDAD DE MEXICO

Silva Mora Luis¹ y Rivera Jaramillo Julia²
¹ Instituto de Geología, UNAM
² Sistema de Aguas del Valle de México, Gobierno del D.F.
lsilva@servidor.unam.mx

La actividad del ser humano produce la modificación del medio ambiente y del suelo donde vive, debido a la íntima relación que se establece con la región donde habita, pues de esta depende la calidad de vida que pueda tener durante su existencia. En la ciudad de México y otras ciudades del país, el área metropolitana se ha modificado; en México esta se inició desde su fundación, sobre un lago que actualmente solo hay restos en Texcoco y Chalco, partes de la cuenca endorreica con desagüe artificial conocida como valle de México. Inicialmente recibió los productos de cortos y locales eventos volcánicos y de la erosión de las sierras que lo circundan, formando un suelo y subsuelo de material volcánico con tobas de baja consolidación, retrabajadas, intercaladas de material lacustre y aluvial en las partes centrales y zonas de transición.

El área metropolitana de la ciudad de México, concentra el 30% de la población del país, o un poco más, aspecto que induce a la ampliación del área urbana. Es decir, cubrir una mayor superficie con cemento y asfalto (impermeabilización), aumentar la extracción de agua del subsuelo, etc. Por lo tanto el valle de México está sometido a condiciones extremas, diferentes a las naturales; estas contribuyen diferencialmente asociadas con elementos artificiales y otros no mencionados, produciendo las grietas de desecación. Su actividad (movimiento), produce la destrucción que utiliza un porcentaje importante del presupuesto de varias instituciones particulares y oficiales, en la reparación de los daños causados por la actividad de estas.

Tomando como base un método topográfico de precisión, se fijaron puntos de control unidos por una poligonal a un vértice, y en cada uno, dos puntos unidos por una recta perpendicular a la traza de la fractura. Puntos que por dos años, registraron el movimiento horizontal y vertical que ocurrió en cada uno. Esto permitió la comparación de valores que son la evolución del movimiento. Este se representó con un vector (línea recta). Su descomposición gráfica proporciona la orientación y magnitud de la fuerza que actúa en el punto considerado.

Resumiendo la descomposición gráfica en un plano, forma un ángulo, mientras que en el espacio un triedro. La resultante de los vectores horizontales en un plano definen la dirección y magnitud del desplazamiento relativo, mientras que la resultante de un triedro proporciona el desplazamiento vertical su magnitud y la dirección en que ocurre.

En conclusión, la suma de resultantes vectoriales en varios puntos de la misma grieta, al proyectarse en un plano horizontal, proporcionan la dirección y magnitud de la fuerza que deforma el terreno donde se localiza; es decir, el movimiento relativo que ocurre. Por lo tanto, podemos establecer la resistencia, elasticidad y características que debe tener el material empleado para reparar o construir; un acueducto, edificio, cualquier sistema de conducción, asegurando una vida útil del inmueble o sistema mas larga.

S2-9

EL EJE VOLCANICO TRANSMEXICANO ES UN RIFT CONTINENTAL?

Silva Mora Luis y Malpica Cruz Víctor Manuel
Instituto de Geología, UNAM
lsilva@servidor.unam.mx

En las últimas décadas el estudio sistemático del vulcanismo Mexicano, ha variado el concepto de su origen; El Eje Neovolcánico Transmexicano definido como un típico Arco volcánico relacionado a la subducción en la fosa Acapulco, hoy es un concepto debatible. Después de explicar el vulcanismo Mexicano desde un punto de vista dinámico (Robin y Demant, 1975). El estudio del Eje volcánico Transmexicano, al complementarse con datos sísmicos, origina el modelo de Transtención que lo explica como producto de un límite de placas (sin relación directa con la subducción; Shubert y Cebul, 1984). Al conocer localmente la dinámica de deformación actual, se argumenta que la tectónica extensional del SW de México, produce un fallamiento activo que se explica, con un brinco al Este de la Cresta del Pacífico Oriental (Lhur et al, 1985), o producto de la deformación intraplaca controlada por el basamento, relacionado a las fuerzas del límite de placas (Rosas Elguera et al, 1996). Al reportar vulcanismo alcalino, y el parecido al de islas oceánicas (tipo OIB) con el calci - alcalino que abunda en el Eje Mexicano, se propone la existencia de un extenso "penacho del manto" para explicarlo (Moore et al, 1994) La explicación que aporta, no satisface algunos aspectos, es insuficiente la evidencia para explicar magmas de ese tipo en una zona en subducción, se necesita un manto anómalo ascendente. La mayoría explica con el clásico modelo de subducción la génesis del Eje. Pero no es paralelo a la fosa de Acapulco, diverge 15° con relación a está, carece de una imagen sísmica clara y hay una gravedad baja (Molina Garza y Urrutia Fucugauchi, 1993). Aspectos atípicos contrastantes con Arcos asociados a subducción. Los basaltos OIB se relacionan con "plumas del manto", al menos eso explican, la mayoría de hipótesis que existen sobre estos, estas dicen el magma que los forma, deriva del manto inferior que sufrió una fraccionación química al principio de la Tierra, o la estancia por largo tiempo de una corteza subductada en el límite del manto inferior y superior, etc. Por lo tanto, el Eje volcánico Transmexicano es un "Rift Continental", definido confirmado por la configuración de isotermas del flujo de calor interno (Prol y Juárez, 1985). Además, un manto anómalo debajo de está (Fix, 1975) justifica las rocas mencionadas. Un perfil sísmico de orientación norte-sur con la morfología que define el Moho (Molina Garza y Urrutia fucugauchi, 1993). Esto permite interpretar una corteza continental delgada en el centro de está, posiblemente más que el promedio (40 Km). La mayoría de autores utilizan la subducción para explicar el Eje Mexicano, algunos producto de un mecanismo combinado, donde el fallamiento distensivo y la subducción de Cocos, juegan un papel compartido. Debemos preguntar por que esta estructura es semejante al "Rift de Kenia", si se consideran las rocas alcalina y basaltos OIB encontradas, más los elementos mencionados, podemos concluir que son producto de un precos "Rift continental".

S2-10

ESTRUCTURAS IGNEAS EN LA ISLA LITERA, ESTADO DE VERACRUZ

Malpica Cruz Víctor Manuel y Silva Mora Luis
Instituto de Geología, UNAM
vmmc@servidor.unam.mx

En el litoral del Golfo de México entre Boca Andrea y Laguna Verde, Veracruz, está situada una isla de aproximadamente 300 m² de extensión, muy próxima a la playa, a la que se tiene acceso caminando solo cuando la marea está muy baja. El objetivo del trabajo, consiste en describir los diversos tipos de roca, las estructuras encontradas y el origen de las mismas.

La roca es una brecha de contacto, de color gris verdoso a gris claro, con una matriz muy fina, bien compactada y consolidada, cruzada por grietas en donde se observa una alteración de color amarillenta a rojiza, producto de los fluidos que transportaba el cuerpo intrusivo que la originó. En algunas partes presenta bandas de material ígneo con oxidación; estas forman anillos denominados de Liesegang, producto de la precipitación rítmica de minerales al reaccionar con la roca encajonante. En la brecha existen clastos de rocas volcánicas (basálticas), de 1 a 10 cm de diámetro, a veces muy alterados, en los que se observan diferentes grados de asimilación de los clastos, total, parcial, incipiente o ausente. El cuerpo ígneo al solidificar, se fracturó y colapsó inyectando o segregando los fluidos residuales en las grietas formadas y alterando la brecha. En algunas zonas, el dinamismo de este cuerpo se refleja en las bandas o capas originadas, en donde el desplazamiento del material más ligero, al reaccionar con la roca encajonante, dio origen a la formación de Litofisas de diferentes tamaños (5 cm hasta > un metro de diámetro), con diferentes formas, en general helípticas; así mismo, la estratificación ígnea que se observa en las capas o bandas laminares de 7 cm de espesor en cuya base se presentan depositados los minerales ferromagnesianos y en la parte superior los minerales más ligeros, cuarzos y feldespatos.

El fracturamiento del cuerpo también originó una estructura o red de fracturas definido como "enrejado de gallina" que se rellenó por óxidos de hierro (hematita). A veces este enteado tiene el aspecto de celdas de un panal de abejas en donde la matriz de la roca es alterada por el intemperismo físico químico originado por las salpicaduras de agua de mar cuando las olas de tormenta rompen con la roca. Las zonas de bandas o fracturas que permitieron la circulación del material residual, son más resistentes que la brecha fácilmente erosionada por acción del oleaje marino, formando un arco marino o también llamado puente rocoso.

Esta isla, aparentemente es una digitación de una diorita de mayores dimensiones localizada a \pm 1 km al oeste. Es importante considerar la relación de esta roca con los derrames basálticos de estructura columnar que la rodean.

S2-11

LA EXHUMACIÓN COMPRESIVA DEL COMPLEJO XOLAPA (SIERRA MADRE DEL SUR, MÉXICO) EN RELACIÓN CON LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE COCOS

Tardy Marc¹, García Díaz Jose Luis², Campa Uranga Maria
Fernanda² y Lapiere Henriette³

¹ Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Université de
Savoie, France

² Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma
de Guerrero

³ Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Université J.
Fourier Grenoble, France
marc.tardy@univ-savoie.fr

El Complejo Xolapa (de Cserna, 1965) ó Terreno Xolapa (Campa y Coney, 1983), aflora en una banda larga y estrecha, al pie de la Sierra Madre del Sur a lo largo de la costa pacífica de los estados de Guerrero y Oaxaca. Está constituido de gneisses, migmatitas, pegmatitas sin y postectónicas, así como granitoides derivados al menos parcialmente de un basamento grenviliano (Herman et al., 1994) transformado por varios eventos: Construcción de un arco magmático en el Jurásico, eventos térmicos en el Cretácico y en el Terciario inferior, plutonismo post migmatización ligado con la actividad de un arco magmático en el Oligoceno. Las características de HT-BP del metamorfismo del Complejo Xolapa sitúan su origen en la corteza continental media e inferior (Tolson, 1998).

Se plantea entonces la pregunta de la modalidad de la exhumación del Complejo Xolapa en el límite sur del Bloque Oaxaca. Después que Robinson et al. (1989) interpretaron este complejo como un "Metamorphic Core Complex", Ratschbacher et al., 1991; Riller et al., 1992; Morán Zenteno et al., 1996 y Mills, 1998, ligan generalmente la exhumación, a la sola deformación en transtensión del borde Sur de México, que interviene después de la separación y partida en juego siniestro del Bloque Chortis en el Mioceno medio (Moore et al., 1979; Bellon et al., 1982).

Por nuestra parte, basados en datos morfoestructurales, geológicos, geofísicos y sismotectónicos, proponemos un nuevo modelo según el cual, lo esencial de la exhumación del Complejo Xolapa está ligado a la subducción de la Placa de Cocos, que se instala después de la partida del Bloque Chortis y a la geometría de la superficie de subducción, la cual generalmente poco inclinada, dibuja una rampa (Kostoglodov et al., 1996), precisamente bajo el Complejo Xolapa. En éste contexto reciente (después de 10 Ma), la placa oceánica joven (Mioceno inferior) y poco densa ejerce una presión importante sobre la placa superior todo lo largo de la superficie irregular de deslizamiento, induciendo la deformación y la expulsión hacia arriba y hacia el Sur-Suroeste a contrasentido de la subducción, de una escama litosférica limitada a su base por la superficie de deslizamiento en falla inversa de la subducción y a su techo por el "detachment" en falla normal (Meschede y Frisch, 1998) que corta toda la corteza continental. La extrusión de esta escama, que porta al afloramiento de la corteza continental inferior (Complejo Xolapa), induce luego de su paso sobre la rampa que marca la superficie de deslizamiento inferior, la deformación general de la Sierra Madre del Sur en una antiforma alargada paralelamente a la Fosa de Acapulco, mientras que el juego de "détachement" superior está ligado al juego de fallas normales asociadas presentes a la altura de Chilpancingo, Gro.

S2-12

CARACTERIZACION TRIDIMENSIONAL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS DE XEL-HA, ESTADO DE QUINTANA ROO, MEXICO. UN ENFOQUE LEGAL

Ramirez Flores Juan Antonio
Herram y Asociados, S.A. de C.V.
herram@prodigy.net.mx

El Desarrollo Ecológico y Turístico denominado Parque Acuático Xel-Há (LUGAR DONDE NACEN LAS AGUAS), ubicado en la conocida Riviera Maya del Caribe Mexicano, dentro del Estado de Quintana Roo; corresponde con una estructura Geomorfológica Kárstica, cuyos orígenes coinciden en términos generales, con la disolución de las rocas calizas aflorantes de edad Mioceno-Plioceno, pertenecientes a la Formación Carrillo Puerto.

Este fenómeno, fundamentalmente ha sido originado por la presencia y alternancia continua de aguas superficiales y subterráneas, tanto de origen y composición marina, como continental. Estas últimas (Aguas Continentales), evidenciadas por medio de arrastres de agua subterránea, localmente conocidos como "Descargas de Agua Dulce".

Como parte de los trabajos destinados a establecer la Caracterización Tridimensional de las Aguas Superficiales y Subterráneas de Xel-Há, se registraron y colectaron in-situ, con el apoyo de una red de monitoreo y muestreo, los parámetros físico-químicos y bacteriológicos que definen las condiciones y características de las aguas superficiales y subterráneas aflorantes, (tanto en forma natural como artificial, a través de cenotes, dolinas y pozos, respectivamente). Esta actividad se complementó por medio de series analíticas ensayadas en laboratorio, previa aplicación de protocolos de colecta, traslado y conservación de muestras de agua.

Cabe señalar que adicionalmente se posicionaron los elementos de la referida red de control, con apoyo de equipos GPS. Asimismo, se contó con el respaldo de equipos de buceo, a fin de precisar el registro de parámetros y la eficaz colecta subacuática de muestras de agua.

Simultáneamente se estableció y monitoreo una segunda red, diseñada para efectuar el control de elevaciones de la superficie del agua. Elevaciones referenciadas al nivel medio del mar; lo anterior, a objeto de establecer la potencial vinculación de los efectos de marea, sobre los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Resulta importante destacar que los trabajos referidos, han tenido como propósito fundamental, establecer cualitativa y cuantitativamente, la relación existente entre las condiciones y características físico, químicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua (superficiales y subterráneos), presentes en Xel-Há, con la Legislación Mexicana vigente en materia de Bienes Nacionales, específicamente respecto de su clasificación de Zonas Federales Marítimo Terrestres.

El trabajo que se reporta, pretende demostrar la existencia de un Vacío Legal en la citada Legislación Mexicana; al considerar para éste tipo de cuerpos de agua, (de gran ocurrencia en el litoral del Caribe Mexicano), una clasificación genérica, imprecisa e incompleta, ya que indebidamente intenta encasillar a ésta clase de afloramientos de aguas costeras, dentro de alguna de las siguientes clasificaciones:

1. Lagos.
2. Lagunas.
3. Esteros.
4. Depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar.

Cabe enfatizar que la citada Legislación establece lo anterior, sin atender condiciones cualitativas, ni características cuantitativas de los cuerpos de agua de que se trate, en relación con aspectos fundamentales como son, las valoraciones y determinaciones específicas de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de los cuerpos de agua.

S2-13 CARTEL

INVERTEBRADOS BENTONICOS DEL CARBÓNIFERO Y PERMICO DE SONORA Y SUS IMPLICACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Buitrón Sánchez Blanca Estela¹, Almazán Vázquez Emilio² y Vachard Hatton Daniel³

¹ UNAM

² Universidad de Sonora

³ Université des Sciences et Technologies de Lille
blancab@servidor.unam.mx

En diferentes formaciones sedimentarias de Sonora existen invertebrados bentónicos en rocas carbonatadas de ambiente marino, somero y cálido que caracterizan al Carbonífero y Pérmico. La biota significativa en el análisis estratigráfico y paleozoogeográfico, aplicado al conocimiento de los límites de las paleoprovincias marinas americanas y su relación con otras, está constituida principalmente por algas, foraminíferos, corales, briozoarios, braquiópodos, crinoides y conodontos.

En el Carbonífero los tetracórculos: *Caninia*, *Caninophyllum*, *Lophophyllum*, *Amplexus*, *Cyathaxonia*, y *Lithostrotion* de la Provincia Cordillerana de Norteamérica se encuentran también en la Eurasiática. En el Misisípico-Pérmico, los braquiópodos-Productacea (*Avonia*, *Diaphagus*, *Echinoconchus*, *Dictyoclostus*), *Rhynchonellacea* (*Wellerella*) y *Spiriferacea* (*Cyrtospirifer*, *Eumetria*, *Spirifer*, *Hustedia*, *Crurithyris*), *Terebratulacea* (*Dielasma*) tuvieron una amplia distribución en el mundo. Los crinoides misisípicos (*Rhysocamax* y *Gilbertoncrinus*) son comunes con Iowa y Kentucky y los pensilvánicos-pérmicos (*Pentadira*, *Cyclocaudex*, *Preptopremnum* y *Heterostelechus*) con Texas, EUA. Los conodontos, *Polygnathus* y *Gnathodus*, estuvieron ampliamente representados en el Carbonífero en la provincia del Valle del Misisipi y la Eurasiática. En el Pensilvánico, los fusulínidos, *Triticites* y *Fusulina* de la Midcontinental region son comunes con las faunas de la Provincia Euroasiática-Artica.

La Provincia faunística Norteamericana occidental en el Pérmico estuvo caracterizada por fauna típicamente tethysiana como los fusulínidos, (*Pseudofusulina*, *Parafusulina*, *Triticites*, *Schwagerina*, *Boultonia*); los tetracórculos (*Lophopillidium*, *Neozaprentis*), los briozoarios (*Fenestella*), los braquiópodos (*Composita*, *Martinia*, *Wellerella*, *Liosotella*, *Hustedia*, *Rhynchopora*, *Spiriferellina*, *Dictyoclostus*) ammonites (*Waagenoceras*), y las algas (*Komia*) Particularmente la *Parafusulina antimonioensis* del Wordiano de Sonora es próxima a *P. californica* que indica relación con la paleoprovincia de California y Nuevo México. Asimismo *P. deliciasensis-maleyi* se encuentra en las capas de la *P. californica* y está relacionada con Nuevo México y Texas, EUA y con Canadá. *Pseudoschwagerina* se ha reportado de Norteamérica y de varias localidades de Rusia.

El análisis de la distribución de la fauna bentónica del Carbonífero denota que hubo una distribución cosmopolita con bajos niveles de provincialismo, debido a conexiones entre los mares del oeste de Norteamérica y los del oeste de Asia.

En el Pérmico Tardío la fauna bentónica marina de Sonora vivió agua somera del Dominio del Tethys, el que se distribuyó desde el oeste de Norteamérica, Norte de África hasta Asia.

S2-14 CARTEL

CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DEL VOLCANISMO ANDESÍTICO-BASÁLTICO EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ

Martínez Esparza Gilberto¹, Aguillón Robles Alfredo¹, Bellon Hervé², Tristán González Margarito³ y Cotten Joseph²

¹ Instituto de Geología, UASLP

² Domaines Océaniques, IUEM, Université de Bretagne Occidentale, Brest, Francia

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

aaguillonr@uaslp.mx

Dentro del Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP), localizado en la porción meridional del estado, se encuentra formado por derrames de lavas que varían en composición félsica, intermedia y básica, intercalados en algunas ocasiones con depósitos de flujos piroclásticos de composición riolítica. Los derrames de lavas, fueron extravasados y distribuidos en tiempo y espacio durante la evolución del CVSLP, durante el Paleoceno-Eoceno; el paroxismo volcánico fue durante el Oligoceno, y una etapa final durante el Cuaternario.

La distribución temporal de los derrames andesíticos está comprendida entre los períodos de 43.7 ± 1 a 42.5 ± 1.0 Ma; el segundo evento principal de rocas andesíticas intercaladas con derrames dacíticos y riolíticos, se desarrolló desde los 36.4 ± 1.4 hasta 28.9 ± 0.7 Ma, finalizando con derrames puntuales alrededor de 21.6 ± 0.5 Ma. El evento final que formaron volcanes monogenéticos conformado por flujos piroclásticos y coladas de lavas dio inicio a los 5.05 ± 0.14 Ma finalizando a los 0.59 ± 0.06 Ma.

En base a la composición química de las rocas intermedias es posible observar que varían desde andesitas a andesitas basálticas, algunos derrames puntuales son traquibasaltos y tefritas basáníticas, con variaciones de elementos mayores de $\text{SiO}_2 = 58.6$ a 62.4% ; $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 16.5\%$; $\text{TiO}_2 = 0.89$ - 1.12% ; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 6.6$ - 7.4% ; $\text{MgO} = 1.2$ a 3.13% ; $\text{CaO} = 3.8$ - 5.5% ; $\text{Na}_2\text{O} \sim 4\%$; $\text{K}_2\text{O} = 2.2$ a 3% . En las características de sus tierras raras, se observa que en las rocas antiguas de ~ 42 Ma, muestran un carácter calco-alcálico con un mayor fraccionamiento de las tierras raras ligeras (LREE) con relación a las tierras raras pesadas (HREE), lo que nos sugiere que el magmatismo antiguo está derivado de una fusión de la base de la corteza. Las rocas andesíticas ~ 30 Ma, muestran patrones de tierras raras casi horizontales indicando que el material volcánico interactuó mas con material del manto; existiendo además algunos derrames que muestran una ligera anomalía negativa de Eu que nos indica un mayor fraccionamiento de la plagioclasa, en donde las rocas tienen mas influencia en la corteza. El evento ~ 21 Ma muestra un patrón de tierras raras en donde las LREE son ligeramente más fraccionadas que las HREE, lo que indica una mayor componente de material del manto, además de que este evento llega a estar asociado a un magmatismo bimodal (Torres-Aguilera y Rodríguez Ríos, 2004). El último evento,

muestra un fraccionamiento mayor de LREE con respecto a las HREE, estos dos últimos casos, nos indicaría que el volcanismo es principalmente intraplaca.

Las rocas andesíticas del CVSLP, están asociadas al sistema de fallas desarrolladas en los eventos tectónicos principales de evolución del campo volcánico, utilizando como conducto para su ascenso algunos segmentos de las fallas tensionales con orientación predominante NW-SE.

Simposio

**Escuela Latinoamericana de
Geomagnetismo**

Lunes 1 — Martes 2

Salón Claustro 2

S3-1

MAGNETOMETERS FOR LONG TERM MEASUREMENTS

Hrvoic Ivan y Lopez Francisco
GEM Systems, Canada
hrvoic@gemsys.ca

There are several fields where a long-term measurement is essential:

- * magnetic observatories
- * volcanology
- * earthquake studies

Very low aging good sensitivity and high absolute accuracy are conditions for good quality of measurement. Only Proton, Overhauser and Potassium magnetometers can fulfill those conditions. A brief review of those magnetometers and their characteristics will be given with some samples of their usage.

S3-2

EL MAGNEKIT Y LA NUEVA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS TDR (TILT DERIVATIVE)

Hernández Ordóñez Rodrigo¹, Verduzco Saldaña Bruno L.²,
Lora de la Fuente Carlos¹, Cifuentes Nava Gerardo¹ y
Hernández Quintero Juan Esteban¹
¹ Instituto de Geofísica, UNAM
² Universidad de Leeds, UK
rodrigoh13@yahoo.com

El Magnekit es un grupo de programas integrados para el procesamiento de datos magnéticos, incluyendo los procesos más comunes dentro de la exploración magnetométrica, como son: continuaciones analíticas, derivadas verticales y reducción al polo.

Este software ha sido programado y diseñado en Matlab, el uso además de amigable es sencillo. Los resultados de los procesos son observables de forma gráfica y además se almacenan en archivos para su posterior manipulación.

La nueva versión del Magnekit incluye una nueva herramienta: TDR (Tilt Derivative). Esta, es una herramienta que nos ayuda a resolver pequeñas anomalías atenuadas por la presencia y vecindad a otras de mayor amplitud, a mapear la continuidad de cuerpos con cambios laterales de susceptibilidad y/o profundidad de la fuente y a identificar los límites laterales de las estructuras.

Este software fue desarrollado para tener la posibilidad de procesar datos tanto de líneas como de superficies. Ha sido probado con éxito y se encuentra en constante actualización y desarrollo.

S3-3

PPM DEVELOPMENT USING DISTILLED WATER AS SENSOR LIQUID

Wiermann A. y Benyosef Luis Carlos de Carvalho
Depto. de Geofísica, Observatório Nacional, Brasil
wiermann@on.br

A PPM – proton precession magnetometer – was developed and built at the Observatorio Nacional, Brazil. The equipment is designed to operate in tropical countries and uses water as liquid sensor. The equipment has capabilities to register magnetic fields up to 90.000 nT with resolution of 1 nT.

S3-4

SMALL FLUXGATE MAGNETOMETERS FOR MAGNETIC SOUNDINGS

Benyosef Luis Carlos de Carvalho y Bochner M.
Depto. de Geofísica, Observatório Nacional, Brasil
benyosef@on.br

Small fluxgate magnetometers using ring-core material had been developed for geomagnetic sounding in reduced areas, like rooms. The instrument using a three orthogonal ring-core sensors has small dimensions, weight and presents a good linearity for field measurements up to 35.000 nT. It works in the range: [dc-1.0 Hz] with resolution of 1.0 nT.

S3-5

50 AÑOS DE HISTORIA DEL GEOMAGNETISMO EN COLOMBIA

Arias López William y Avendaño Jairo
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Observatorio Magnético de
Fúquene, Colombia
jwarias@igac.gov.co

En este documento se presenta el estado del arte y el desarrollo del geomagnetismo en Colombia a partir del año de 1954, año en el cual el Observatorio Geomagnético de Fúquene (FUQ) fue fundado, dando comienzo a las medidas del campo magnético en forma continua hasta la fecha.

Durante estas cinco décadas los datos del Observatorio y de la Red Geomagnética Colombiana han sido el soporte para la elaboración de la cartografía básica en Colombia y para el desarrollo de modelos globales ya que periódicamente se envían datos a los Centros Mundiales de Datos Geomagnéticos. Actualmente se tiene programado la conexión del Observatorio a INTERMAGNET con el fin de suministrar información en tiempo real a los Centros Mundiales y a la comunidad geomagnetista mundial.

En la historia del observatorio se han suministrado datos a los usuarios, especialmente información relacionada con la declinación magnética y se están haciendo esfuerzos en la promoción de estos datos para las compañías mineras, aeropuertos, ingenieros, universidades relacionadas con programas de ciencias de la tierra.

S3-6

EL GEOMAGNETISMO EN MÉXICO A ONCE AÑOS DE LA PRIMERA ESCUELA LATINOAMERICANA DE GEOMAGNETISMO

Hernández Quintero Juan Esteban y Cifuentes Nava Gerardo
Instituto de Geofísica, UNAM
estebanh@geofisica.unam.mx

En una retrospectiva de las distintas Escuelas Latinoamericanas de Geomagnetismo que se desarrollaron entre 1993 y 2000 en Fúquene, Colombia en 1993; Taxco, México en 1995; Huancayo, Perú en 1997; y San José, Costa Rica en 2000 se describe la evolución sobre las líneas de investigación y el desarrollo que ha tenido el Geomagnetismo en México.

El desarrollo de las Estaciones Geomagnéticas Temporales (EGTemp) se propusieron como una alternativa para el estudio y medición del campo geomagnético en periodos variables de tiempo para aplicarse al estudio de volcanes activos, o estudios de variación diurna en puntos alejados del observatorio magnético de Teoloyucan.

El desarrollo de otros observatorios en proceso de construcción se presenta como una alternativa de desarrollo de nuevas aplicaciones.

El análisis del campo magnético en zonas de deslizamiento se presenta como una nueva alternativa al estudio de los riesgos geológicos con condiciones específicas.

Las distintas aplicaciones del Geomagnetismo en México tienen como común denominador la influencia de proyectos como las Escuelas Latinoamericanas que son el catalizador en aplicaciones novedosas y viables.

S3-7

ESTACION MAGNETICA DIGITAL DE PIURA

Veliz Oscar¹, Ilma Ronald¹ y Flores Luis²

¹ Instituto Geofísico del Perú, Radio Observatorio de Jicamarca, Perú

² Universidad de Piura, Perú
oveliz@jro.igp.gob.pe

Se describe la implementación y operación de la estación magnética de Piura (Lat. 5.07S, Long. 80.67W) ubicada en el campus de la Universidad Privada de Piura así como el desarrollo de instrumental de observación absoluta, DI Fluxgate-Teodolito y un magnetómetro PPM para la realización de las mediciones absolutas en forma permanente. Se presenta además un resultado de las observaciones que se vienen obteniendo desde el 2000 al presente así como la implementación de una base de datos geomagnéticos en el servidor Web del Radio Observatorio de Jicamarca que incluirá los datos de las estaciones magnéticas de Ancón, Arequipa y Huancayo.

S3-8

INSTALACION DE UN OBSERVATORIO MAGNETICO INTERMAGNET (IMOS) EN EL OBSERVATORIO DE HUANCAYO

Rosales Domingo, Orihuela Silvano y Vidal Erick
Instituto Geofísico del Perú, Observatorio de Huancayo, Perú
domingo@axil.igp.gob.pe

El Observatorio de Huancayo se integra a la red mundial de observatorios magnéticos INTERMAGNET. Los observatorios en este sistema de red realizan registro digital de las componentes del campo geomagnético, teniendo un control total y permanente de observaciones absolutas. Los resultados registrados son enviados diariamente al Nodo de Información Geomagnética (GIN) con la finalidad de que los usuarios puedan recibir rápidamente los datos de cualquier observatorio INTERMAGNET. En el presente trabajo se describe el proceso de la instalación de un observatorio INTERMAGNET en el Observatorio de Huancayo, los logros alcanzados hasta el momento en la integración a la red mundial de observatorios magnéticos, producción y reducción de datos, envío de datos al GIN, producción de los índices K, comparación de los magnetómetros fluxgate y utilización de estos datos en el desarrollo de la investigación.

S3-9

EL OBSERVATORIO GEOELECTROMAGNÉTICO DE JURUQUILLA

Pérez Enríquez Román, López Cruzabeyro José, Kotsarenko Anatoly, Arzate Flores Jorge y Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón
Centro de Geociencias, UNAM
roman@geociencias.unam.mx

Se describe el Observatorio de Geoelectromagnetismo de Juruquilla, como un proyecto del Centro de Geociencias de la UNAM, el cual consta a su vez de varios observatorios. En efecto, el magnetómetro de micropulsaciones magnéticas forma parte de la red mundial de observatorios magnéticos, y tiene como objetivo el estudio de dichas pulsaciones, las cuales son producidas en la magnetosfera por el impacto del viento solar. A su vez, es parte del observatorio de geoelectromagnetismo, el cual consta de varios magnetómetros, un sismómetro y un sistema magnetotelúrico, los cuales tienen como objetivo el detectar emisión electromagnética asociada con actividad tectónica, tal como sismos y erupciones volcánicas. Por último, forma parte de la red meridional McMac, que consta de una red de magnetómetros a lo largo de una franja a mitad del continente, que tiene como fin investigar la magnetosfera como una cavidad resonante ("magnetosismología").

S3-10

TENDENCIAS DE LAS VARIACIONES DE LOS DATOS DEL OBSERVATORIO GEOMAGNETICO HABANA, CUBA

Muñíz Sánchez Ma Elena, González Metauten Ismael y Martín Hernández Raúl
 Instituto de Geofísica y Astronomía, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba
 mariae@iga.cu

Desde noviembre de 1997, y gracias a la cooperación internacional, se instaló en el Observatorio Geomagnético "HABANA" un sistema de registro digital, modelo MAGSON, para la obtención de las variaciones en 3 componentes, así como un teodolito con sistema de DI flux y un magnetómetro protónico GEOMETRICS para las mediciones de las líneas base.

En el presente trabajo se analizan los datos obtenidos desde enero 1998 hasta diciembre 2003 para las componentes H, Z, F y D. A los mismos se les calcularon los promedios diarios, mensuales, anuales, promedios para días tranquilos y perturbados.

Basados en estos datos se hicieron los procesamientos estadísticos que permitieron determinar la tendencia de las variaciones para las distintas componentes del campo geomagnético en nuestro Observatorio.

S3-11

THE NEW USGS PC BASED DATA COLLECTION PLATFORM

Berarducci A.M., Pankratz L.W. y Stewart D.C.
 U.S. Geological Survey, Geomagnetism Group, Denver, CO, USA
 berarducci@usgs.gov

The Geomagnetism Group of the U.S. Geological Survey (USGS) has developed a PC-based data collection platform (PCDCP), using off-the-shelf hardware and in-house software. The system allows for real-time, one-second data collection of fluxgate (HDZ) and total field (F) data and real time transmission of those data to the main office in Golden, Colorado via the internet.

The system is currently installed at six of the 14 US observatories: Boulder, College, Fredericksburg, Guam, San Juan, and Shumagin. The PCDCP is collocated with the existing operational USGS/Synergetics data collection platform (DCP) at all of these observatories except Shumagin. The PCDCP master program consists of two subprograms: The MagRTI program, written in C++, collects, stores and transmits data using the internet-based MagWorm, a derivative of EarthWorm seismic software. The MagDCP program, written in Visual Basic, accesses data from the internet and displays it locally. This structure allows real-time delivery and display of one-second data. As it is used by the USGS, the PCDCP interfaces with a Narod Ring Core fluxgate magnetometer and a Gem Systems GSM-19 total field magnetometer, but it can also accommodate other magnetometer sensors and satellite transmitters.

Note: Mention of trade names or commercial products is for descriptive purposes and does not imply endorsement by the United States Government.

S3-12

VARIACION DEL CAMPO MAGNETICO DURANTE LOS ULTIMOS 20 AÑOS EN EL OBSERVATORIO MAGNETICO DE CHIRIPA 1984-2004

Brenes R. Jorge
 Centro Exploraciones Subterráneas, Área de Geofísica, Instituto Costarricense de Electricidad, Costa Rica
 brenes@hotmail.com

Desde la creación del Observatorio Magnético de Chiripa en el año 1981, bajo un marco de cooperación entre el Instituto Costarricense de Electricidad y la Universidad de Costa Rica, se ha venido trabajando ininterrumpidamente hasta el día de hoy, registrando y analizando las variaciones temporales del campo magnético terrestre, en sus componentes H, Z, y D. bajo un sistema de registro analógico (papel fotográfico) y equipos clásicos de medición, y un DIM flux-gate 015B Zeiss.

Durante estos 20 años de observación en el Chiripa, los datos muestran una variación decreciente del campo magnético en sus componentes, obteniéndose los siguientes gradientes de variación anual: 70 nT/año para la intensidad total (F), 58 nT/año para la componente horizontal (H), 46 nT/año para la componente vertical (Z) y una variación de 7 min/año para la declinación magnética (D).

S3-13

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA OPERACIÓN DE UN OBSERVATORIO MAGNETICO EN COENEO, MICHOACÁN

Lora de la Fuente Carlos, Cifuentes Nava Gerardo, Hernández Ordoñez Rodrigo y Hernández Quintero Juan Esteban
 Instituto de Geofísica, UNAM
 loracar74@correo.unam.mx

Se presentan los estudios definitivos para el emplazamiento de un observatorio magnético estándar de última generación y los resultados preliminares in situ, ya que la red mundial de observatorios magnéticos tiene una cobertura escasa en Latinoamérica y en las bajas latitudes de la porción media y oriental del Océano Pacífico, esta carencia junto con la perturbación en los observatorios magnéticos en operación por los desarrollos demográficos, hace pensar en la necesidad de localizar sitios para la instalación de nuevos observatorios que puedan funcionar por largos periodos de tiempo sin que resulten afectados, y además cubran áreas en donde se necesiten datos de variación del campo geomagnético.

Las condiciones de operación del Observatorio Magnético de Teoloyucan, son cada día más críticas, por tal motivo, surge la necesidad de instalar un nuevo observatorio que trabaje de manera simultánea y de ser necesario que sustituya en el futuro al ya existente.

Los sitios de estudio se encuentran localizados en distintas partes del país, con condiciones geofísicas, geológicas y sociales diferentes entre ellos, tratando de encontrar el más óptimo para el proyecto de instalación: Juriquilla, Queretaro; Observatorio Vulcanológico de Colima, Colima; y Coeneo, Michoacán.

La operación preliminar del sitio seleccionado (Coeneo, Mich.) para los magnetómetros seleccionados de acuerdo a los índices internacionales, donde la respuesta es favorable para los días calmados como los perturbados al compararlos con el instrumento LAMA del Observatorio Magnético de Teoloyucan fue satisfactoria.

S3-14

REPORTE INTERMAGNET 2002 Y 2003 PARA EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLOYUCAN (TEO)

Cifuentes Nava Gerardo¹, Rasyon Jean² y Hernández Quintero Juan Esteban¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

² Centre de Physique du Globe, IRM. Belgica
gercifue@igeofcu.unam.mx

Se presenta la metodología usada y los datos reportados del sistema INTERMAGNET para los años 2002 y 2003 del Observatorio Magnético de Teoloyucan (70.254° CoLat, 260.807° LongE, 2280 m).

Se muestran los gráficos de las líneas base de la instrumentación absoluta (DI-flux, PPM) con los valores observados y adoptados para las componentes magnéticas de Declinación (D), Inclinación (I) e Intensidad Total (F), y los de las componentes reportadas en el CD-ROM 2002 y 2003 del sistema. En general los datos solo muestran algunos episodios de ausencia de registro causados principalmente por fallas en el hardware del sistema.

Se hacen observaciones pertinentes del sistema y acerca de la planeación de los complementos a la metodología para cubrir al 100% la solicitud de datos reportados por los usuarios de INTERMAGNET.

S3-15

DETERMINACIÓN DE ÍNDICES GEOMAGNÉTICOS PARA 2003 EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLOYUCAN CON ANÁLISIS ARMÓNICO

Nava Flores Mauricio, Cifuentes Nava Gerardo y Hernández Quintero Juan Esteban
Instituto de Geofísica, UNAM
xibalbah_ocot@hotmail.com

Se presenta un análisis armónico de las siete componentes del vector de Campo Geomagnético registrado en los datos digitales del sistema INTERMAGNET del Observatorio Magnético de Teoloyucan (México) para los datos reportados en 2003 como método auxiliar para la detección y determinación automática de fenómenos y parámetros del Campo Geomagnético en un observatorio moderno estándar. Los valores utilizados en dicho análisis provienen de las bases de datos digitales del Observatorio Magnético de Teoloyucan, trabajando con valores medios al minuto y horarios. En cuanto al procesamiento de los datos se elaboró un script en Matlab para realizar todo este análisis, el cual tiene varias opciones dentro de su ruta crítica.

Los resultados del análisis armónico (espectrogramas y contenidos de energía) concuerdan satisfactoriamente con las fechas obtenidas a partir de los índices geomagnéticos de perturbación más comunes (K, a y ak) para la determinación de los días más quietos y perturbados de un mes de lecturas de campo, presentándose mayor

correlación al trabajar con las componentes F (intensidad de campo total), H (componente horizontal) y X (componente ortogonal en dirección norte).

S3-16

CARTAS MAGNETICAS DE LA REGION NORESTE DE BRASIL

Carvalho Ronaldo Marins de
Depto. de Geofísica, Observatório Nacional, Brasil
ronaldo@on.br

Se muestran las curvas isogónicas, isoclínicas e isodinámicas así como las respectivas curvas isopóricas para la región del noreste de Brasil. La red geomagnética brasileña del Observatorio Nacional, presenta para este estudio una buena distribución de las estaciones de repetición, lo que da curvas de muy buena calidad.

Los mapas que se presentan ayudan a los levantamientos topográficos, e investigación sobre la variación secular del campo magnético en la región y para aplicar los resultados en la calibración de aeronaves. Algunas de las estaciones utilizadas en este trabajo datan de 1900, asegurando de esta manera una representación muy real del campo magnético gracias a las reocupaciones logrados a lo largo de este tiempo.

La presentación de las cartas magnéticas de tres componentes, muestra una visión general de la morfología del campo magnético en la región. Se presentan mapas de localización de las estaciones y las ciudades próximas, donde se ilustra la región semiárida Brasileña.

Se presentan las curvas que se obtuvieron de un modelo matemático de cuarto grado en latitud y longitud y de segundo grado en tiempo. Este modelo fué desarrollado por Constantino M. Motta del Observatorio Nacional. Se utilizó el modelo IGRF, y se encontraron algunas diferencias entre ambos modelos propuestos. Los resultados se muestran en tablas y gráficos. De la misma manera se presentan mapas de anomalía magnética de las componentes D, I, y F en donde se pueden observar pocas anomalías magnéticas.

Los instrumentos usados hasta la década de los 80 fueron magnetómetro Ruska (iman suspendido) para la medición de Declinación Magnética, inductor terrestre para medición de la Inclinación magnética y el magnetómetro de precesión protónica para la medición de la intensidad total F. Posteriormente las mediciones se realizaron con QHM con el cuál se medía al componente horizontal (H). La precisión de las mediciones en la red Brasileña esta alrededor de un minuto de arco para D e I y 1 nT para F.

Se aplica un criterio riguroso en la selección de lugares en donde las estaciones magnéticas fueron emplazadas, tales como materiales magnéticos sepultados, y otras características que hacen de la red Brasileña una de primera clase. Algunas estaciones fueron emplazadas en lugares deliberadamente magnéticos con fines de búsqueda de minerales y que no estan contempladas dentro de la red de estaciones de repetición.

S3-17

ESTUDIO MAGNÉTICO DE LA REGIÓN DE TUZANTLA, MICHOACÁN

Hernández Ordóñez Rodrigo¹, Callejas Moreno Judith¹, Centeno García Elena² y Hernández Quintero Juan Esteban³

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

rodrigo13@yahoo.com

Con el objetivo de determinar las relaciones genéticas entre el volcanismo, la sedimentación continental y la deformación de la región de Tuzantla, localizada en el estado de Michoacán, en la porción norte de la Sierra Madre del Sur, se realizó un estudio geofísico como apoyo a la cartografía geológica. La geología está formada por rocas marinas del cretácico tardío, plegadas y deformadas, que constituyen el basamento de la zona. Estas rocas se encuentran cubiertas por gruesos paquetes de depósitos fluviales (capas rojas) de edad desconocida, que a su vez fueron cortadas por una erosión profunda, cuya paleotopografía está en parte cubierta por terrazas fluviales formadas por arenisca y conglomerado además de un grueso paquete de ignimbritas, que rellenan la paleotopografía de cañones fluviales antiguos. La topografía actual está asociada a la erosión ocasionada por el Río Tuzantla. La región está afectada por al menos dos eventos de fallamiento y se encuentra atravesada por un dique de varios kilómetros de longitud.

El estudio geofísico constó de levantamientos magnéticos, realizados con un magnetómetro de precesión, a través de diversas líneas y con el objetivo de obtener una amplia cobertura de la zona, que cuenta con una superficie aproximada de 35 Km². El método magnético ha probado ser una herramienta útil en la definición de zonas de contacto y estructuras en el subsuelo. A partir de los datos obtenidos se construyó un mapa magnético y se realizaron los procesos convencionales, iniciando por la corrección por variación diurna para obtener así el mapa de anomalías totales y posteriormente la reducción al polo. Con el fin de identificar las principales estructuras de la zona se aplicó la nueva herramienta del Magnekit (software con el que se realizaron los procesos), "Tild Derivative". De cada uno de los procesos se obtuvieron los mapas e interpretaciones correspondientes. En dichos mapas se observan algunas de las estructuras mayores y los cambios litológicos más importantes.

S3-18

OBSERVACIONES DE LA INTENSIDAD DEL ELECTROCHORRO ECUATORIAL DELTA-H

Veliz Oscar¹, Chau Jorge¹, Ilma Ronald¹ y Flores Jorge²

¹ Instituto Geofísico del Perú, Radio Observatorio de Jicamarca, Perú

² Universidad de Piura, Perú
oveliz@jro.igp.gob.pe

Se describe la observación y determinación de la intensidad del Electrochorro Ecuatorial día a día mediante el cálculo de la diferencia de amplitud diurna de la Intensidad Horizontal denominado Delta-H empleando dos estaciones magnéticas, Jicamarca (Lat. 11.56S, Long. 76.92W) ubicada en la zona ecuatorial y Piura estación ubicada fuera del efecto del EEJ, (Lat. 5.17S, Long. 80.67W). Se presenta además un primer resultado estadístico de la morfología y variabilidad de Delta-H observados durante el período del 2001 al 2003 así como

su utilidad para la operación del Radar ISR de Jicamarca y su correlación con los parámetros ionosféricos observados en la región F de la zona ecuatorial.

S3-19

PRIMERAS OBSERVACIONES DE MICROPULSACIONES EN EL OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DEL CAMPUS JURQUILLA DE LA UNAM, QUERÉTARO: INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LOS MAGNETÓMETROS FLUXGATE

López Cruzabeyro José, Pérez Enríquez Román y Kotsarenko Anatoly

Centro de Geociencias, UNAM

lcabeyro@geociencias.unam.mx

Desde Julio de 2004, se han estado registrando en forma continua micropulsaciones geomagnéticas en el Observatorio Geomagnético de Juriquilla, Querétaro, México., en las bandas de frecuencia entre 0.001 a 5 Hz (Pc1, Pc2, Pc3, Pc4, Pc5, Pi1 y Pi2). En este trabajo presentamos un análisis preliminar de los datos iniciales entre el periodo de junio a agosto de 2004 (día juliano 174 al 218 del 2004). Mostramos la ocurrencia de diferentes tipos de pulsaciones que se observan con su respectivo contenido en frecuencias, usando la representación de análisis espectral en el espectrograma correspondiente. Ésto se hace utilizando el programa IMFTOOL desarrollado en UCLA. El observatorio se integrará a la red mundial de observatorios, con el propósito de hacer estudios del plasma magnetosférico. Describimos brevemente los requerimientos del sitio, en qué consiste el magnetómetro, y los procedimientos básicos de instalación.

S3-20

MODELAMIENTO DEL CAMPO GEOMAGNETICO EN PARAGUAY

Luiz Muniz Barreto

Depto Geofísica, Observatório Nacional, Brasil

muniz@on.br

En términos mundiales y continentales, la investigación geomagnética depende de factores importantes: una distribución densa y homogénea de las estaciones de observación, que los datos observados sean de la mejor calidad y que cubran un largo intervalo de tiempo, de modo ininterrumpido.

Aunque esas condiciones no sean enteramente cumplidas en todo el planeta, en los países en desarrollo ellas están bastante lejos de lo deseable. En particular, en América Latina ellas se presentaban en una situación desalentadora.

Eso fue detectado desde el inicio de la serie de proyectos específicos del IPGH, de dos tipos, ejecutados en los últimos diez años.

En el primer tipo de proyectos tuvimos características multinacionales con temas de investigación específicos. El segundo tipo fue la serie de Escuelas Latinoamericanas de Geomagnetismo (ELAGs) que, en número de cuatro, fueron realizadas en México, Colombia, Perú y Costa Rica. Aunque los varios proyectos ya ejecutados tengan proporcionado un avance considerable del Geomagnetismo en Latinoamérica, es posible verificar que no todos los países de nuestro grupo fueron beneficiados. Eso es más notable

en la región central de América del Sur, donde la gran área de Paraguay quedó sin el desarrollo deseable. En verdad, en toda su historia, jamás fue posible actividades sistemáticas de Geomagnetismo en Paraguay, como en otras ramas científicas, como la Geodesia y la Cartografía.

En una búsqueda preliminar y previa en los archivos internacionales, encontramos valores de mediciones hechas hace más de 70 años por el InterAmerican Geodetic Survey (IAGS). Eso ya sería un buen inicio del trabajo, pero faltaba lo importante: presencia de paraguayos.

Una oportunidad surgió durante la Reunión de Consulta de la Comisión de Geofísica del IPGH, realizada en Tucumán, Argentina (Septiembre de 1999) cuando el Coordinador del presente Proyecto se encontró con el Profesor Genaro Coronel de la Universidad Nacional de Asunción. Fueron entonces establecidas las bases del proyecto para el Modelamiento Geomagnético de Paraguay que fue presentado al IPGH y entonces aprobado.

El proyecto fue ejecutado en las líneas que son adoptadas en los trabajos de la Red Geomagnética del Observatório Nacional de Brasil, no solo en cuanto a los métodos como a los instrumentos de medida.

Los datos observados en esas estaciones son la base de cálculo de un modelo polinomial del campo geomagnético de Paraguay, con la época básica de 2002.0.

Resultados y conclusiones.

(1) Formularios de archivo. Para cada estación fue preparado un formulario estándar que debe ser usado en las futuras campañas de trabajos magnéticos de Paraguay.

(2) Carta isogónica de Paraguay para la época 2002.0. Esa carta isogónica será de gran utilidad en Paraguay, para Agrimensura, Topografía y en otras aplicaciones en que se necesite de orientación geográfica.

(3) El cursillo presentado por LMB en la UNA podrá servir de estímulo al desarrollo del Geomagnetismo en Paraguay.

(4) Los valores observados serán de importancia en la elaboración de modelos del campo geomagnético, no solamente en escala continental como, también, en escala mundial, pues ellos fueron enviados al Working Group de la IAGA, como colaboración al modelamiento del IGRF (International Geomagnetic Reference Field).

S3-21

APLICACIÓN DEL MICA EN LA DETERMINACION DEL AZIMUTH GEOGRAFICO DURANTE OBSERVACIONES DE CAMPO

Rosales Domingo y Vidal Erick
Instituto Geofísico del Perú, Observatorio de Huancayo, Perú
domingo@axil.igp.gob.pe

La dirección geográfica del pilar de observación a la marca es llamado azimuth geográfico, esta dirección geográfica es esencial para determinar el norte geográfico, diversos métodos se han desarrollado para determinar el norte geográfico entre los que tenemos son mediante el uso de GPS, mediante el uso de giróscopo y mediante observaciones al sol. Cuando se realizan trabajos de campo, la técnica

mayormente usada para determinar el norte geográfico es mediante observaciones al sol. Diversos softwares se han desarrollado para la reducción de los datos mediante este método, presentando distintos aproximaciones. Uno de los modelos matemáticos más precisos con que se cuenta es el desarrollado por la U. S. Naval Observatory llamado Multiyear Interactive Computer Almanac (MICA). El MICA es un software creado especialmente para astrónomos, topógrafos, meteorólogos y otros que necesitan información de alta precisión de la posición y movimiento de los astros. Con el uso del MICA se ha desarrollado un software driver a fin de determinar directamente el azimuth geográfico. Las ventajas sobre otros softwares que desarrollan similares tareas es que este presenta menos variables de ingreso y tiene mayor precisión debido a que el modelo computa y provee información en tiempo real sin necesidad de interpolar como lo hacen muchos almanaques astronómicos, a la misma vez que es más sencillo su uso. Otras de las ventajas adicionales es que no necesariamente se tiene que hacer observaciones de sol a fin de determinar el azimuth geográfico sino que también permite elegir otros astros como la luna, planetas, estrella, siendo la observación a las estrellas el mejor método para la determinación del azimuth geográfico.

S3-22

ANOMALIAS MAGNETICAS EN LA REGION DE CALDAS NOVAS, BRASIL

Lima Elisabeth da Cunha
Depto. de Geofísica, Observatório Nacional, Brasil
beth@on.br

El trabajo que se presenta muestra los resultados obtenidos preliminarmente en los levantamientos magnéticos midiendo la intensidad total de campo magnético en la región de Caldas Novas en el estado brasileño de Goiás durante seis días del mes de mayo de 2001 (las mediciones, reducción y procesamiento de la información fueron realizados por los técnicos Ronaldo Marins de Carvalho y Elisabeth da Cunha Lima)

Las mediciones fueron realizadas con dos magnetómetros de precisión protónica, uno de marca Geometrics y otro LASA ambos con una precisión de 1 nT. El criterio utilizado fue el de realizar una serie de cinco mediciones del campo total y el valor final adoptado fue el promedio de estas medidas.

Se realizaron también mediciones de latitud, longitud y altitud, fecha y hora de observación con un GPS portátil con una precisión de 10 metros.

Las mediciones fueron realizadas siempre que fue posible, lejos de objetos ferromagnéticos y de líneas eléctricas, para garantizar una buena calidad en la información.

Para la reducción y el procesamiento de los datos, se utilizó un programa en Fortran que calcula los valores de campo geomagnético para las mismas coordenadas y fechas que los datos observados, comparando así las mediciones observadas y calculadas. Los datos calculados representan la forma del campo geomagnético y las diferencias serán consecuentemente, las anomalías de la región.

Caldas Novas es una región conocida internacionalmente por el fenómeno de aguas termales, y es una región que presenta una anomalía magnética muy significativa. Esto nos ayuda a concluir que es necesario realizar más levantamientos para mapear detalladamente

la anomalía para poder encontrar posibles correlaciones con fuentes termales. El mapa preliminar de esta anomalía muestra varios puntos anómalos en las vecindades de Caldas Novas.

S3-23

ANOMALIA MAGNETICA EN LA REGION DE PIRAPORA-MINAS GERAIS, BRASIL

Carvalho Ronaldo Marins de
 Depto. de Geofísica, Observatório Nacional, Brasil
 ronaldo@on.br

Se presentan resultados preliminares obtenidos en levantamientos realizados con mediciones de intensidad total del campo geomagnético en la región de Pirapora en el estado brasileño de Minas Gerais durante tres días en el mes de Junio de 2001.

Las medidas fueron realizadas por los técnicos Ronaldo Marins de Carvalho y Elisabeth da Cunha Lima, así como la reducción, procesamiento y presentación de los datos.

Se presenta asimismo un modelo matemático desarrollado por el computólogo Constantino M. Motta, del Observatório Nacional y se presentan las diferencias existentes entre los valores observados y los valores calculados que representan el campo normal en la región.

Los resultados de las mediciones presentan un modelo morfológico del sitio de estudio, mostrando mapas con la localización de los puntos donde se realizaron los perfiles y las anomalías de intensidad total del campo geomagnético. Estos resultados sugieren un estudio futuro con métodos geofísicos diferentes como resistividad por ejemplo.

Dentro de las conclusiones podemos observar una anomalía negativa de gran magnitud en esa región que ha sido detectada ya con levantamientos aéreos para aportar conocimiento del subsuelo brasileño rico en recursos minerales del país.

Las mediciones fueron realizadas con un magnetómetro de precesión protónica Geometric y otro marca Lasa construido en Brasil, con una precisión de 1 nT cada uno de éstos. El criterio utilizado fue realizando cinco mediciones de campo total y el valor final es el promedio de tales medidas. Se realizaron mediciones de latitud, longitud y altitud con un GPS portátil y con una precisión aproximada de 10 metros. La fecha y la hora de las observaciones se determinaron con el mismo con el fin de utilizarlo para correcciones de variación diurna usando el observatorio más próximo, en este caso Vassouras.

Para garantizar que los datos observados no presenten interferencias no deseadas, tales como cables de energía eléctrica, automóviles, construcciones y otros factores, las mediciones se realizaron a una distancia adecuada de estos objetos para evitar tal ruido, por lo que estas anomalías no fueron detectadas.

Durante el levantamiento fue detectada con extrema facilidad la anomalía, que esta localizada en la autopista que comunica Pirapora con Montes Claros, muy cerca de la ciudad de Pirapora. Otros perfiles fueron necesarios para identificar la geometría de la anomalía que es aproximadamente circular.

Se recomienda realizar nuevos levantamientos que puedan complementar este preliminar con el fin de realizar una identificación precisa de toda la anomalía. Probablemente serán utilizados otros métodos geofísicos como gravimetría por ejemplo.

S3-24

ANÁLISIS ARMÓNICO COMPARATIVO ENTRE LA ESTACIÓN MAGNÉTICA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL (TLA) Y EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TELOYUCAN (TEO)

Cifuentes Nava Gerardo, Cabral Cano Enrique, Hernández Quintero Juan Esteban, Chávez Segura René Efraín y Urrutia Fucugauchi Jaime
 Instituto de Geofísica, UNAM
 gercifue@igeofcu.unam.mx

Se presenta el análisis armónico comparativo de las series de tiempo de 1997 a 2003 entre la estación magnética en el Volcán Popocatepetl (70.943° CoLat, 261.363° LongE, 4029 m) y el Observatorio Magnético de Teoloyucan (70.254° CoLat, 260.807° LongE, 2280 m).

En ambas estaciones opera un magnetómetro de precesión protónica Geometrics G856 que toma muestras cada 60 segundos de manera ininterrumpida. Los datos obtenidos por estos instrumentos son usados para este análisis y se complementan con los registros magnéticos medidos por el variógrafo fluxgate dF del Observatorio de Teoloyucan.

Al obtener la sustracción de las señales reconstruidas con armónicos, con TEO como estación de referencia, se observa que existe una componente diurna de importancia, de supuesto origen ionosférico. Esto contrasta con la consideración inicial de que la cercanía geográfica de las estaciones suponía condiciones ionosféricas similares, efecto que podía ser cancelado al realizar diferencias directas o normalizadas entre ellas o su eliminación total en la sustracción de la reconstrucción armónica.

Así, este método complementa otros usados anteriormente (Diferencias Normalizadas y Correlación), en análisis de datos magnéticos en estaciones en volcanes para estudiar eventos volcánicos de corto, mediano y largo plazo.

S3-25

COMPARATIVE RESULTS OF THE GEOMAGNETIC MONITORING OF 3 DIFFERENT SESIMO-ACTIVE REGIONS IN MEXICO AND JAPAN

Kotsarenko Anatoly¹, Pérez Enríquez Román¹, López Cruzabeyro José¹, Koshevaya Svetlana² y Grimalsky Volodymyr³
¹ Centro de Geociencias, UNAM
² Universidad Autónoma de Morelos
³ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
 kotsarenko@geociencias.unam.mx

Methods of the data processing and analysis of the results are presented on the base of 3 different studies: the observation of the ULF electromagnetic emission during the Izu, 2000 earthquake (EQ) swarm and Miyake volcano eruption in summer period of 2000, ULF geomagnetic measurements at the station Teoloyucan at the period 1998-2001 and preliminary results of the geomagnetic monitoring of the volcano Popocatepetl, 2002-2004. Variations of spectral densities for horizontal and vertical components, polarization densities and spectrograms of magnetic field, their derivatives are analyzed as a part of traditional analysis in this study. Values of spectral density were calculated for 6 fixed frequencies $f = 1, 3, 10, 30, 100$ and 300

mHz. Fractal characteristics of spectra were analyzed in the conception of SOC (Self-Organized Criticality). In order to exclude the intervals with a high geomagnetic activity from analysis we referred to A_p indices, calculated for corresponding time intervals. The contribution of seismic events to geomagnetic emission was estimated by seismic index $k_s = 100.75M_s/10D$, where M_s is amplitude of the earthquake and D is distance from its epicenter to the station.

Simposio

Escuela Latinoamericana de
Geomagnetismo

Lunes 1 — Martes 2

Salón Claustro 2

S4-1

EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Aguayo Camargo Joaquín Eduardo
Facultad de Ingeniería, UNAM
aguayojec@yahoo.com.mx

La Educación en las Ciencias de la Tierra se deriva de la observación y la comprobación directa que los estudiosos de las mismas, han experimentado en nuestro planeta, desde los albores de la humanidad; por lo que, el conocimiento que se tiene sobre las ciencias de la tierra ha avanzado paralelamente con el desarrollo y evolución de las sociedades, aunque es bien sabido que los geocientíficos entregados a la comprensión de nuestro planeta, han tenido que luchar contra los dogmatismos sociopolíticos en distintas épocas históricas.

De fundamental importancia en el Estudio de las Ciencias de la Tierra es la integración del conocimiento universal básico que se ha venido enriqueciendo en la medida que grupos multidisciplinarios de científicos y de técnicos aportan nuevos datos o cuando la información existente se organiza y reinterpreta, de acuerdo con los criterios que dicta el conocimiento científico actual. En ambos casos, se manifiesta continuamente la necesidad de intensificar los estudios en todas las disciplinas de las Ciencias de la Tierra, ya que, además del conocimiento universal que se descubre y se aporta a la humanidad, también de ello depende la localización, extracción y el aprovechamiento de los recursos naturales que son estratégicos para que nuestra sociedad cuente con otras alternativas de mejor calidad de vida. Tomando en cuenta que la Educación en las Ciencias de la Tierra, conlleva a otros retos en la definición de responsabilidades y que se deben de concertar con cada uno de los sectores de la Sociedad: los oficiales y privados, como promotores, gestores y facilitadores de los recursos financieros y logísticos que sean los necesarios, suficientes y oportunos, para que las instituciones de educación superior y de investigación, cumplan sus funciones fundamentales con la formación de recursos humanos, altamente calificados, y como generadoras del conocimiento científico y tecnológico, y que la Sociedad misma, desde la educación elemental hasta la universitaria de alta calidad, desarrolle su talento autocrítico y crítico como un ejercicio permanente, estimulándose sus capacidades de recepción y creatividad.

Para que las instituciones que contemplan la Educación Superior en las Ciencias de la Tierra, logren sus objetivos fundamentales en la formación de profesionales de alto nivel en las diferentes áreas del conocimiento: docencia, investigación y en los sectores productivos, oficiales y privados, con la disponibilidad de instalaciones adecuadas, infraestructura tecnológica de frontera y de un acervo de consulta actualizado; además y paralelamente, se debieran instrumentar acciones académicas para que el estudiante participe en proyectos específicos profesionales, asesorados por sus profesores y tutores, que impliquen responsabilidades institucionales como profesionales y no solo en su papel de estudiantes. Por lo tanto, la profesionalización temprana de los jóvenes universitarios desde los primeros semestres de los ciclos escolares, induciría a que se forjaran sólidamente como geotecnólogos, geocientíficos o catedráticos.

S4-2

LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN MÉXICO ALGUNAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Pérez Venzor José Antonio
UABCS
japerez@uabcs.mx

El trabajo expone algunas reflexiones consideradas como Fortalezas y Debilidades sobre la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en México.

La Geología es una Ciencia estratégica para el desarrollo de cualquier región, estado o nación esto la transforma en una fortaleza. México con casi 2,000.000 de Km² sin considerar sus mares, es geológicamente diverso y complejo. Los procesos geológicos, están registrados y contenidos en sus provincias geológicas.

La distribución de los Recursos Naturales que son una fortaleza para su desarrollo es función de la evolución geológica y provincias geológicas. El conocimiento de la evolución y recursos se traduce en una fortaleza para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. En México las Escuelas de Ciencias de la Tierra, están distribuidas estratégicamente, lo cual debe considerarse como una fortaleza asumiendo de manera responsable su misión, visión y considerando tanto su vocación como entorno natural. El nivel académico de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, es adecuado y fortalecido por la diversidad de pensamientos de las diferentes escuelas geológicas mundiales, presentes en las universidades del país, que ofertan las Ciencias de la Tierra.

Dada la diversidad geológica del país y la importancia de las Ciencias de la Tierra estas demandan una vocación mayor lo que potencialmente es una fortaleza.

Las organizaciones nacionales de Ciencias de la Tierra, son una fortaleza, para promover la enseñanza en Ciencias de la Tierra si asumen su papel en el contexto de su visión y misión.

A pesar de las fortalezas mencionadas existen condiciones consideradas como debilidades así a pesar de que las Ciencias de la Tierra son estratégicas para el desarrollo de una región, estado o país, no hemos sido lo suficientemente capaces, para incidir en las instancias correspondientes para hacer valer esta condición privilegiada.

Las escuelas de Ciencias de la Tierra, no tienen comunicación suficiente entre ellas, para proponer estrategia de crecimiento de oferta educativa, colaboraciones de investigaciones, movilidad e intercambio académico propuestas de crecimiento económico e infraestructura; además la misión y visión no han sido acordes con su entorno y vocación. La distribución de los académicos y centros de enseñanza de ciencias de la Tierra para la superficie del país no son suficientes. La baja matrícula considerada como una fortaleza, se torna una debilidad por el costo aparente que genera, ante quien la ven solamente desde el punto de vista económico. A pesar de que existe un numero considerable de académicos de buen nivel dentro de los órganos colegiales nacionales y existen varias organizaciones relacionadas con Ciencias de la Tierra, no se cuenta con suficiente presencia en los organismos encargados de las toma de decisión de políticas y apoyos económicas, que impacten en beneficio de las Ciencias de la Tierra.

HACIA UNA CULTURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Sánchez Zavala José Luis y González Torres Enrique A.
 Instituto de Geología, UNAM
 jlsz@servidor.unam.mx

Nuestra relación con las Ciencias de la Tierra es cotidiana, sin embargo, pocas personas saben explicar satisfactoriamente porque ocurren varios de los procesos desarrollados en el ámbito de las mismas, por ejemplo, un sismo, una erupción volcánica, la formación de ciertos recursos naturales o que provoca que algunas áreas representen un riesgo natural. A pesar de que México es un laboratorio natural fascinante de las Ciencias de la Tierra, carecemos de una cultura geológica, que contribuya a la toma de decisiones adecuadas e incluso que nos aporte una mejor calidad de vida.

Parte del problema tiene su origen en la dificultad de comprender y explicar las magnitudes temporales y espaciales en las cuales se desarrollan los procesos geológicos, de tal forma, que se requiere de un tratamiento particular en la enseñanza de Ciencia de la Tierra, lo que obliga a desarrollar una serie de actividades dirigidas hacia su enseñanza.

Las iniciativas para transformar esta situación, necesariamente tendrán que surgir de los docentes e investigadores de las Ciencias de la Tierra. Para lograr el desarrollo de una cultura en Ciencias de la Tierra, consideramos que el sector de la educación en el que tenemos que comenzar a incidir es el básico, ya que la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en este nivel propiamente no existe y debe atenderse de inmediato.

Una de las acciones centrales para lograr lo anterior, es a través del desarrollo de proyectos didácticos, que incluyan la producción de textos y materiales de apoyo que cuenten con la experiencia de los docentes, manteniendo el rigor conceptual a fin de crear una verdadera "geocultura".

Asimismo, debe favorecerse la elaboración de textos de divulgación accesibles en los que exista un tratamiento adecuado de los conceptos. Es importante involucrar a las Ciencias de la Tierra con otras ciencias, como la biología, química o incluso con las Ciencias Sociales, a fin de proporcionar un contexto para las Ciencias de la Tierra en la cultura de nuestra sociedad.

Existen sin embargo, varios problemas que tenemos que enfrentar que van desde los conceptuales y metodológicos por parte de los docentes, hasta la falta de interés por incluir estos temas en los programas de educación básica. También es necesaria la vinculación de los docentes con los profesionales en Ciencias de la Tierra, ya que el contacto entre ambos es en general inexistente.

Desde nuestra percepción, es importante que el material didáctico producido este enfocado directamente a los niveles de educación básico, sin intentar adecuar o adaptar material de otros niveles, y en el que se favorezcan igualmente los ejemplos basados en nuestro entorno directo, a fin de responder a nuestra realidad y de esta manera incidir en la creación de una "geocultura" vinculada a nuestras necesidades.

PORQUE INTEGRAR LOS CONCEPTOS DEL SISTEMA TIERRA A LOS PLANES DE ESTUDIO DE TODAS LAS INGENIERÍAS

Silva Romo Gilberto¹, Mendoza Rosales Claudia Cristina¹ y Tolson Gustavo²

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

² Instituto de Geología, UNAM
 silvarg@servidor.unam.mx

El ingeniero es un profesional que aplica el conocimiento para que la sociedad humana disponga de mejores satisfactores en forma económica y en armonía con la naturaleza. Para lo cual debe entender al Sistema Tierra, independientemente de cual sea su área de desarrollo: Exploración de recursos, Explotación de recursos, Generación y transmisión de energía, Producción de manufacturas, Sistemas de comunicación, Construcción, Agrimensura, Elaboración de productos químicos, o Mecatrónica, entre otros.

Actualmente, la Facultad de Ingeniería de la UNAM, cuenta con doce programas de licenciatura y, en los currícula de seis de ellos, se consideran conceptos de Ciencias de la Tierra, aunque con enfoques diversos. De estos seis programas dos se refieren a la exploración de recursos geológicos: Ingeniería Geológica e Ingeniería Geofísica; dos tienen carácter de explotación de recursos: Ingeniería Petrolera e Ingeniería en Minas y Metalurgia; uno es de construcción: Ingeniería Civil y el sexto programa con conceptos de Ciencias de la Tierra es de Agrimensura: Ingeniería Topográfica y Geodesta.

Los conceptos del Sistema Tierra (El tiempo geológico, origen de la vida, evolución, el ciclo de las rocas, el ciclo del agua, el origen del universo y del sistema solar, cambio climático, la formación de yacimientos) permitirán a los egresados de ingeniería comprender las transformaciones de materia y energía que han ocurrido y que ocurren de manera cotidiana en el Planeta, mismos que han propiciado las concentraciones de elementos y disponibilidad de recursos naturales que de alguna manera han condicionado el desarrollo de la humanidad y cuyo manejo inadecuado ponen en peligro la permanencia de distintas formas de vida, incluso la humana.

El conocimiento de la Evolución temprana del Planeta, la conformación de las geoesferas terrestres (núcleo, manto, litosfera, hidrosfera y atmósfera), así como los conceptos de Tectónica de Placas, Magnetismo terrestre, Sismicidad, Magmatismo, Metamorfismo, Deformación y Erosión entre otros, les permitirá establecer grupos de trabajo multidisciplinarios para prevenir y/o resolver problemas asociados con riesgos geológicos (sismos, vulcanismo, deslizamientos de tierra, inundaciones, etc.), así como la instrumentación y monitoreo de fenómenos naturales.

Al conocer los procesos geológicos, el alumno de ingeniería está mejor capacitado para entender la incidencia de la actividad transformadora del hombre en el ambiente natural y tendrá elementos por considerar para minimizar el deterioro ambiental. Su conocimiento geológico le permitirá una mejora sustancial en la planeación de cualquier Proyecto de Desarrollo ya que estos involucran al Sistema Tierra.

Los conceptos del Sistema Tierra, al ser integrados a los planes y programas de las licenciaturas en Ingeniería tendrán dos vertientes:

- Toma de conciencia acerca de la incidencia y dependencia de la actividad humana en el (del) Sistema.
- Ampliación de los retos a los cuales el ingeniero puede dar respuestas en beneficio de la sociedad.

S4-5

LA GEOTECNIA COMO PARTE DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN, UNAM

Chávez Aguirre José María y Ramos Bautista Adán
Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM
josema_chavez@yahoo.com.mx

La Geotecnia tiene como objetivo el estudio del comportamiento y características particulares y generales de las rocas y suelos para el desarrollo de grandes obras de ingeniería civil, con el fin de observar, diagnosticar, prevenir o resolver, sobre la base del análisis científico e interdisciplinario, los problemas geotécnicos que pueden enfrentar antes, durante y después de su construcción.

En la Geotecnia confluyen tres grandes ramas de la ingeniería, como la Mecánica de Suelos, que estudia la profundización en el conocimiento de teorías y técnicas para su aplicación práctica en los proyectos geotécnicos, comprendiendo: exploración y muestreo, estabilidad de taludes, empuje de tierras y elementos de retención, terraplenes en suelos blandos, compactación y propiedades de materiales compactados e instrumentación en suelos y estructuras térreas; la Mecánica de Rocas, que estudia la aplicación de sus teorías en la resolución de problemas geotécnicos prácticos por medio de pruebas de campo y laboratorio, tratamiento de macizos rocosos y diseño de obras e instrumentación; y, por último, la Ingeniería Geológica que, vinculando las dos primeras ramas, estudia la aplicación de los conocimientos fundamentales de la geología en la resolución de problemas civiles para el diseño y construcción de proyectos geotécnicos; su área de interés comprende la importancia de la geología en obras civiles, estratigrafía y estructuras geológicas, geología de México, exploración y muestreo, caracterización de macizos rocosos, clasificaciones geomecánicas y solución de problemas geotécnicos.

La planeación, ejecución, desarrollo, economía y funcionalidad de cualquier obra de ingeniería civil dependerán en gran parte de los recursos intelectuales que el geotecnista posea y aplique en su tarea profesional.

De aquí que la Especialidad en Geotecnia de la FES Acatlán tenga como objetivo prioritario el de analizar las formas de obtener las características y comportamiento de las diversas rocas y suelos, para la utilización de estos materiales en beneficio de la sociedad, en la construcción de vías terrestres, presas, edificaciones, túneles, puentes u obras marítimas. Dándoles sobre todo seguridad, funcionalidad y economía a las obras civiles.

Por lo anterior, la especialización pretende la preparación de egresados de diversas licenciaturas (ingeniería civil, geología, geofísica y arquitectura), proporcionándoles conocimientos que les permitan desarrollar, con sentido crítico tanto en el aspecto técnico como en el socioeconómico, cualquier tipo de obra civil.

S4-6

CONCEPTOS NODALES EN LA ESTRUCTURA CONCEPTUAL CIENTÍFICO DIDÁCTICA (ECCD) EN PROFESORES-INVESTIGADORES GEÓLOGOS

Angulo Villanueva Rita
Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
kaliza@prodigy.net.mx

Los profesores-investigadores geólogos seleccionan contenidos para la enseñanza apoyándose en su ECCD (Angulo, 2004). La ECCD es una forma de pensamiento privativa de un grupo, combina conocimiento científico con conocimiento de sentido común pedagógico y es una representación social (Moscovici y Jodelet, 1993).

La investigación (2004) fue de carácter cualitativo y analizó 19 entrevistas, 9 en la Universidad de Guerrero y 10 en la comunidad geológica nacional a fin de comparar sus textos y detectar el discurso (De Alba, 2001 y Laclau, 1990) generalizado sobre la enseñanza de la geología. La caracterización del discurso permitió construir la ECCD e identificar sus conceptos nodales, mismos que se utilizan para la modificación cotidiana de los contenidos de enseñanza.

Los rasgos de la ECCD se refieren a una representación social enraizada en un grupo (comunidad geológica nacional). Estos rasgos han emergido en el contexto científico-educativo gracias a la descontextualización-recontextualización-reformulación (proceso de representación) por parte de los profesores-investigadores. Ellos han pasado por la identificación de conocimientos geológicos, entre los que han reconocido los conceptos nodales del discurso científico, mismos que se han extraído y sintetizado a la vez que reformulado en una imagen gráfica (núcleo figurativo, Jodelet, 1993) para integrar la ECCD, a la que –entonces- se le asigna un papel en el proceso de enseñanza y, una vez instrumentalizada (organizada en una estructura gráfica) se difunde entre el grupo de profesores.

Por la organización de las categorías detectadas se aprecia claramente una tendencia teórica en el discurso (Roca y Tiempo), una tendencia de tipo teórico-metodológico de investigación (Investigación-Epistemología), una tendencia histórica y una tendencia didáctica (Actualización de contenidos y Formación). "...La conformación de tendencias y líneas de pensamiento se posibilita en la medida que se [intersequen]...y articulen de diferentes maneras [diversos] discursos" (De Alba, 1991b:123). Es decir, en la configuración de la ECCD se ha dado un proceso articulación significativa.

Las tendencias señaladas representan (Jodelet, 1993) un sistema de referencia conformado por teorías (geológica, pedagógica y de investigación) que permiten interpretar el hecho geológico y le confieren significado en los contextos terrestre, educativo y de investigación.

Se identificaron como conceptos nodales Roca y Tiempo, además de ser conceptos clave y fundacionales. El concepto de tiempo es además un concepto articulador. Las categorías de investigación, epistemología e historia resultaron con mucho, las más profundas en el discurso geológico. En lo general se aprecia un discurso que profundiza más los conceptos, se advierte un fuerte interés en la

investigación, sus condiciones, procesos y compromisos; en la forma de producir el conocimiento de punta y en la forma de trasladar ese conocimiento al contexto educativo (representación).

Las categorías de actualización de contenidos y formación se refieren a cuestiones de enseñanza y concretamente de selección de contenidos. Estas categorías evidencian la doble naturaleza del trabajo docente del profesor-investigador.

Finalmente, las tendencias discursivas se caracterizan por tensiones centradas en tres tendencias: la teórica (convección por calentamiento vs. convección por jalón placa), la metodológica (descriptiva vs. cuantitativa) y la pedagógica del curriculum fundamentado en (la práctica vs. una concepción teórica).

S4-7

APRENDIZAJE DE LA SÍSMICA BASADO EN PUNTOS DE CONFLICTO

Miró Pagés Guillermo, Quesada García Ramón Ariel y González Caraballo Ramón

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba
gmiro@civil.cujae.edu.cu

La expresión: "el Método Sísmico de Reflexión, es hoy en día, entre los métodos geofísicos, el que ocupa el liderazgo a escala internacional en la exploración petrolera", representa para los especialistas una verdad estadística actual fácilmente demostrable.

Sin embargo, si la expresión fuera: "el Método Sísmico de Reflexión ha llegado a ser el líder a escala mundial en la exploración petrolera, aunque hay otros más baratos y ocasionalmente eficientes en ese sentido", se introducen puntos de conflicto capaces de provocar una rica discusión entre expertos y surgiría, entre otras, la pregunta: ¿Existe un uso racional de otros métodos más baratos y ocasionalmente eficientes para la exploración petrolera?

La habilidad del profesor para detectar y expresar los puntos de conflicto a partir de una base de conocimientos escogida y vincularlos con los conceptos o habilidades que se pretende enseñar, representa un elemento vital para la "enseñanza activa" de cualquier asignatura.

Este trabajo toma como base de conocimiento la monografía inédita: "La Sísmica de Reflexión Petrolera a Inicios del Nuevo Milenio: Estado del Arte", elaborada recientemente por uno de los autores y descubre los principales puntos de conflicto que representan fuentes de aprendizaje para la Maestría en Geofísica Aplicada y la Especialidad Geofísica Petrolera, que imparte el Departamento de Geociencias del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (CUJAE), con posibilidades de extensión a otras actividades de postgrado de este tipo en Cuba o en el extranjero.

La ponencia presenta en primer término, un resumen del contenido de la monografía y posteriormente se analizan los principales puntos de conflicto y los objetivos de aprendizaje a los cuales se vinculan, creando un importante y eficiente instrumento para la enseñanza de los métodos para la prospección petrolera, que sirven de base en el diseño de Casos no Formales vinculados con el tema.

Se recomienda además, la discusión presencial o a distancia del contenido de la monografía entre expertos antes de su implementación en las actividades de postgrado mencionadas, con vistas a enriquecer de manera interactiva su contenido.

S4-8

LA MOTIVACIÓN: UN RETO CONTINUO EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS A ESTUDIANTES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Pérez Campos Xyoli
Facultad de Ingeniería, UNAM
xyoli@cancun.fi-a.unam.mx

Las carreras en Ciencias de la Tierra tienen un componente fundamental de física y matemáticas, por lo que su enseñanza y aprendizaje es de gran importancia. Sin embargo, para los estudiantes resulta una tarea, algunas veces, tediosa al no observar la aplicación directa o concreta de los temas que se tratan en clase. El reto, entonces, es conservar la motivación de los estudiantes en estas asignaturas para así lograr un mejor desempeño y aprovechamiento. La motivación no es una tarea fácil pues depende de varios factores. Un ingrediente muy importante para lograr una motivación en el alumno es la motivación del profesor para enseñar y fomentar el aprendizaje; así como su trato hacia el alumno, donde se le demuestre la confianza depositada en él y su capacidad, además de reconocer sus éxitos e impulsarle a aprender de sus fallas, con lo que se estimula su autoestima. Por otro lado, se tiene que fomentar una curiosidad intelectual lo cual inducirá más entusiasmo por parte del alumno, así como el desarrollo de más habilidades. Para lograr este interés es necesario hacer uso de diversos recursos; por ejemplo, apoyarse de diversos recursos didácticos como son el uso de la tecnología o plantear ejercicios especiales que ayuden a la comprensión del tema. Esto último también es un factor importante en el desarrollo de la motivación, pues al lograr una mejor comprensión, el estudiante se siente gratificado y motivado a aprender más. Otro recurso es el fomento de un ambiente grupal y de equipo. Esto motiva al alumno a sentirse parte integrante de una sociedad, considerando importante desempeñar un buen papel. Otro ingrediente importante es que el alumno se dé cuenta que la física y la matemática nos ayudan a describir nuestra realidad, por lo tanto es necesario que aprecie y entienda la relación que existe entre ellas y otras asignaturas, así como con la realidad misma y su práctica como geocientífico. Una manera de fomentar esto es a través de actividades de descripción, construcción, investigación y organización, como el desarrollo de un proyecto. Finalmente, al impulsar que el alumno se involucre en actividades extraclase como conferencias, cursos, visitas, etc., permite una mejor comprensión del lenguaje, asimilación de situaciones y lo prepara para resolver problemas. Todo lo anterior, llevado a cabo en conjunto busca que el alumno logre el objetivo de aprender aquellos temas de física y matemáticas que le sirvan para resolver los problemas a los que se enfrentará como geocientífico. De todo esto da cuenta la experiencia personal durante el ciclo escolar 2004-2 en la Facultad de Ingeniería de la UNAM donde se pusieron en práctica todos los puntos mencionados y se pudo observar un incremento en la motivación e interés hacia el estudio de las asignaturas de Variable Compleja y la Mecánica del Medio Continuo por parte de estudiantes de la carrera de Ingeniería Geofísica.

S4-9

REESTRUCTURACIÓN ACADÉMICA DEL PERSONAL DE CARRERA, UN MEDIO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA TERMINAL EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

Mendoza Rosales Claudia Cristina, Silva Romo Gilberto y Campos Madrigal Emiliano
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
claus@servidor.unam.mx

Un elemento decisivo en el aprendizaje es la calidad y experiencia de sus académicos. Actualmente la Facultad de Ingeniería de la UNAM, cuenta con dos tipos: Profesores de asignatura y Profesores de carrera; Los profesores de carrera se dividen en profesores de Ciencias Básicas, impartiendo asignaturas del tronco común (física, matemáticas y química), profesores de Ciencias de la Ingeniería (asignaturas básicas de geología) y profesores de Ingeniería aplicada; muchos de los cuales imparten sus clases ajenas a lo que enseñan y como lo enseñan los demás profesores.

Una forma de superar esta situación, podría ser una reestructuración en el tipo de asignaturas a impartir por los académicos de carrera en la Facultad de Ingeniería, UNAM. Así cada profesor de carrera deberá impartir una asignatura de ciencias básicas, y las demás (de acuerdo a su categoría y nivel) en los grupos de asignaturas de Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada o Posgrado de acuerdo a su formación, intereses académicos y las necesidades de la propia escuela; igualmente se propone una rotación en las asignaturas impartidas periódicamente.

Esto permitirá que todos los profesores de carrera se involucren en cada una de las etapas de formación de los alumnos lo que nos permitirá encaminarnos a una formación integral. Permitirá que los estudiantes se involucren en su primera etapa con profesores especialistas en las diferentes carreras que cursan, lo que contribuirá a introducirlos tempranamente en el conocimiento del ejercicio profesional de las diferentes carreras de ingeniería de la Facultad, reafirmando o reorientando, en su caso, su vocación.

El aprendizaje en las asignaturas de Ciencias de la Ingeniería y de Ingeniería Aplicada se verá reforzado con la perspectiva académica de los actuales profesores de Ciencias Básicas; de igual forma se enriquecerá el proceso enseñanza-aprendizaje en el área de Ciencias Básicas con la experiencia y perspectiva de los ahora profesores de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada.

Los profesores deberán establecer grupos de trabajo multidisciplinarios, con lo que podrán incrementar su participación en proyectos de investigación o desarrollo, favoreciéndose el intercambio académico y la integración de todo el personal docente de carrera, lo cual propiciará un mejor clima de trabajo, un conocimiento por parte de todos, de los alcances de cada curso. Esto redundará en un proceso educativo integral, permitiendo una retroalimentación continua del proceso enseñanza-aprendizaje, lo cual redundará en el aumento de la eficiencia terminal.

S4-10

TENDENCIAS OBSERVADAS EN LAS MODIFICACIONES A LOS PLANES DE ESTUDIO EN CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

Concha Dimas Aline y González Torres Enrique A.
Instituto de Geología, UNAM
acdgaia@servidor.unam.mx

Las recientes propuestas que se han realizado para modificar los planes de estudio en las carreras de Ciencias de la Tierra de la UNAM, proponen un recorte en el tiempo de estudio a cuatro años y medio. En una revisión crítica-propositiva de los cambios propuestos en los programas de las Ciencias de la Tierra, específicamente en Ingeniería Geológica, se observa en algunos casos compactación y combinación de asignaturas de los planes originales de cinco años o un recorte preocupante de contenidos temáticos. Consideramos que es necesaria una reducción selectiva y una discusión amplia sobre contenidos, a fin de no afectar seriamente la calidad de la educación a nivel de licenciatura en Ciencias de la Tierra dentro de la UNAM.

Es importante considerar lo siguiente:

- a) Una simple condensación de contenidos satura la carga académica horas/semestre, de tal forma que solo un alumno de tiempo completo podría salvar el trabajo por semestre, inclusive con ciertas dificultades. Dicha sobrecarga de trabajo disminuye la eficiencia terminal, pues esta sobresaturación tendrá un impacto negativo en el desempeño de los jóvenes estudiantes. La calidad de la educación no solo debe estar en función de la cantidad de egresados.
- b) La eficiencia terminal es también un asunto importante de resolver, pero no debe estar en función de la reducción de los planes de estudio, es necesario buscar otro tipo de alternativas y una implementación efectiva de mecanismos académico-administrativos para guiar y hacer que los alumnos se involucren tempranamente en los procesos de titulación.
- c) Un recorte de contenidos temáticos, sin una discusión de los mismos afecta sobre todo la calidad de la educación pues esta limitación dejará sin algunas herramientas conceptuales a los futuros ingenieros egresados para afrontar los problemas de aplicación y generar tecnologías actuales.

Si bien es cierto que se valora el esfuerzo realizado por algunos profesores en el complejo trabajo de modificar los planes de estudio, consideramos que este ejercicio debe tener una mayor cobertura, de tal forma que se considere la participación profesores y estudiantes (parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje), y de igual forma, de egresados y profesionales de diversas áreas de las Ciencias de la Tierra. Dicha inclusión permitirá tener otras y mejores perspectivas que contribuyan a tener una visión más integral sobre el cambio.

La modificación de los planes de estudio es una tarea que tiene que continuar, pero por su misma naturaleza requiere de un ejercicio que permita conocer las distintas percepciones que se tienen al respecto, y que no obstante las diferencias existe la posibilidad de integrarse en una propuesta más acorde a las necesidades educativas.

LA REFORMA DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Schwennicke Tobias, Cortés Martínez Mara, Martínez Gutiérrez Genaro y Pérez Venzor José Antonio
 UABCS
 tobias@uabcs.mx

Recientemente, los profesores del Departamento de Geología Marina aprobaron el documento del plan de estudios reformado. Se espera su implementación en el primer semestre 2005. El plan de estudios vigente es obsoleto desde muchos años; no obstante, en el pasado no se alcanzó su reforma. Este rezago conllevó a otros problemas en la carrera, por ejemplo una eficiencia terminal no satisfactoria.

El proceso de la reforma del plan de estudios consistió de dos etapas principales. En la primera, una comisión de varios profesores elaboró una propuesta, que fue un documento completo, aunque de carácter preliminar. El trabajo en la comisión resultó muy largo (tres años), debido a varios factores. Además, el plan de estudios vigente carece de varios aspectos que actualmente se consideran como obligatorios. Por otro lado, fueron de utilidad varios cursos sobre diseño curricular, organizados por la institución, y la asesoría de una experta en el diseño curricular. La comisión presentó su propuesta a los profesores del departamento y después de recibir observaciones escritas para su consideración, se presentó un documento mejorado. A partir de este momento, se realizaron 20 reuniones departamentales, en un lapso de pocas semanas, para revisar partes esenciales del documento, mejorar su contenido y para llegar a acuerdos aprobados por la mayoría o todos los profesores presentes. El documento final, elaborado por la comisión, refleja este trabajo en conjunto.

El éxito del proceso radica en: 1) el trabajo realizado por la comisión, en un equipo de pocos profesores que permitió trabajar en forma más eficiente, 2) la consideración de la estructura actual en el Departamento de Geología Marina con la existencia de cuatro cuerpos académicos y los intereses particulares de cada cuerpo y cada profesor, 3) el deseo de los profesores de superar un rezago departamental.

El plan reformado parte de un diagnóstico de la situación actual en el departamento (planta docente, infraestructura, estudiantes, encuestas) y del mercado laboral, apegándose al "nuevo modelo educativo". Está estructurado en cuatro niveles de dos semestres cada uno y está contabilizado en un verdadero sistema de créditos, con una reducción de las horas presenciales. Las materias se clasifican como básicas, humanísticas, del núcleo de formación geológica, integradoras, herramientas y de orientación terminal. Las materias consideradas como esenciales en la formación profesional son obligatorias y serán atendidas por toda la planta de profesores. Además, a lo largo de toda la carrera, el estudiante tendrá que cubrir créditos de materias optativas. En los últimos dos niveles, habrá cinco orientaciones terminales bajo la responsabilidad de los cuatro cuerpos académicos y un grupo disciplinario, el cual se formó recientemente. El plan de estudios reformado también considera y contabiliza en créditos el servicio social y prácticas profesionales. Para el futuro, se contempla una revisión anual, para la constante actualización del plan.

NUEVOS MODELOS EDUCATIVOS EN CIENCIAS DE LA TIERRA BAJO AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE Y EL USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Hernández Rivero María de la Paz¹ y Salazar Hernández Iván²
¹ Facultad de Ingeniería, UNAM
² Transaction Lenguaje Co., S.A. de C.V.
 pazheri@servidor.unam.mx

Actualmente el Proceso Enseñanza-Aprendizaje en Ciencias de la Tierra requiere de nuevas tendencias educativas bajo modelos educativos que permitan al estudiante el logro de aprendizajes significativos, incorporando el uso inteligente de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para su desarrollo en el campo profesional y su vida cotidiana.

La propuesta metodológica para operar modelos educativos innovadores es la de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA); conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje, a través de un Sistema de Administración de Aprendizaje y en donde las nuevas tecnologías tales como los Sistemas Satelitales, Internet, Multimedia, y la Televisión Interactiva entre otros, se potencializan rebasando al entorno escolar tradicional.

Crear un ambiente de este tipo no es trasladar la docencia de un aula física a una virtual, ni cambiar el gis y el pizarrón por un medio electrónico, o concentrar el contenido de una asignatura, en un texto que se lee en el monitor de la computadora, más bien se trata de espacios en donde se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, experiencias y elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación de experiencias y procesos pedagógico-comunicacionales. Para lograrlo se requiere, que quienes participan en el diseño de estos ambientes deben conocer todos los recursos tecnológicos disponibles, las ventajas y limitaciones de éstos para poder relacionarlos con los objetivos, los contenidos, las estrategias y actividades de aprendizaje y evaluación. Lo anterior indica que una integración de medios como texto, gráficos, sonidos, animación y video, o los vínculos electrónicos, no tienen sentido sin las dimensiones pedagógicas que un diseñador del ambiente puede darles.

Cabe mencionar que el grado de "virtualización" del proceso de aprendizaje no es total, es decir, en este caso los estudiantes participan en actividades presenciales y pueden acceder a través de un entorno virtual a un conjunto de actividades, información, servicios, enlaces, para apoyar el trabajo que realiza sin la presencia física del docente, pero sí bajo su acompañamiento. En estos casos, la responsabilidad de decidir qué ofrecer de manera virtual para apoyar a los estudiantes, corresponde a los docentes y dependerá del análisis de diversos factores educativos, tecnológicos e institucionales, pero en todos los casos es fundamental plantear el uso de las TIC de manera creativa, inteligente y productiva, y en donde el docente se compromete con el aprendizaje de sus alumnos cumpliendo el papel de asesor y facilitador, mientras que el estudiante se convierte en actor de cambio con habilidades y modos de trabajo innovadores al utilizar tecnologías de vanguardia, materiales didácticos, recursos de información y contenidos digitales. Por lo tanto, lo realmente importante es la comunidad académica que se une y comunica utilizando las TIC para aprender de manera permanente y colaborativa e implementa así nuevas estrategias de trabajo académico.

S4-13

USOS, DESUSO Y ABUSO DE LA COMPUTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Arellano Gil Javier¹, Flores Estrella Hortencia² y Yussim Guarneros Sergio³

¹ División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Depto. de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

³ Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
arellano@servidor.unam.mx

La utilización de software y hardware en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las carreras de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ha cambiado sustancialmente en los últimos diez años; de manera gradual, la mayoría de los profesores han incorporado las herramientas de cómputo en los cursos de las asignaturas que imparten, ya sea utilizando presentaciones, paquetería especializada y en muy pocos casos programando. Las herramientas de computación se pueden utilizar de forma óptima por alumnos y profesores, durante las clases o en actividades fuera del aula, cuando se conocen los alcances y limitaciones, cuando se tienen disponibles en el lugar de trabajo la infraestructura, programas, imágenes, gráficas, tablas y una variedad de referencias; para los grupos y equipos de trabajo es una fortaleza el disponer del software y hardware, ya que juegan un papel muy importante en la programación, interpretación, modelado y caracterización de yacimientos petroleros, mineros, acuíferos, o bien en el procesado de secciones sísmicas, registros geofísicos de pozos o sondeos eléctricos verticales.

Desafortunadamente, dos males han crecido sustancialmente a la par: el desuso y el abuso de la computación. El primero es una consecuencia de que los profesores no están interesados en utilizar estas herramientas, no están actualizados, no se conocen las ventajas y desventajas, o bien no se tiene la infraestructura y los programas adecuados; también se puede deber a que existe el paradigma de que la computación no es una herramienta útil en las distintas actividades del proceso enseñanza-aprendizaje.

El abuso, por otro lado, también ha aumentado al considerar que las computadoras y programas son indispensables e insustituibles, al querer realizar todas o la mayoría de las actividades de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de esta herramienta; o bien, cuando únicamente se toma como base lo que hay disponible en las páginas de internet o en las fuentes bibliográficas en formato electrónico.

Como profesores de las carreras de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, debemos estar concientes de la importancia que tiene el utilizar o dejar de utilizar el software y el hardware adecuado en la formación profesional integral de los futuros ingenieros geólogos, geofísicos, petroleros y mineros.

S4-14 CARTEL

SISTEMA WEB "MES" (MAGMATIC EVOLUTION SYSTEM)

Ruiz Salinas Silvestre, Villa García Luis Alberto y Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
sruiz@geofisica.unam.mx

Magmatic Evolution System (MES) es una aplicación Web que permite realizar cálculos matemáticos para estimar cual o cuales de los diferentes procesos de evolución de un magma interfirieron para

dar origen a una serie de rocas volcánicas. Los principales procesos de evolución magmática que aquí se consideran son Cristalización Fraccionada (CF), Asimilación mas Cristalización Fraccionada (ACF) y Mezcla de Magmas (MM). Las formulas matemáticas para cuantificar cada uno de estos procesos son las propuestas por Spear (1982) para Cristalización Fraccionada, DePaolo y Powell (1984) para el calculo de Asimilación más Cristalización Fraccionada y para Mezcla de Magmas se utilizo la formula de mezcla simple ().

MES puede ser utilizado como material didáctico y como una herramienta para auxiliar a investigadores y estudiantes en Ciencias de la Tierra. Su objetivo es el de facilitar el estudio de una serie de rocas volcánicas e identificar los o el proceso predominante durante la evolución del magma que les dio origen.

MES utiliza la composición química de roca total y de sus principales fases minerales y aplica modelos matemáticos para determinar el proceso de evolución o combinación de ellos que le dio origen.

MES puede ser utilizado por medio de internet y proporciona resultados en forma numérica y gráfica de forma inmediata.

S4-15 CARTEL

EL CRONOESCALÍMETRO, UN DISPOSITIVO DE APOYO A LA DOCENCIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Nieto Obregón Jorge¹ y Farraz Montes Isaac Abimelec²

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

² Instituto de Geofísica, UNAM
nieto@servidor.unam.mx

El concepto de tiempo puede a veces, resultar difícil de transmitir a estudiantes de los primeros semestres de las carreras de ciencias de la tierra, dado que distintos procesos geológicos o cósmicos, comprenden intervalos de duración de muy diferentes escalas. Por ejemplo la duración de tiempo que se requiere para formar un estratovolcán, comparada con la duración de la sedimentación, compactación, deformación y exhumación de una secuencia de una cuenca sedimentaria ofrece un buen ejemplo de las distintas escalas de tiempo que ocupan a los profesionales de las Ciencias de la Tierra. Un problema similar se advierte cuando se trata de transmitir este concepto al público en general o a estudiantes de educación preuniversitaria. Se presenta aquí un dispositivo circular que permite comparar cualquier escala de tiempo con un intervalo de 24 horas. El diseño de este dispositivo presenta un arreglo en sentido contrario al de las manecillas del reloj para enfatizar la manera en que se mide el tiempo geológico, i.e. hacia el pasado. La edad de la Tierra, y sus eones puede representarse fácilmente, lo mismo que la evolución de la corteza continental y oceánica con la ayuda de un mapa tectónico.

Se incluyen ejemplos de diferentes escalas de tiempo: del Proterozoico al presente, del Mesozoico, del Cenozoico, del Plioceno al presente, de los últimos 100,000 años, y en contraste muy grande de la edad del universo y de los últimos 10,000 Ma.

La aplicación más relevante de esta herramienta didáctica es cuando se usa en conjunto con mapas y secciones geológicas, o fotografías e imágenes que incluyan procesos generados en intervalos de tiempo de larga duración. Por ejemplo la historia de secuencias deformadas, cubiertas por otras más jóvenes en discordancia.

El diseño se genera fácilmente como gráfica de una hoja de cálculo, y se puede adaptar al intervalo elegido por el usuario. La duración de los eventos analizados se coloca en diferentes columnas, y se elige la opción de gráficos de anillos. Posteriormente para la ornamentación se eligen colores para los intervalos de interés dejando el resto en blanco. Otras opciones son también posibles dependiendo del interés del usuario.

S4-16 CARTEL

EL GONIÓMETRO ESTRUCTURAL: UN DISPOSITIVO PRÁCTICO Y DIDÁCTICO

Nieto Obregón Jorge, Silva Romo Gilberto y Mendoza Rosales Claudia Cristina
 Facultad de Ingeniería, UNAM
 nieto@servidor.unam.mx

El goniómetro estructural es un dispositivo que se puede utilizar para medir el ángulo de pitch, y como inclinómetro en un Báculo de Jacob. Consiste de un transportador semicircular de 180 grados con 2 escalas, una de ellas en sentido horario y la otra en sentido contrario; con un nivel transversal montado en un brazo articulado cuyo eje corresponde con el centro del transportador.

El ángulo de pitch se mide alineando el borde del goniómetro con el rasgo lineal por caracterizar (estrías, lineación mineral, marcas de corriente, troncos, etc.), girando entonces el brazo articulado hasta que el nivel quede horizontal, en ese momento se realiza la lectura en la escala correspondiente del goniómetro.

En el otro caso, para la medición de espesores en sucesiones inclinadas, el Goniómetro se monta paralelo al segmento corto del Báculo de Jacob. El echado medido en campo se fija en el dispositivo girando el brazo móvil y se procede a hacer las mediciones en la forma normal de uso del báculo.

El goniómetro simplifica la medición de valores angulares, aumentando la precisión de los datos registrados en el campo. La transformación del pitch (ángulo medido sobre la superficie de un plano) a líneas caracterizadas por su dirección e inclinación (plunge) se obtiene de manera inmediata en la red estereográfica o con subrutinas en hojas de cálculo o calculadoras de bolsillo.

S4-17 CARTEL

LOS MODELOS FÍSICOS EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA: EL CASO DEL ECHADO APARENTE

Yussim Guarneros Sergio¹, Arellano Gil Javier² y Navarro Sánchez Urenia²

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

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
 yussim@servidor.unam.mx

Los modelos físicos tienen como finalidad auxiliar tanto a los alumnos, como a los docentes, en la visualización y demostración de los conceptos que por sus características intrínsecas –escala, disposición geométrica, abstracción– es difícil exponerlos. El material que se propone fue diseñado como un proyecto escolar de la de asignatura de Geología Estructural, para explicar el concepto del echado aparente; consiste de un plano inclinado dentro de un prisma rectangular de acrílico, donde se puede graduar la inclinación del plano desde la horizontal hasta la vertical, por medio de una escala

grabada en cada costado del prisma. Al variar la inclinación del plano se permite trazar una dirección cualquiera sobre éste, de tal forma que se pueden medir varios parámetros como son: el echado, el echado aparente, el ángulo de deflexión, el cabeceo y la inmersión.

Los modelos físicos permiten explicar los conceptos a los que se ha hecho mención, mostrando físicamente la posición y el sentido de cada elemento. La pregunta que surge es ¿cuándo y cómo se debe utilizar? Este modelo puede utilizarse a continuación de las definiciones y puede emplearse como complemento de los ejercicios de una serie, en donde los problemas pueden resolverse por el método trigonométrico y corroborarse con este modelo.

Por otro lado, para presentar el análisis que se realiza del echado aparente con la Red Estereográfica se tienen que ligar ambas representaciones, por lo que cabe considerar que el resultado será muy provechoso si se presenta la similitud de ambos modelos. Para esto, lo mejor es presentar los dos modelos de manera simultánea y mostrar físicamente la relación entre el modelo del plano inclinado y la Red Estereográfica.

S4-18 CARTEL

ANÁLISIS DINÁMICO DE FALLAS CON UNA RED DE WULFF EN VOLUMEN

Silva Romo Gilberto, Castro Flores Adán, Rojo Contreras Arturo y Mendoza Rosales Claudia Cristina
 División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
 silvarg@servidor.unam.mx

La Red o Nomograma de Wulff, aplicada en la Geología Estructural es visualizada como una proyección en el horizonte de la intersección con el hemisferio inferior de una esfera de planos y conos; estos elementos tienen como lugar geométrico común el centro de la esfera y comparten rumbos y ejes horizontales con una dirección norte-sur.

En virtud de su carácter conforme, la Red de Wulff permite el cálculo gráfico de las relaciones angulares entre elementos geométricos (rectas y planos), con una posición determinada en el espacio. Entre otras aplicaciones, permite obtener una solución gráfica para las direcciones principales del elipsoide esfuerzo.

Es común que el reconocimiento de la dirección y sentido del desplazamiento en fallas conjugadas resulta difícil de visualizar por parte de la mayoría de los estudiantes, cuando realizan un análisis dinámico en sus cursos de Geología Estructural, sobre todo cuando han obtenido las direcciones principales del elipsoide asociado a un par de fallas conjugadas o a un sistema de fallas, con base en alguna rutina de cálculo en "Software".

Con el fin de favorecer la comprensión del desplazamiento de un sistema de fallas conjugadas, diseñamos un dispositivo que reproduce en tres dimensiones los elementos por asociar en el análisis: a) Un plano de falla (inclinado 45°); b) Su intersección en el hemisferio inferior; c) Su proyección estereográfica. d) La Red estereográfica con un intervalo de 5°; e) Las trazas en la semiesfera, de los planos y de los conos implícitos en una Red con intervalo de 5°.

Con estos elementos se pueden ubicar en la Red:

1. La proyección estereográfica de las rectas correspondientes a las direcciones principales del elipsoide, al mismo tiempo que se puede indicar la intersección en el hemisferio inferior de tales rectas.

2. Identificar el lugar geométrico de la recta correspondiente a la estría teórica asociada y su proyección estereográfica en la traza ciclográfica o círculo mayor correspondiente a la falla ilustrada.

El dispositivo ilustra el desplazamiento correspondiente al arreglo de los ejes del elipsoide, cuando se empuja hacia el centro de la esfera, al bloque que aloja la intersección de la recta del eje mayor con la semiesfera, el empuje hacia el centro se aplicará precisamente en el punto marcado en la semiesfera como el eje mayor, con lo cual se podrá reconocer el tipo de falla ya sea normal o inversa y el sentido derecho o izquierdo de la falla de rumbo o de la componente lateral resultante.

La semiesfera construida en unicel facilita señalar con chinchetas las intersecciones de las rectas ilustradas y sus proyecciones estereográficas. El recubrimiento con acetato de las superficies de falla, permite dibujar directamente las estrías de falla para mejorar la comprensión de las relaciones geométricas involucradas en el modelo.

S4-19 CARTEL

MAPAS GEOLÓGICOS Y PERCEPCIÓN TRIDIMENSIONAL

Mendoza Rosales Claudia Cristina, Castro Flores Adán, Rojo Contreras Arturo y Silva Romo Gilberto
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
claus@servidor.unam.mx

La percepción volumétrica a partir de mapas geológicos es una etapa indispensable en la correcta interpretación de las relaciones espaciales y temporales entre las unidades geológicas representadas en los mapas.

Frecuentemente los estudiantes de Geología tienen problemas para caracterizar, mediante los parámetros rumbo y echado, la posición de unidades tabulares con base en su representación cartográfica en los mapas geológicos con trama topográfica. Ya que no han desarrollado a plenitud la percepción tridimensional de las superficies involucradas en la cuestión: a) El relieve del terreno expresado por curvas de nivel, y b) La geometría de las superficies limítrofes entre las unidades geológicas, a partir de la traza de su intersección con el relieve. Esta percepción sucesiva o simultánea de las dos superficies, topográfica y estructural, se ve favorecida cuando se presenta al estudiantes: 1. El mapa de una estructura geológica, con planta y sección geológica. 2. La configuración del terreno en un modelo tridimensional con láminas de acrílico sobrepuestas espaciadas la distancia correspondiente al intervalo de configuración de la trama topográfica del mapa, cada una con el trazo de la curva de nivel que le corresponde. 3. Una maqueta del relieve con los patrones de afloramiento matizados convenientemente para lograr un aspecto atractivo.

El caso que se presenta como ejemplo corresponde a una estructura anticlinal. La maqueta fue elaborada con el núcleo de unicel, recubierto por vendas enyesadas y matizada con arenas y gravas pigmentadas con tinta para madera. El material granular teñido fue aplicado con resina acrílica y finalmente fue barnizada con dos capas de resina, para su mejor conservación. De tal forma se puede

utilizar para ejemplificar la caracterización estructural de sus elementos con brújula y para comprobar así los valores calculados a partir del mapa geológico.

Con estos modelos se pueden representar entre otros conceptos echados aparentes, erosión, patrones de afloramiento, estructuras geológicas, etc.

S4-20 CARTEL

MODELO DE CHIMENEAS NEGRAS (BLACK SMOKER), MAQUETA Y REPRESENTACIÓN DE ACTIVIDAD, UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Torres López Mayra, López Becerril Jorge y Cruz Ocampo Juan Carlos
Facultad de Ingeniería, UNAM
mayra_geo@yahoo.com.mx

En las últimas décadas, se han enfocado esfuerzos por parte de los científicos a la exploración de los océanos, por ser un área que abarca la mayor parte de la superficie terrestre y ser un inmenso potencial de recursos para los seres humanos, dentro de estas exploraciones los científicos han encontrado manifestaciones hidrotermales en el suelo oceánico, a las cuales se les asigno el nombre de Chimeneas Negras (Black Smoker), por ser ventilas o emanaciones de fluidos ricos en sulfuros que contienen metales de interés económico como Cu, Zn, Au, etc. y sulfatos como precipitados minerales, en un ambiente hostil de extrema presión y temperaturas de 10°C a 400°C o mayores, en donde a esas condiciones de profundidad y carencia de luz solar, se tiene una abundancia de organismos que realizan quimiosíntesis para su desarrollo.

El objetivo del trabajo fue el de generar un modelo de las Chimeneas Negras, a escala para representar los procesos geoquímicos (termodinámicos, físicos, químicos, etc.), que se desarrollan o manifiestan en Chimeneas Negras, además de generar un material que sirva en la enseñanza y que pueda dirigirse a estudiantes de Ciencias de la Tierra y publico en general.

Se decidió seleccionar a las Chimeneas Negras, por considerarlo un sistema dinámico e interesante en donde se visualiza la influencia de los procesos termodinámicos (presión, temperatura y componentes químicos) determinantes en la geoquímica, por lo cual resulta un fenómeno natural dentro de la geología.

La realización del modelo, se llevó a cabo mediante trabajo de investigación acerca del tema, para conocer los tipos de Chimeneas negras, clasificaciones, y procesos termodinámicos involucrados, morfología, mineralogía, ocurrencia, ambiente tectónico y su importancia económica, etc.. Posteriormente se analizó que procesos se podrían reproducir en el modelo, significativos en una manifestación de las ventilas o chimeneas negras, lo anterior nos ayudo a comprender detalladamente los procesos involucrados.

El diseño del modelo corresponde al de Chimeneas Negras, el cual se ha manufacturado con los siguientes materiales (vidrio, acrílico, aluminio, polvo de mármol, pedaceraía de cuarzo, tubo de vidrio soplado, plastilina epóxica, cera líquida, petróleo, silicón, y pintura de acrílico).

Finalmente se ha logrado tener un modelo inicial, susceptible a cambios y mejoras, el cual consideramos una buena herramienta didáctica y de difusión de Ciencias de la Tierra.

S4-21 CARTEL

MODELO DE UN GÉISER (MAQUETA) Y ACTIVIDAD, HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Correa Olan Juan Carlos, Cruz Ocampo Juan Carlos, Bañuelos Soberanis Francisco, Chuc Velasco Bertha Iris, Esquivel Olmos Amaya Jimena, Juárez Hilarios Elidee, López Becerril Jorge, Nieto Serrano José Omar, Nuñez Regalado Juan Carlos, Paredes Alaniz Iliana, Rosas Becerril Erevan Javier, Torres López Mayra y Guevara Espinoza Vladimir
Facultad de Ingeniería, UNAM
jcorreaolan@hotmail.com

Actualmente uno de los problemas a los que se enfrenta el ser humano, es a la generación y abastecimiento de energía, una fuente de energía corresponde a la geotermia, en nuestro país contamos con sitios donde se aprovecha este calor emanado del subsuelo a la superficie, en algunos sitios a nivel mundial como en Nueva Zelanda se tienen manifestaciones "Géiser" (Surgencia de agua caliente, vapor acuosos y gas sulfuroso que brota del suelo intermitentemente, bajo fuertes presiones), los cuales son un espectáculo natural asombroso y nos permiten apreciar parte de la dinámica de la Tierra.

Los objetivos son:

El trabajo se concibió como un proyecto final de grupo para la clase de geoquímica, con el fin visualizar y representar procesos geoquímicos (termodinámicos, físicos, químicos), que ocurren en un géiser, además de generar un material que sirva en la enseñanza y que pueda dirigirse a estudiantes de Ciencias de la Tierra y publico en general.

Se decidió seleccionar un Géiser, por considerarlo un sistema dinámico e interesante en donde se visualiza la influencia de los procesos termodinámicos (presión, temperatura y componentes) determinantes en la geoquímica, por lo cual resulta un fenómeno natural dentro de la geología.

En la realización del modelo, se llevo a cabo trabajo de investigación acerca del tema, para conocer los tipos de géiseres, clasificaciones de estos, procesos termodinámicos involucrados, morfología, mineralogía, ocurrencia, ambiente tectónico y su importancia económica, etc.. Posteriormente se analizó que procesos se podrían reproducir a escala, que fueran significativos en una manifestación de géiser y en donde se tuviera una idea clara de qué componentes tiene un géiser y como evoluciona; lo anterior nos ayudo a comprender detalladamente los procesos involucrados.

El diseño del modelo corresponde al de un Géiser, el cual se ha manufacturado con los siguientes materiales (acrílico, madera, espuma poliuretano, pegamento, tornillos, mangueras, pintura, bombas de agua, aluminio, transmisores de energía eléctrica, etc.).

Finalmente se ha logrado tener un modelo, el cual es susceptible de modificaciones, sin embargo la respuesta de compañeros y profesores ha sido alentadora y se trabaja en la mejora del modelo inicial, el cual se considera será una buena herramienta didáctica y de difusión de Ciencias de la Tierra.

S4-22 CARTEL

MODELO DE UN VOLCÁN (MAQUETA) Y SUS PROCESOS DE ERUPCIÓN, HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Cuapio Pérez Cesar Augusto, Varela González Gabriela, Best Martínez Erika, Luna Romero María Dolores, Flores Domínguez Arturo, Landa Arreguín Jorge Federico, Jiménez Velasquez Leonardo, Morales Martínez Noe y Cruz Ocampo Juan Carlos
Facultad de Ingeniería, UNAM
augustocuapio@aol.com

Desde los inicios de la dinámica de la Tierra así como para los primeros seres humanos que habitaron el planeta, los volcanes han sido sorprendentes y esenciales en el desarrollo de sus actividades, vivimos en un país con actividad volcánica, la morfología generada por tal actividad se ha ligado a nuestra historia y costumbres. Sabemos que un volcán es un conducto natural de la corteza terrestre por el cual ascienden magmas y gases que, expulsados por una abertura superficial, forman un relieve característico.

Los objetivos son:

El trabajo se concibió como un proyecto final de grupo para la clase de geoquímica, con el fin visualizar y representar procesos geoquímicos (termodinámicos, físicos, químicos), que ocurren en un volcán, además de generar un material que sirva en la enseñanza y que pueda dirigirse a estudiantes de Ciencias de la Tierra y publico en general.

El seleccionar un volcán para llevarlo a un modelo físico, es el resultado del consenso del grupo (alumnos) quienes hemos decidido que es lo más representativo de nuestro entorno, teniendo como ejemplo el Popocatepetl, Iztaccihuatl, Nevado de Toluca y al Pico de Orizaba entre otros.

En la realización del modelo, se llevo a cabo trabajo de investigación acerca del tema, para conocer los tipos de erupciones, clasificaciones de estos, procesos termodinámicos involucrados, morfología, mineralogía, ocurrencia, ambiente tectónico, tipos de magmas, diferenciación magmática, cristalización fraccionadas y su importancia económica etc. Posteriormente se analizó, que procesos se podían reproducir a escala, que fueran significativos en una erupción volcánica y en donde se tuviera una idea clara de qué componentes tiene un volcán y como evoluciona; lo anterior nos ayudo a comprender detalladamente los procesos involucrados.

El diseño del modelo corresponde al de un estratovolcan, el cual se ha manufacturado con los siguientes materiales (acrílico, madera, espuma epóxica, pegamento, tornillos, dicromato de amonio, mangueras, hidrogel, pintura, bombas de agua y aire, aluminio, etc.).

Finalmente debido a la aceptación, críticas y múltiples recomendaciones al proyecto original, decidimos modificar el modelo inicial hasta llegar al actual que consideramos más completo, automatizado y didáctico; por lo tanto la IV RNCT será un foro ideal para la exposición y difusión del proyecto como una herramienta de orientación vocacional y divulgación de Ciencias de la Tierra al público en general.

S4-23 CARTEL

VIDEO "MANUFACTURA DE SECCIÓN DELGADA Y OBTENCIÓN DE SUS PROPIEDADES ÓPTICAS EN MICROSCOPIO PETROGRÁFICO", HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA EN CIENCIAS DE LA TIERRA.

Hernández Pineda Guillermo Armando, Cruz Ocampo Juan Carlos, Murillo Banda Erick Alejandro, Rodríguez Díaz Augusto Antonio, Santillán Reyes Pedro Enrique, Villalpando Álvarez Alicia, Ortiz Montejo Enoch y Díaz Bravo Beatriz Adriana
Facultad de Ingeniería, UNAM
el_memon@hotmail.com

La Tierra es una parte muy pequeña de un vasto universo de elementos, minerales y rocas, que proporcionan los recursos que sostienen a nuestra sociedad y los ingredientes necesarios para mantener la vida, debido a esto se ha desarrollado una ciencia llamada Geología que se encarga de estudiar y aprovechar estos elementos. Para ello se vale de una de sus disciplinas llamada petrografía, la cual se encarga del conocimiento de los materiales pétreos. La realización de una sección y/o lámina delgada de mineral o roca es la materia prima para la aplicación del estudio petrográfico.

El objetivo de este trabajo, fue el elaborar un video titulado "Manufactura de sección delgada y obtención de sus propiedades ópticas en microscopio petrográfico", que pretende introducir al alumno en la mineralogía óptica a través de la realización y estudio de una lámina delgada. Es un material didáctico visual que sirve como apoyo académico.

El desarrollo y elaboración de este proyecto, forma parte de la materia Mineralogía Óptica y Técnicas Determinativas, y comprende desde que se realiza una sección delgada hasta la descripción e identificación de los minerales que conforman a la muestra, con base en las propiedades ópticas de cada uno, texturas presentes, etc.

Se ha elegido a una roca ígnea (granito), por contener gran parte de los minerales formadores de roca, los cuales son cristales con propiedades distinguibles entre sí (color, forma, tamaño, etc.), lo que facilita la identificación de éstos al microscopio petrográfico, así también por su textura y fácil clasificación.

El video abarca de manera general los siguientes aspectos:

Preparación de una lámina delgada a través del corte de una roca, conocido como "galleta", continuando con la abrasión de una de sus caras, posteriormente asentándola a un portaobjetos por medio de una resina. Una vez sujeta firmemente se pule hasta el espesor deseado (30-50 mm), ésta se cubre con bálsamo de Canadá y un cubreobjetos; por último se examina al microscopio petrográfico.

Mediante el microscopio petrográfico se analiza el comportamiento isotrópico y anisotrópico de las estructuras cristalinas de los minerales, se hace uso de la iluminación conosópica y ortoscópica para obtener sus propiedades ópticas, como son: Color, relieve, crucero, forma, pleocroísmo, birrefringencia, extinción, elongación, figura de interferencia, signo óptico, ángulo 2V, observaciones de relación textural, alteraciones, entre otras, con la finalidad de identificar las distintas fases minerales de la muestra. Finalmente se cuantifica porcentualmente el contenido de los minerales para poder clasificar el tipo de roca a que corresponde.

A pesar de las limitantes en el equipo para la elaboración de este trabajo se ha realizado un video que contribuye con el aprendizaje del estudiante, siendo un material gráfico informativo fácil de utilizar y comprender.

S4-24 CARTEL

MICROSCOPIO PETROGRÁFICO VIRTUAL: "UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MINERALOGÍA ÓPTICA"

Cabrera Ramírez Mayumy Amparo, Cruz Ocampo Juan Carlos, Arcos Hernández José Luis, Victoria Morales Alfredo y Fernández Herrera Abisai
Facultad de Ingeniería, UNAM
mayari77@yahoo.com.mx

La identificación y caracterización de minerales y rocas ha sido una necesidad, a lo largo de la vida del hombre desde el periodo paleolítico hasta nuestros días, actualmente una técnica esencial para este fin ha sido la utilización del microscopio petrográfico.

El objetivo es el de tener una herramienta visual de apoyo en la obtención de propiedades ópticas e identificación mineral en sección delgada, con la utilización de microscopía petrográfica, analizador de imágenes y software comerciales.

Herramienta básica en la impartición de cursos como Mineralogía Óptica y Técnicas Determinativas, y soporte de la petrografía general empleada en las siguientes asignaturas: Petrología General, Petrología Metamórfica, Petrología Sedimentaria y Petrología Ígnea. En estas materias se inicia con temas nuevos para el alumno, relacionados con propiedades ópticas de los minerales, basadas en aspectos físicos y químicos (cristalofísica y cristalología), y comportamiento de la luz a través de los minerales. Estos temas, así como la realización y obtención de las propiedades ópticas, requieren de considerable tiempo en el laboratorio (utilización de microscopio) y en el aula (teoría), en ocasiones representan para el alumno temas complejos que no son asimilados de inmediato y la asesoría en laboratorio para los alumnos es indispensable y dependiendo del número de alumnos, en ocasiones no es la apropiada por parte del profesor. Por tal motivo en ocasiones se convierte en un reto para enseñar la técnica, que será indispensable y base en el desarrollo favorable de materias posteriores.

Por tal motivo se ha generado un material visual, al que se le ha denominado Microscopio Virtual, el cual consiste de un material tutorial, el cual se puede utilizar para clase de teoría en donde se muestran las propiedades ópticas de los principales grupos minerales formadores de roca, bajo el microscopio petrográfico, el cual se obtiene mediante la utilización de un analizador de imágenes (Axiovisión Carl Zeiss, software adaptado a un microscopio petrográfico) y el procesamiento de imágenes, así como la aplicación de software comercial para aplicaciones visuales, para hacer un material interactivo, disponible a profesores y alumnos.

En resumen se concluye que es un material visual que impacta positivamente al alumno y lo conduce a la comprensión de estos temas, también lo incentiva a utilizar este material con el apoyo de una computadora en escuela o casa, estando disponible (CD, WEB), pueden utilizarlo para estudiar y como material de trabajo en el mismo laboratorio. Al profesor le sirve como monitor de discusión, en donde todos pueden apreciar los detalles y discutirlo, sin necesidad de repetir esto con cada alumno y es un apoyo para sus clases teóricas.

S4-25 CARTEL

MANUAL DE LABORATORIO PARA LA UTILIZACIÓN DE MICROSCOPIO PETROGRÁFICO Y OBTENCIÓN DE PROPIEDADES ÓPTICAS: HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MINERALOGÍA ÓPTICA

Fragoso Rosales Mayra, Dolores Inez Yolanda, Luna Romero María Dolores, Mareles Sandoval Juan Miguel, Mejía Jiménez Moisés, Chávez González Octavio, Navarro Sánchez Urenia, Peña Gaspar Carlos, Pérez Bustamante Julio Cesar, Salazar Juárez Josué, Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano, Boni Noguez Félix y Cruz Ocampo Juan Carlos
Facultad de Ingeniería, UNAM
petyla02@hotmail.com

La necesidad del alumno en su primer contacto al determinar las propiedades y características ópticas de los minerales, en ocasiones resulta un área del conocimiento árida, por la utilización de equipos y conceptos nuevos como microscopio petrográfico, refractómetro, polariscopio, etc., por tal motivo consideramos como una opción de apoyo al alumno, un manual que sirva de introducción al tema y lo guíe en el desarrollo de la petrografía.

El objetivo fue generar un manual de petrografía básica para laboratorio y así facilitar el aprendizaje del alumno en la obtención de propiedades ópticas e identificación de minerales en sección delgada, con la utilización de un microscopio petrográfico.

El manual será una herramienta básica para la materia de Mineralogía Óptica y Técnicas Determinativas y materias subsecuentes de petrografía aplicada, el cual podrá ser utilizado como guía del estudiante, detallando la construcción del microscopio, partes que lo componen y aditamentos, así como cada una de las propiedades con luz ortoscópica y conoscopica (color, crucero, forma, relieve, birrefringencia, extinción, elongación, figura de interferencia, signo óptico, ángulo 2V), que se tienen que determinar e identificar del mineral en estudio y observaciones especiales.

Concluimos mencionando que el manual de laboratorio, es atractivo para el alumno por ser conciso y breve, el cual ha tenido un impacto positivo en los alumnos que lo han visto y pensamos que será de gran apoyo a los alumnos que inicien en la utilización de la técnica de petrografía, no importando el nivel en que se encuentren (licenciatura o posgrado).

S4-26 CARTEL

DETERMINACIÓN DE PORCENTAJES DE CONTENIDOS MINERALÓGICOS EN MUESTRAS DE ROCA DE MANERA AUTOMATIZADA MEDIANTE EL USO DE UN ANALIZADOR DE IMÁGENES

Arcos Hernández José Luis, Cruz Ocampo Juan Carlos, Cabrera Ramirez Mayumy Amparo y Victoria Morales Alfredo
Facultad de Ingeniería, UNAM
jlarcos@hotmail.com

Una de las primeras tareas con las que un estudiante de Ciencias de la Tierra tiene que familiarizarse, es la de clasificar una roca, ya sea en muestra de mano o en lámina delgada, mediante la identificación de las fases mineralógicas presentes de forma cualitativa. Para obtener cuantitativamente el contenido mineralógico, se ha pasado desde estimaciones visuales (Terry y Chiling, 1972*) hasta contadores de

puntos manuales y automatizados adaptados al microscopio petrográfico, siendo la primera técnica válida solo bajo un ojo experimentado.

Los contadores de puntos son métodos que consumen mucho tiempo, comparado con el que se requiere al utilizar analizadores de imágenes.

En el presente trabajo se plantea la posibilidad de utilizar un analizador de imágenes como ayuda para familiarizar a los estudiantes con la determinación de porcentajes de contenido mineral mediante estimaciones visuales en muestras de mano y también para los porcentajes obtenidos en láminas delgadas.

Los requerimientos son obtener una imagen digitalizada de la muestra de mano, que se puede obtener con una cámara digital, o en el caso de láminas delgadas de una fotografía obtenida mediante una cámara acoplada al microscopio petrográfico. Una vez que se tiene la imagen digital se procesa en el analizador de imágenes de tal manera que se definen los planos binarios o bitplanos (transformaciones con asignación de pseudo color), los cuales corresponden a las diferentes fases mineralógicas presentes a definir, el software proporciona el área relativa de cada fase en función de un área de referencia. Estas áreas son presentadas en porcentajes, con los cuales se puede acudir a las tablas y poder clasificar la muestra en cuestión.

En resumen, se presenta la aplicación de nuevas tecnologías para resolver un problema que en la Petrología siempre ha consumido tiempo y además requiere de un ojo experimentado. Además el tiempo para lograr la habilidad de hacer este tipo de estimaciones cuantitativas se reduce a segundos con rutinas establecidas, porque el estudiante puede comprobar de inmediato si sus respuestas son aproximadas o muy alejadas de la respuesta correcta.

S4-27 CARTEL

EXCELMODFLOW, UN JUEGO DE HOJAS DE CALCULO PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS PRINCIPALES EN UNA MODELACIÓN HIDRÁULICA CON EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS

Wurl Jobst
UABCS
jwurl@uabcs.mx

Se desarrolló un paquete de siete hojas de calculo nombrado EXCELMODFLOW para la enseñanza de la modelación hidráulica con el programa Modflow del USGS. El propósito fundamental de este juego de hojas de calculo en Excel es proporcionar a los alumnos de nivel licenciatura los conocimientos esenciales para la realización de los primeros modelos de simulación de flujo en medios porosos saturados. Las hojas de cálculo representan una introducción a los conceptos principales e incluyen los primeros paso en una modelación hidráulica con el método de diferencias finitas antes de usar el modelo MODFLOW. El instructivo contiene los términos técnicos en español e ingles para facilitar el aprendizaje de los términos ingleses necesarios para el uso del programa MODFLOW. En su diseño usa los mismos colores indicadores (p.e. para pozos el rojo) como el pre- y postprocesador "Processing Modflow 5" que se utiliza después como herramienta para realizar la modelación en MODFLOW.

S4-28 CARTEL

PROGRAMACIÓN MULTIMEDIA Y LENGUAJES DE INTERNET EN INFORMES GEOLÓGICOS INTERACTIVOS

Ruiz Violante Agustín
Instituto Mexicano del Petróleo
aruizv@imp.mx

Como puede constatar, esta manera de presentar los informes o de elaborar presentaciones y cursos, utiliza tanto programación multimedia como los diferentes lenguajes utilizados en internet, tales como html, java, JavaScript, etc. Quien los consulta puede navegar en ellos como si estuviera en la www, interactuar con los archivos digitales, es decir puede modificarlos, y además puede obtener los documentos impresos o en sus diferentes formatos digitales.

Esta forma de elaborar informes y presentaciones permite visualizarlos en cualquier PC que tenga un programa navegador para INTERNET, y los hace atractivos, interactivos, intuitivos y amigables con el usuario. La información puede ser colocada en un CD autoarrancable.

S4-29 CARTEL

FORMACIÓN POSGRADUADA EN GEOCIENCIAS EN LA CUJAE, CUBA. BREVE HISTORIA, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Valcarce Ortega Rosa Maria, Miró Pagés Guillermo, Rodríguez Pérez José y González Caraballo Ramón
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba
rosy@tesla.cujae.edu.cu

En el Departamento de Geociencias del Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (Cujae) de Cuba, se ha trabajado en la formación de profesionales y cuadros en la rama de las geociencias durante casi 40 años. El inicio lo fue, en la década del 60 del siglo pasado, a través de la impartición de la carrera de Geofísica Aplicada a partir de la urgente necesidad de estudiar las características geólogo-geofísicas del territorio nacional como una premisa importante para el desarrollo económico del país.

En el trabajo, se aborda el estado actual de esta actividad y sus perspectivas futuras, exponiéndose las direcciones principales de trabajo para la superación postgraduada de los especialistas de las geociencias mediante cursos, diplomados, especialidades, maestrías, y doctorados. Se abordan también los requisitos académicos de ingreso y egreso que deben cumplir los aspirantes a cursar algunas de las actividades de posgrado citadas.

Se destaca que las líneas de investigación y posgrado actuales del Departamento se dirigen no solo a los trabajos de planeación, exploración y explotación de los recursos naturales, sino también, y de manera muy especial, a la evaluación del impacto ambiental que estas actividades provocan, o sea, al estudio y protección del medio ambiente físico.

En el trabajo se expone también la necesidad de enfrentar el desafío que representa la globalización económica, tecnológica y cultural en la etapa actual del desarrollo de la sociedad. Se expone la experiencia del Departamento en este necesario proceso de integración e internacionalización y las posibilidades de desarrollar intercambios académicos, intercambios estudiantiles, programas de posgrado y proyectos conjuntos de investigación. Se destaca que no

es este un proceso exento de limitaciones que se acentúan aún más en el contexto del hemisferio sur, pero es un imperativo impostergable enfrentar y desafiar las mismas, para contribuir a la formación de personal altamente calificado y a la solución de problemas regionales comunes en áreas prioritarias del desarrollo económico y social de nuestros pueblos.

S4-30 CARTEL

EL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA DEL CICESE

Wong Ortega Victor Manuel
CICESE
vwong@cicese.mx

El programa de posgrado en Ciencias de la Tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) es interdisciplinario por su naturaleza científica y por su organización dentro del CICESE. Los departamentos de Sismología, Geofísica Aplicada y Geología se suman para ofrecer un proyecto educativo en los niveles de MAESTRÍA y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA. Nuestros programas están diseñados pensando en aquellas personas interesadas en complementar una carrera profesional para integrarse al sector productivo y en quienes desean iniciar una carrera académica dedicada a la investigación científica.

La reconstrucción histórica de procesos geológicos, el estudio de la composición y estructura interna del planeta, el diseño y construcción de nuevos instrumentos, así como la formulación matemática de modelos y de procesos físicos, son algunas de las tareas que investigadores y estudiantes hacen en conjunto. Los trabajos de investigación que se llevan a cabo en la División resuelven tanto problemas científicos básicos, como de riesgos naturales planteados por el crecimiento de la sociedad en zonas urbanas, así como de exploración de recursos naturales planteados por las necesidades de la industria.

Una de las razones que atrapa la atención de nuestros investigadores y estudiantes es la fascinante historia geológica de la región. Baja California es un laboratorio tectónico natural, único en el mundo, donde se pueden estudiar directamente procesos geológicos y sísmicos asociados a la extensión activa en el Golfo de California. Por su parte, el clima mediterráneo seco de la Península ofrece retos para quienes se interesan en la exploración y el uso sustentable del agua subterránea. Baja California alberga el campo geotérmico más grande de Latinoamérica y posee recursos mineros y petroleros aún no explotados, Baja California es todavía "terra incógnita" para geólogos y geofísicos.

S4-31 CARTEL

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS-GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Meza Figueroa Diana
Universidad de Sonora
dmeza@geologia.uson.mx

El Programa de Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora, ha producido, desde su creación en 1990, maestros en ciencias con alta preparación científica, capacitados para competir, con muy buen éxito en la industria minera, en la investigación y en la docencia. Los egresados se desempeñan laboralmente tanto en

investigación como en la industria, principalmente minera, aunque en los últimos años varios egresados se han colocado en instituciones o empresas relacionadas con el manejo del recurso agua. A mediados del 2003 se aprobó una adecuación al plan de estudios que permitiría una mayor flexibilidad curricular, con un componente mayor hacia el desarrollo del proyecto científico del estudiante. El promedio para la terminación de estudios es de 30.5 meses y por cohorte generacional se observa al 2003-2 una eficiencia terminal de 45.8% y tiempos de titulación de 26 meses.

La actividad de investigación de los PTC ha sido tradicionalmente ligada a la de docencia. Esto es considerado como una fortaleza del programa en el sentido que la investigación se utiliza como un medio en la formación de recursos humanos, permitiendo que estudiantes de licenciatura se involucren en proyectos y continúen trabajando las mismas líneas en el posgrado. En los últimos años, ésta práctica determinó varios aspectos: i) tendencia sostenida a la disminución de los tiempos de titulación debido a que los estudiantes adquieren tanto conocimiento como metodología de trabajo en la disciplina en que se desarrolla el proyecto; ii) mejora de los procesos de selección, debido a que los profesores y tutores conocen el desempeño de estos estudiantes antes de su ingreso al programa; iii) mayor compromiso del estudiante en el desarrollo de su proyecto de tesis desde el inicio de sus estudios lo que ha resultado en una mejora de la eficiencia terminal.

El programa está fuertemente vinculado ya que existen convenios con instituciones nacionales del sector público y privado, e internacionales con universidades extranjeras y en el marco de los cuales se realizan tesis, proyectos, asesorías técnicas, asesorías a empresas, y estancias de investigación de profesores y estudiantes. El programa ha titulado a dos estudiantes simultáneamente con dos universidades canadienses, lo que demuestra el reconocimiento a la calidad del posgrado.

Entre los problemas que continúan en el programa están: i) la insuficiente producción científica conjunta entre profesores y estudiantes; ii) aún no se ha concretado el ingreso del número adecuado de PTC al SNI; iii) la falta de consolidación de los cuerpos académicos del programa; iv) poca movilidad de profesores a pesar de que el programa está vinculado a otros programas en el extranjero; v) necesidad de más doctorados como PTC para la consolidación de los cuerpos académicos.

El Programa cuenta con 12 PTC (7 son doctores). Parte de la infraestructura es: Laboratorio de Cartografía, Laboratorio de preparación fina de muestras para geoquímica cuyo equipo incluye: FRANZ, pulverizadores. Laboratorio de Geoquímica: Este laboratorio se empezó a integrar durante el año 2001 y actualmente cuenta con equipo analítico cuyo costo en conjunto supera diez millones de pesos.

S4-32 CARTEL

CIENCIAS DE LA TIERRA. PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Gómez Cabrera José Ángel

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

jagomez@correodict.fi-a.unam.mx

La Facultad de Ingeniería es una de las escuelas más antiguas y primera institución con carácter científico del continente. Su precursor, el Real Seminario de Minas, abrió sus puertas a la docencia

en 1792. Dando origen así a la enseñanza de las Ciencias de la Tierra - cuyo objetivo, en aquel tiempo, era satisfacer las necesidades de la minería - siendo una condición inicial que los alumnos estuvieran preferentemente emparentados con los mineros. A partir de entonces la enseñanza se ha diversificado, se crearon nuevas carreras, con nuevos enfoques diseñados para responder a las necesidades sociales del momento.

Actualmente la Facultad de Ingeniería tiene como misión formar integralmente ingenieros geólogos, geofísico, petroleros y de minas y metalurgistas, dentro de un proceso de mejora continua con calidad, flexibilidad, innovación, integridad y evaluación continua en los niveles de licenciatura y posgrado, con el fin de que sean competitivos en el ámbito nacional e internacional como profesionales calificados de mayor reconocimiento; con habilidades y actitudes que les permitan un mejor desempeño en el ejercicio de su profesión, la investigación y la docencia; que enfrenen los grandes retos, como la escasez de agua, la reducción de las reservas probadas de hidrocarburos en México y el mundo, así como el fortalecimiento de nuevas fuentes alternas de energía como el hidrógeno, en los yacimientos metálico y no metálico, estos últimos con grandes expectativas, dentro de un cuidado permanente del medio ambiente y un desarrollo sustentable.

Asimismo, pretendiendo lograr un trabajo interdisciplinario con otras profesiones, en donde es indispensable la intervención de las carreras de ciencias de la tierra (obras civiles de gran infraestructura como carreteras, presas, túneles, etc.). se llevan a cabo periódicamente, dentro de otros fines, replanteamientos en sus planes y programas de estudio.

Finalmente, el desafío actual de la Facultad de Ingeniería consiste en incorporarse creativamente al proceso de cambio que se plantea para el País y para el sistema de educación superior, atendiendo a una población estudiantil que ha venido disminuyendo tanto a nivel licenciatura como de posgrado. Con una matrícula aproximada de 1248 alumnos: 232 de I. Geológica, 258 de I. Geofísica, 579 de I. Petrolera y 179 de I. Minas y Metalurgia en la Generación 2002, siendo para la 2005 sólo 403 alumnos: 73 en I. Geológica, 76 de I. Geofísica, 197 de I. Petrolera y 57 de I. De Minas y Metalurgia.

S4-33 CARTEL

PROGRAMA DE POSGRADO EN EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Campos Madrigal Emiliano

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

camposm@servidor.unam.mx

A través de los programas de especialización, maestría y doctorado, la Facultad de Ingeniería de la UNAM, participa en la preparación de ingenieros para el trabajo profesional especializado, forma profesores para la enseñanza de la ingeniería e investigadores que desarrollan innovaciones científicas y tecnológicas en ingeniería para contribuir a la resolución de problemas nacionales y en las tareas de difusión y extensión académica.

La formación con calidad y excelencia de especialistas, maestros y doctores en ingeniería, mediante actividades académicas y de investigación vinculadas a la innovación científica y tecnológica, contribuye al desarrollo y transformación de las diversas ramas de la ingeniería, y por ende, de los ámbitos sociales y productivos del país.

La industria petrolera mexicana ha desempeñado en las últimas décadas un papel preponderante en el desarrollo del país. La necesidad de contar con personal altamente capacitado para resolver los problemas cada vez más complejos de la explotación de los recursos petrolíferos, dio lugar a la creación del programa de posgrado en ingeniería petrolera en la UNAM en 1969. El objetivo inicial, consistente en formar maestros en ingeniería, fue ampliado en 1981 al establecerse el programa de doctorado y programas de especializaciones en diversas disciplinas de la Ingeniería Petrolera.

En el área de ciencias de la Tierra, la Facultad de Ingeniería cuenta con cinco especializaciones: Estratigrafía, Interpretación Sísmica, Recuperaciones secundaria y mejorada de hidrocarburos, Sistemas Artificiales de Producción Petrolera y, Perforación y Mantenimiento de Pozos; dos maestrías: Ingeniería Petrolera y Exploración Petrolera; y un doctorado en Ingeniería Petrolera y Gas Natural.

El programa de Posgrado de la Facultad de Ingeniería tiene como objetivo principal proporcionar a los profesionales que ya poseen grado de licenciatura una educación especializada en el campo de la ingeniería, a través de planes de estudio diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de la industria petrolera.

Los programas cuentan con un grupo flexible de asignaturas por cubrir. El alumno, junto con su tutor organizan un Programa Académico Individual, el cual toma en consideración:

- a) los intereses propios del estudiante,
- b) que al egresar el alumno conozca las principales herramientas de exploración y/o explotación, adicionalmente de las propias de su especialización.

Para lograr este objetivo, el área de Ciencias de la Tierra cuenta desde 1979, además de los recursos institucionales, con un convenio de colaboración con Petróleos Mexicanos, con la participación del Instituto Mexicano del Petróleo y el Colegio de Ingenieros Petroleros de México.

S4-34 CARTEL

EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA MAestrÍA EN EXPLORACIÓN PETROLERA Y SU FUTURO

Eguiluz y de Antuñano Samuel
Asesor
s_eguiluz@hotmail.com

La maestría en exploración petrolera impartida en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, inició sus actividades en 1982 y hasta el año 2002 a contribuido con la formación de más de 193 geocientíficos que laboran en PEMEX Exploración y Producción. Este trabajo hace un análisis de los resultados obtenidos por PEMEX al invertir recursos materiales y humanos para preparar a su personal, así como la ventaja que se genera al invertir en educación y desarrollo tecnológico para obtener recursos humanos con alta capacidad, que esté preparado para enfrentar el reto de mantener las reservas de hidrocarburos del país.

Hasta mediados del 2004, en PEMEX Exploración existen 918 plazas de profesionistas, el 68% (638) tienen formación geocientífica de licenciatura en Ciencias de la Tierra, de éstas 46% son de geología y 25% de geofísica, ambas dedicadas a incorporar reservas de

hidrocarburos mediante el desarrollo de campos y con el descubrimiento de nuevos yacimientos. 30% de este personal ha cursado estudios de posgrado en la Maestría en Energéticos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, mientras que una población no mayor de 3% ha cursado estudios de posgrado en universidades extranjeras.

En nueve centros de operación, en la Subdirección de Estrategias de Exploración y en la Subdirección de Desarrollo Profesional de PEMEX Exploración hay 50 plazas de alta dirección, ocupadas por 80% de personal posgraduado en geología y geofísica. De 588 plazas de profesionales que realizan actividades técnicas de operación e interpretación, aproximadamente 110 son egresados de la Maestría en Exploración Petrolera y dirigen actividades de líderes de equipos de plays y prospectos, en mandos medios o de alta capacidad técnica, demostrando que la inversión de recursos aportada por PEMEX es rentable en relación costo/beneficio, comparada con la contratación de personal externo a la empresa. En la Cuenca de Burgos el éxito exploratorio es de 36% comparado con el 12% del Distrito IV de Texas, lo que demuestra la capacidad técnica del personal entrenado en México.

Actualmente el 36% del personal geocientífico activo tiene 25 años o más en la empresa y está en vías de jubilación en los próximos 5 años, mientras que alrededor del 14% del personal tiene menos de 5 años de antigüedad. Atendiendo a las necesidades inmediatas se requiere tomar medidas para aminorar la descapitalización de personal con experiencia y conocimiento. Situación similar ocurre en la minería y geohidrología.

Este trabajo propone que las futuras generaciones de geocientíficos contratadas por PEMEX o por compañías de servicios, puedan ser egresadas de una Maestría en Exploración Petrolera, capacitadas con técnicas modernas de exploración en hidrocarburos, enfocada a la evaluación del Sistema Petrolero de cuencas y de plays, con sustento en sismoestratigrafía secuencial, para lo cual se requiere un plan de estudios alineado con la estrategia exploratoria.

Se presenta un diagnóstico que ilustra las posibles causas de la baja titulación y terminación de tesis profesionales de los egresados del posgrado en Exploración Petrolera y se plantea una alternativa viable para solucionar esta situación a futuras generaciones.

S4-35 CARTEL

EL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNAM

Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
blanca@geofisica.unam.mx

El actual programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM se inició en 1996. En la actualidad esta llevándose a cabo una reestructuración general y profunda del mismo que seguramente le permitirá seguir consolidándose y lograr ser una de las ofertas más atractivas para estudios de posgrado en el país en el área de las Ciencias de la Tierra.

En la presente ponencia mostraré las principales características de este Posgrado. Los aspectos que se abordarán son los referentes a infraestructura, planes de estudio, recursos humanos, perfil de los egresados, etc. Así como una reflexión sobre lo que todavía nos falta por hacer.

S4-36 CARTEL

PROYECTO BRIGADA ESCUELA DE GEOLOGÍA SUPERFICIAL, UN DIPLOMADO DE VANGUARDIA

De Leon Gomez Hector¹, Perez Aldana Arturo², Limon Gonzalez Mario², Miranda Canseco Ernesto², Chapa Guerrero Jose Rosbel¹, Pola Simuta Cosme¹, Ramirez Fernandez Juan Alonso¹, Masuch Oesterreich Dirk¹, Jenchen Uwe¹, Cossio Torres Tomas¹, Eguiluz de Antuñano Samuel³, Quezada Muñeton Juan Manuel³, Guel Diaz de Leon Arturo³ y Lopez Doncel Ruben⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Exploracion y Produccion, PEMEX

³ Asesor Nacional

⁴ Instituto de Geología, UASLP
hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx

La Facultad de Ciencias de la Tierra (FCT) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, como dependencia de educación superior, tiene como objetivos la preservación, creación y difusión de la cultura científica y tecnológica en beneficio de la sociedad. En este sentido forma y capacita profesionistas, científicos y técnicos para satisfacer las necesidades del desarrollo económico y social del estado de Nuevo León y del país. Igualmente orienta el cumplimiento de sus funciones sustantivas en congruencia con el desarrollo científico y tecnológico en la actualidad.

PEMEX Exploración y Producción (PEP) es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal de México de carácter técnico, industrial y comercial y subsidiario de Petróleos Mexicanos. PEMEX tiene como función principal explorar y desarrollar con tecnologías de punta los yacimientos de hidrocarburos del país, buscando maximizar su valor económico para contribuir al desarrollo sustentable de México.

La creciente demanda a nivel mundial de hidrocarburos, así como el hecho de que estos representan la mayor fuente de divisas para nuestro país, obligan a que las tareas de exploración y localización se realicen de la manera más eficiente posible. Así, PEP requiere que su personal profesional sea altamente capacitado para estas labores. Por esta razón, PEP colabora con la FCT para conjuntamente actualizar y capacitar a personal selecto en las tareas de la Geología Superficial, con la finalidad de trabajar en sistemas geológicos análogos a los existentes en el subsuelo. En esta actividad participan tanto instructores de la FCT, así como asesores nacionales y extranjeros de reconocida experiencia.

Mediante el estudio de afloramientos, se reconocen las características del Sistema Petrolero en diferentes escenarios sedimentarios y estructurales, preparando a los Geólogos, Geofísicos, Paleontólogos, Petroleros, Mineralogistas y en general a Geocientíficos, con el conocimiento de modelos geológicos, para que con tecnología moderna, se facilite la interpretación del subsuelo en la búsqueda acertada de hidrocarburos, disminuyendo así el riesgo en la exploración.

En 4 meses de actividades continuas, que incluyen cursos teóricos y talleres, entrenamiento de campo e integración e interpretación de los resultados, se instruyen a profesionistas que adquieren el Diplomado en Geología Superficial con valor curricular.

La importancia del Proyecto Brigada Escuela radica en los resultados obtenidos por los egresados en la exploración de hidrocarburos del país, identificando áreas de oportunidad y aportando soluciones a problemas geológicos. Sus conocimientos son adquiridos a través del proceso efectivo de enseñanza-aprendizaje durante el Diplomado.

S4-37 CARTEL

EL DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Grijalva Noriega Francisco
Universidad de Sonora
grijalva@geologia.uson.mx

La carrera de geología inicia en la Universidad de Sonora en 1972 por dos razones fundamentales: la abundancia de recursos minerales en el Estado, y la necesidad de formar cuadros preparados para su exploración. En 1978 se dio la primer reforma a su plan de estudios y este semestre 2004-2 se iniciará con un nuevo plan, enmarcado en la políticas de flexibilidad curricular y con el objetivo de formar a un geólogo generalista con un acentuado conocimiento de la cartografía geológica y la opción de un conocimiento suficiente o más profundo en algún área de la geología aplicada (Geología Económica, Hidrogeología y Geología Ambiental) y/o básica.

Actualmente se cuenta con una planta docente constituida por 26 MTC, de los cuales 7 tienen licenciatura (5 pasantes de maestría), 11 maestría (2 candidatos a doctor y 4 en programas de doctorado) y 8 doctorado. Así mismo con 6 profesores de asignatura, 2 con grado de doctor y 4 con licenciatura

La matrícula ha sido muy cíclica, con un mínimo de 3 en el semestre 94-2 a un máximo de 78 en el 98-2 y 40 en el 2004-2. Actualmente se tienen inscritos 205 estudiantes. En un estudio reciente de satisfacción efectuado por la Universidad de Sonora, nuestro departamento presenta índices por encima de la media en satisfacción de estudiantes, egresados y empleadores, siendo en éste último donde se tiene el índice más alto de todas las carreras de la UNISON.

En infraestructura contamos con 8 salones de clase y tres laboratorios distribuidos en dos edificios, donde los diferentes PIFI's dan la fortaleza de contar con el laboratorio de Petrología y Geoquímica mejor equipado en el Estado, con una inversión estimada de 10 millones de pesos. Al momento se tiene instalado y en operación:

- Equipo de Difracción de Rayos X
- Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X
- Espectrofotómetro de Emisión Óptica con Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) con un sistema de ablación Láser acoplado
- Cromatógrafo de Iones.

Así mismo, el equipo de geofísica que se tiene nos dan fortaleza para ofrecer esta herramienta en gravimetría, magnetometría, métodos eléctricos, sísmica de refracción y georadar. Además, de contar con 6 vehículos para ser utilizados en las prácticas de campo requeridas y proyectos de investigación.

El Departamento de Geología cuenta con cuatro academias y tres cuerpos académicos que desarrollan investigación, principalmente en Geoquímica, Exploración de yacimientos minerales, estratigrafía, geomorfología, paleontología, peligros naturales e hidrogeología, contando actualmente con 12 proyectos de investigación en estas áreas. Así mismo, se han desarrollado convenios de colaboración con el sector público y privado en los últimos 5 años con convenios específicos en: cartografía geológica-minera con el Consejo de Recursos Minerales; Hidrogeología con la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Estatal del Agua y el Distrito de Riego del Río Yaqui; exploración de yacimientos minerales con la Minera María; y en el desarrollo de un Atlas de Riesgo del estado con el Gobierno del Estado de Sonora.

S4-38 CARTEL

PROPUESTA DE UN MODELO DE EDUCACIÓN PARA LOS ADULTOS EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Rodríguez Díaz Beatríz¹, Almazán Esqueda Sergio², Sanchez Zavala José Luis³ y Espinosa Arrubarrena Luis¹

¹ Museo de Geología

² Cámara Minera de México

³ Instituto de Geología, UNAM
ollin9@yahoo.com

Vivimos en un planeta cambiante, con la necesidad de contestar diversas interrogantes, de conocer su dinámica en el tiempo y sus transformaciones en el espacio, temas de los que la investigación en Ciencias de la Tierra se ocupa (Hidrología, Geología, Paleontología, Volcanología, etc.). Su difusión, divulgación e interacción con la enseñanza son un reto para las personas dedicadas a ésta área.

Un ejemplo de ello es la propuesta de los módulos en proceso de elaboración del Instituto Nacional de Educación para adultos (INEA) llamado "las riquezas de nuestro país"; que tiene como objetivo dar a conocer las Ciencias Naturales como un programa dinámico, de cambio y anexar información actualizada de la investigación en Ciencias de Tierra que en muchas ocasiones se encuentra alejada de la enseñanza.

Participan en su elaboración: investigadores, maestros, Ingenieros de la Cámara Minera México, donde la información se intercambia, formula y se aceptan las ideas científicas más importantes de acuerdo a las experiencias en enseñanza. Este es un buen ejemplo de lo que se está haciendo en didáctica de las ciencias sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje que están poco desarrolladas; aparentemente la didáctica de esta ciencia, está en sus comienzos al menos en nuestro país.

Un importante factor ha sido determinar el tipo de lenguaje de acuerdo al nivel de educación a quién se está dirigiendo, procurando no utilizar únicamente tecnicismos pero sin olvidarlos ya que este es un factor clave para interesar al estudiante tanto en acercarse a estas áreas como para conocer un poco más nuestro país; sin embargo consideramos que debido a que aquellos que determinan la versión final del texto son en muchas ocasiones ajenos al área de conocimiento y son los encargados en capacitar y dar a conocer este material a guías y docentes.

S4-39 CARTEL

TECNOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE MONITOREO DE CAMPOS GEOFÍSICOS

Pola Simuta Cosme¹, Ronquillo Jarillo Gerardo² y Kouzoub Nicolai¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Instituto Mexicano del Petroleo
cpola@ccr.dsi.uanl.mx

En los últimos años fueron desarrollados nuevas tecnologías en el monitoreo de campos geofísicos para estudios o investigaciones de escala global y regional: los campos geofísicos pueden ser sísmicos en tiempo real (por el yacimiento mismo, al inyectar fluidos al yacimiento, por la misma perforación o fuentes sísmicas especiales integradas a la barrena), mediciones del campo telúrico, observaciones geotérmicas, meteorológicas y oceanográficas. Para la escala local: deslizamientos y derrumbes, construcciones de tóneles, asentamiento de construcciones grandes, contaminación y agotamiento de acuíferos, llenado de presas y perforación de pozos. Por lo anteriormente mencionado, el monitoreo de campos geofísicos son de gran importancia en la actualidad, en la solución de diferentes problemas como: heterogeneidad de señales originadas por diferentes campos físicos que implica una gran diversidad de ellas, desde el punto de vista dinámicos y composiciones espectrales, gran cantidad de información de entrada debe ser debidamente procesada y almacenada y factores de costo, tamaño y consumo de energía deben ser tomados en cuenta.

En la solución de los problemas anteriores mostramos el desarrollo del prototipo de sistema de adquisición de datos puede aplicarse tanto para el monitoreo de campos geofísicos como para estudios geofísicos integrados. El prototipo se desarrollo con instrumentos basados en la plataforma PXI (extensión de PCI) con alto rendimiento, Modularidad, facilidad de modificar, actualizar y ampliar el desarrollo de aplicaciones mediante un ambiente gráfico de LabView y creación de instrumentos virtuales.

La estructura general del módulo de adquisición es con tarjetas multifuncionales conectadas al mainframe con interfase PXI, se conecta el controlador AMD-266, interface SCSI Fast Ethernet, pantalla, teclado y CD ROM. Se concluye que las pruebas del equipo que se realizaron, en condiciones de campo, demostraron su utilidad para los objetivos trazados.

S4-40 CARTEL

LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA DEL SUELO Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE LAS GEOCIENCIAS

Solleiro Rebolledo Elizabeth
Instituto de Geología, UNAM
solleiro@geologia.unam.mx

El suelo es una parte esencial en el ecosistema, ya que cumple diferentes funciones tanto bióticas como abióticas. No sólo es considerado como un recurso natural para la obtención de alimentos, sino que representa una interfase y zona de interacción entre la litósfera-biófera-hidrosfera-atmósfera. Dada su posición limítrofe dentro de dichos sistemas, la pedosfera: 1) mantiene, regula y controla muchos de los flujos de materia y energía; 2) forma parte importante de los ciclos biogeoquímicos; 3) contribuye al balance químico de humedad y calor, realizando un intercambio continuo de

gases y diferentes tipos de materiales; 4) actúa como un amortiguador y regulador de procesos destructivos (fuerzas exógenas) que intervienen en la Tierra. Además, los suelos cambian como consecuencia de su uso intensivo. Dichos cambios pueden ser graduales, rápidos e incluso catastróficos, afectando las interrelaciones entre la pedósfera y el resto de los sistemas. Por todo lo anterior, es necesario estudiar al suelo y considerarlo como un componente importante dentro de los estudios geocientíficos, ya que se contaría con elementos básicos de análisis que evitarían el deterioro ambiental. Sin embargo, hasta la fecha, las Universidades que incluyen estudios en Geociencias (Geología, Geofísica, Geohidrología, Ingeniería Petrolera, Minera, etc.) no contemplan asignaturas específicas de la Ciencia del Suelo, cuestión de gran importancia en la formación de profesionistas más comprometidos con la conservación del ambiente. Es necesario destacar que la Ciencia del Suelo no sólo proporciona información relativa a las condiciones del suelo desde el punto de vista agronómico, sino que su estudio permite hacer evaluaciones útiles en investigaciones de deslizamientos, riesgo volcánico, desarrollo de infraestructura, contaminación, degradación de los paisajes, entre muchos otros aspectos.

S4-41 CARTEL

LA CARRERA DE INGENIERO GEOFÍSICO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

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

La carrera de ingeniero geofísico en la UNAM inició en el año de 1970. El énfasis inicial para la creación de esta carrera fue la necesidad del país para contar con ingenieros preparados en la exploración de hidrocarburos. Desde ese entonces, la matrícula de estudiantes fue en aumento hasta finales de los 70s. Para obtener el título de ingeniero geofísico, los alumnos desarrollaron temas de tesis esencialmente dentro de la exploración petrolera. Sin embargo, durante las dos décadas siguientes, la exploración de hidrocarburos dejó de ser prioritaria y los egresados de la carrera ejercieron en otras áreas de la geofísica. Los desastres causados por el sismo de Michoacán de 1985, dieron la pauta para formar profesionistas que comprendieran y propusieran soluciones para mitigar el riesgo sísmico que enfrenta el país. Como este ejemplo, otras áreas de la geofísica fueron paulatinamente abordadas por los ingenieros geofísicos; tales como la exploración minera, la hidrogeología y recientemente problemas ambientales, entre otros. Paralelo a este panorama, el plan de estudios de la carrera ha sido modificado y actualizado en varias ocasiones; el plan vigente se puso en marcha en 1994.

Resultados del análisis de ingreso, población y egreso muestran que en los últimos cuatro años el número de titulados se ha incrementado significativamente (250% en el año 2003 con respecto al año 2000). Este aumento no depende del número de alumnos que ingresa, pues en las últimas dos décadas el número es muy similar, sino más bien depende de la reactivación de la exploración de hidrocarburos en el país. Si bien es cierto que la mayoría de esos egresados se incorporan a empresas paraestatales y privadas del ramo petrolero, una contribución importante de éstos, ha sido el desarrollo de temas de tesis en el área de la hidrogeología, problemas ambientales y sismología, entre otros.

Con el propósito de mantener la carrera a la vanguardia de los cambios tecnológicos y necesidades del país, en este estudio se muestra la propuesta reciente que modifica la estructura curricular del plan de estudios del 94. Para llevar a cabo esta tarea, incorporamos (además del consenso de alumnos, egresados, profesores e investigadores) los resultados de dos estudios: a) La evaluación del Programa de Estudios de la Carrera por parte del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. Esta evaluación dio la pauta para incorporar una serie de elementos a la planeación y desarrollo del Programa que permitirán mejorar el desempeño académico. b) Resultados de una encuesta aplicada a egresados, alumnos y empleadores. En la nueva propuesta se redefine el perfil del egresado resaltando la necesidad de contar con ingenieros emprendedores, que enfrenten retos de competencia y globalización mediante una actualización continua y adaptación a los cambios rápidos y frecuentes de la tecnología. Se trata de un plan de estudios de 10 semestres cuya estructura proporciona mayores conocimientos básicos y aplicados, fomenta una cultura general; refuerza el desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita; y propicia una mayor vinculación con el sector productivo.

S4-42 CARTEL

EL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MARINA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Pérez Venzor José Antonio
UABCS
japerez@uabcs.mx

El trabajo expone un panorama de lo que es actualmente el Departamento de Geología Marina de la UABCS y su oferta educativa. El Departamento cuenta con un laboratorio natural como es la Península de Baja California y su entorno que define su Misión y Visión cuenta con una planta académica de 18 PTC; una población actual de 90 estudiantes; un total de 7 laboratorios con infraestructura básica; El plan de estudio de licenciatura actualmente esta en reestructuración que contempla cuatro opciones terminales, un sistema de tutorías, la integración del Servicio social, incrementar tasa de titulación. La investigación es desarrollada actualmente por cinco Cuerpos Académicos en proceso de consolidación. Los mecanismos de enseñanza, estrategias didácticas tratan de estar acordes con en el nuevo modelo educativo y centrados en el estudiante.

S4-43 CARTEL

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM

Huezo Casillas José de Jesús
Facultad de Ingeniería, UNAM
jhuezo@cancun.fi-a.unam.mx

La Carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista tiene su origen en el Real Seminario de Minería a partir del 1 de enero de 1792, en 1811 cambió su sede al Palacio de Minería y finalmente a Ciudad Universitaria entre los años de 1954 a 1957. Cabe mencionar que de todas las carreras de Minería en el país, esta fue la primer carrera en acreditarse ante el CACEI el 29 de enero de 2002.

Para conocer las tendencias actuales y futuras del mercado laboral el Comité de Carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista mediante encuestas y entrevistas personales a docentes de cada una de las áreas que constituyen la carrera, ingenieros destacados en la práctica profesional, el Colegio y la Asociación de ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, así como los alumnos y egresados de la Facultad, recibieron las críticas acerca de la congruencia y adecuación de los diferentes componentes curriculares entre si y con respecto a las características del contexto social en el que se desarrollará el egresado. También se consideraron estudios de prospectiva y desarrollo profesional realizado por especialistas por encargo de la sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI) y el Diagnóstico de egresados de Ciencias de la Tierra elaborado por la UNAM en colaboración con la Coordinación General de Minería de la SE, ANUIES y CAMIMEX en donde se plasma el perfil que requieren las empresas y que actualmente no se cubre en su totalidad.

Los requerimientos actuales de un Ingeniero de Minas y Metalurgista, incluyen un conocimiento profundo de temas relacionados con la evolución y desarrollo de la tecnología, en donde se contempla el uso de software especializado para la planeación y el diseño de la explotación ya sea a cielo abierto o de manera subterránea, normas y procedimientos acerca de información geográfica, las fuentes alternas de energía, derechos y obligaciones de los que explotan recursos naturales, reserva ecológica e impacto ambiental, prevención de desastres naturales y no naturales, legislación y gestión ambiental, así como sistemas de calidad e informáticos.

El Perfil deseable del egresado, de acuerdo al nuevo plan de estudios, debe ser acorde con el nuevo papel que debe desempeñar, capaz de atender y entender la transformación sustentada en las nuevas tecnologías de la microelectrónica, la información, el conocimiento y la organización, que ocasiona cambios acelerados en las ventajas comparativas, tiene que adaptarse rápidamente a un mundo que está avanzando a gran velocidad, ya que las expectativas generalizadas de las empresas del Sector y de los nuevos empresarios que aspiran a participar en éste, son que el profesionista sea analítico y creativo; que posea una formación sólida para realizar actividades de control, evaluación, innovación e investigación aplicada, que solucione problemas del sector industrial, de mercado y de servicios, que pueda cubrir sus necesidades actuales y futuras, favoreciendo la obtención de materiales y productos de calidad, comprometidos con la problemática nacional y sobre todo que actúe como agente de cambio en este sector tan importante para la economía del país.

S4-44 CARTEL

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOFÍSICA EN EL I.P.N.

Rocha de la Vega Fco. Rubén y Salazar Peña Leobardo
ESIA, Instituto Politécnico Nacional
frochav@ipn.mx

La carrera de Ingeniería Geofísica se fundó el 9 de octubre de 1970, con el objeto de formar personal técnico a nivel ingeniería, capaz de satisfacer la necesidad que tiene el país de ser explorado para localizar recursos naturales, orientándose prioritariamente hacia la exploración petrolera y, en un grado menor, a la minera, la acuifera y la geotecnia.

Desde su creación y hasta la década de los 80's, la Ingeniería Geofísica en México cumplió los propósitos planteados. Las aplicaciones de la Geofísica en México fueron diversas y variadas, aunadas con la disponibilidad tecnológica de la instrumentación geofísica. Como resultado México vio fortalecido su producción petrolera y minera. Contó con otro proceso de generación de energía eléctrica al iniciarse el establecimiento de plantas geotérmicas como producto de la localización y explotación de yacimientos geotérmicos. La exploración y explotación de agua también fueron muy favorecidas, sobre todo para abastecer a comunidades rurales de nuestro país.

Durante la década de los 80's, México sufrió dos fenómenos naturales de gran impacto socioeconómico: la erupción del volcán Chichón en Chiapas en 1982, y el terremoto de Michoacán, en 1985. Estos acontecimientos, junto con otros ocurridos en diversos países, marcaron el inicio de la intervención seria y directa de los gobiernos para mitigar los efectos de fenómenos naturales o desastres naturales.

Hacia finales de esta década e inicio de los 90's, es obvio que existieron varios indicadores para proponer una primera reestructuración de la carrera de Ingeniería Geofísica en 1993. Esta reestructuración contemplaba la continuación y fortalecimiento en la exploración de recursos naturales y además, el estudio de fenómenos naturales y a la vinculación de la Geofísica con otras ramas de la ingeniería y la ciencia, para lograr el aprovechamiento racional de los recursos y preservar el medio ambiente.

Las condiciones económicas y sociales cambiaron substancialmente en los últimos doce años y la problemática actual es diferente. Algunos problemas son de jerarquía distinta, sin embargo, las necesidades de las mayorías marginadas de los beneficios del desarrollo no pueden ser soslayadas y tarde o temprano se deben enfrentar y los geofísicos jugarán un papel fundamental. Para esto, se consideró necesario revisar las condiciones estructurales de la carrera a efecto de reformar sus planes y programas de estudio.

El plan de estudios que se propone, a partir de 2004, cubre varios aspectos:

- El profesorado de asignaturas formativas tiene experiencia laboral en el medio productivo y científico de la Geofísica, incluyendo los temas más actuales del quehacer geofísico.
- Los procesos de enseñanza dirigidos hacia las diferentes fases formativas del quehacer geofísico, son altamente adaptables a las nuevas tendencias educacionales basadas en el constructivismo.
- Recientemente se equipó el laboratorio de instrumental geofísico, abarcando prácticamente todas las áreas de aplicación de la Geofísica.
- La vinculación y apoyos comprometidos del medio científico y productivo, ofrecen grandes oportunidades para una operación exitosa del plan curricular, sobre todo en temas dirigidos a prácticas de campo, prácticas computacionales, adquisición de datos y sobre todo en las fases terminales de titulación.

S4-45 CARTEL

LA EVOLUCIÓN DE LA MATRÍCULA DE LA CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM

Nieto Obregón Jorge
 División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
 nieto@servidor.unam.mx

Se presenta un análisis de la matrícula de la carrera de Ingeniero Geólogo en términos de las poblaciones de nuevo ingreso, alumnos inscritos y alumnos titulados para los últimos 25 años. En esta carrera se tuvo una fuerte demanda en las décadas de los 70's y 80's con poblaciones ascendentes de alumnos inscritos y titulados. Posteriormente un marcado descenso de estos índices en la década de los 90's. Se presentan datos estadísticos de la evolución de las generaciones de estudiantes titulados de 1936 a 1998, donde se observa el mismo efecto.

Se analiza también la evolución de las poblaciones de esta carrera para los últimos 10 años, haciendo énfasis en los principales factores que afectan la baja eficiencia terminal, i.e. bajos índices de aprovechamiento en los primeros cuatro semestres, un número significativo de alumnos que abandonan o nunca terminan la carrera, y un importante número de alumnos que en esa época solicitaron cambio de carrera.

Por otro lado la baja demanda a esta carrera está fuertemente ligada a:

1. La percepción que los estudiantes tienen de bajas expectativas de empleo al finalizar la carrera.
2. Ignorancia en los núcleos familiares y de orientadores vocacionales, del papel que estos profesionistas juegan en la sociedad.
3. Una mala imagen que se tiene de nuestras carreras, promovida a veces inconscientemente por los medios educativos y de comunicación masiva.

Es prioritario realizar actividades de difusión dirigida a la población en general de las actividades cotidianas y los retos que enfrentan las ciencias de la tierra, y a los que se tendrán que enfrentar los futuros ingenieros geólogos, así como de las oportunidades profesionales que se avizoran en el futuro.

Se debe enfatizar las consecuencias peligrosas para la sociedad, si no se promueven:

- la exploración y desarrollo de los recursos naturales e infraestructura geológica que requieren las economías de los países en vías de desarrollo.
- la planificación del uso de estos recursos para proteger el medio ambiente.

S4-46 CARTEL

LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGÍA EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Buitrón Sánchez Blanca Estela
 UNAM
 blancab@servidor.unam.mx

La Paleontología es una ciencia fundamental en la comprensión de diversos conceptos geológicos por parte de los estudiantes de las Ciencias de la Tierra y Biológicas. Contribuye a la percepción del tiempo geológico, ya que estudia la vida del pasado geológico en sus diversas manifestaciones, desde su aparición en la Tierra hasta hace convencionalmente diez mil años. Favorece entender las reconstrucciones paleogeográficas al estudiar la dispersión de los vegetales y animales, tanto vertebrados como invertebrados, en sus ámbitos geográficos y la comprensión del entorno paleoecológico donde se desarrollaron los organismos vegetales y animales, que es otro de los motivos del estudio de la Paleontología, aplicable a la conservación de recursos bióticos del presente, tan afectados por la actividad humana y que a largo plazo, si no se toman las medidas necesarias traerá resultados catastróficos en el entorno ecológico en mares y continentes.

Los fósiles objeto de estudio de la Paleontología son las pruebas fehacientes de la evolución, cuyo registro material macro y microscópico contribuyó y contribuye al desarrollo de la Estratigrafía, disciplina imprescindible en la prospección de recursos minerales entre ellos, el petróleo. Particularmente algunas regiones de nuestro territorio poseen zonas petrolíferas, cuya comercialización incide en parte, en la economía de nuestro país.

La impartición de la cátedra de paleontología en las diversas carreras de las Ciencias Naturales debe fomentarse en razón al conocimiento que brinda como una ciencia auxiliar en el estudio de la Geología, ya que proporciona a los estudiantes la información sobre el reconocimiento de los diversos tipos organismos que vivieron en el pasado geológico, su importancia estratigráfica, su paleoambiente y su distribución paleogeográfica.

En la Carrera Ingeniería Geológica que se cursa en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se imparte la Asignatura Paleontología en forma teórica y práctica, la primera se desarrolla de manera oral y la segunda con ejemplares de laboratorio, donde profundizan sobre el aspecto morfológico de los diversos grupos tratados. Para la complementación de la enseñanza se exhiben películas y videos sobre los temas estudiados. Por otra parte se motiva a los estudiantes en la investigación paleontológica a través de la exposición de temas selectos en forma de seminario.

Sesión Especial

Depósitos minerales en México: nuevas perspectivas y avances en su estudio

Lunes 1

Salón Mariposas 2

SE01-1

GEOCRONOLOGÍA POR RE-OS Y U-PB DEL DEPÓSITO TIPO PÓRFIDO CU-AU DE EL ARCO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Valencia Victor A.¹, Weber Bodo², Ruiz Joaquin¹, Barra Fernando¹, Gehrels George¹ y López Martínez Margarita²

¹ University of Arizona, USA

² Depto. de Geología, CICESE
victorv@geo.arizona.edu

El Pórfido cuproaurífero de El Arco localizado en el centro de Baja California, presenta características únicas comparado con otros depósitos tipo pórfido clásico en México y sur Arizona. Estas características son su ambiente tectónico de formación (arco insular), edad, y alteración hidrotermal.

Por mas de treinta años una edad Cretácica (93-138 Ma) ha sido asignada para el depósito de El Arco, la cual ha sido usada en múltiples interpretaciones en la evolución Mesozoica del margen Pacífico.

Aquí, nosotros presentamos nuevos datos geocronológicos por dos métodos isotópicos robustos (Re-Os en Molibdenita y U-Pb en zircones), para determinar la edad de mineralización y cristalización del yacimiento tipo pórfido de El Arco.

Nuestros nuevos datos geocronológicos asignan una edad de cristalización del Jurásico Medio de 164.7 ± 6.7 Ma (U-Pb), que es la misma que la edad de mineralización de 164.1 ± 0.4 Ma (Re-Os). Estas nuevas edades están en desacuerdo con las determinaciones geocronológicas previas (K-Ar), las cuales sugerían una correlación con el arco insular Alisitos (Cretácico medio), en lugar de eso nosotros creemos que el área de El Arco-Calmali puede ser mas propiamente asociada con el complejo volcánico-plutónico San Andres-Cedros (~166 Ma). También sugerimos que el bloque de El Arco-Calmali es parte de un sistema de arco intraoceánico como el descrito para la región de Vizcaino-Cedros que fue acrecionada al continente durante el Cretácico (~98-110 Ma) y por ultimo, la presencia de un arco continental Jurásico en el continente (Tosdal et al, 1989) y la presencia de rocas de arco insular de la misma edad, indica la presencia de dos arcos magmáticos (uno Continental y el otro oceánico).

SE01-2

EVOLUCIÓN DEL PÓRFIDO CUPRÍFERO DE LA CARIDAD, SONORA, MÉXICO: BASADO EN ANÁLISIS DE INCLUSIONES FLUIDAS, ISÓTOPOS DE S, O, H, U-PB Y RE-OS

Valencia Victor A, Ruiz Joaquin, Eastoe Christopher, Gehrels George y Barra Fernando
University of Arizona, USA
victorv@geo.arizona.edu

Los pórfidos cupríferos (PC) representan la principal fuente de cobre del mundo. En México, solo tres depósitos de este tipo se encuentran en producción de los cuales solo dos (Cananea y La Caridad) son de clase mundial. Aquí presentamos nuevos datos sobre la evolución del depósito La Caridad, aportando un mayor conocimiento en PC que ayuden en el desarrollo en programas de exploración en México.

El PC La Caridad, localizado en el Noroeste de México, es el mayor productor de cobre en México (~150,000 ton Cu) y el más joven entre los PC del Suroeste de Norte América. Este depósito está ubicado estructuralmente en un 'horst' en un área dominada por rocas volcánicas e intrusivas.

El intrusivo cuarzo-monzonítico responsable de la mineralización (~54 Ma) se emplaza en la zona de debilidad del contacto entre andesitas (63.5 Ma) y granodioritas (55 Ma). Diques post-minerales cortan las unidades mencionadas anteriormente (53 Ma). Circones heredados en las diferentes rocas indican edades de basamento de 112-124 Ma, 141-166 Ma y 1.4 Ga.

Respecto a la mineralización, dos edades de Re-Os en Molibdenita de vetillas con asociaciones minerales de alteración hidrotermal potásica y filica, son idénticas (53.8-53.6 Ma). Adicionalmente, dos edades U-Pb en circón obtenidas del pórfido cuarzo-monzonítico, dan edades de cristalización similares, sugiriendo una mineralización producto de una intrusión compleja; ambas edades corroboran un sistema magmático-hidrotermal de corta duración.

Nosotros definimos una secuencia paragenética basados en relaciones cortantes de vetillas y asociaciones de minerales de alteración, para establecer la variación temporal relativa de la etapa hidrotermal del fluido. Cuatro etapas fueron reconocidas, una etapa temprana con vetillas de cuarzo-feldespato-biotita-anhidrita en el complejo intrusivo y una biotización en las andesitas y dioritas. En esta etapa existe una mineralización débil que consiste de magnetita, molibdenita, calcopirita, pirita. La etapa intermedia es sobrepuesta en parte representada por vetillas de cuarzo, sericita y menor clorita y también ocurre en forma pervasiva donde turmalina aparece en rosetas. Este evento generó la principal mineralización de calcopirita, pirita y menor molibdenita. Mineralización de plomo-zinc-cobre es emplazada en los alrededores del depósito como manifestación de las etapas tardías. La etapa alta sulfidación representa el colapso del sistema y se manifiesta como vetillas de cuarzo-tetraedrita-calcopirita-pirita en el centro del tajo, mientras que en la Caridad Antigua (edad similar) se manifiesta como un depósito epitermal telescopado con mineralización de enargita-barita y cuarzo.

Temperaturas de homogenización de inclusiones fluidas primarias de las etapas temprana, intermedia, tardía y alta sulfidación varían de 480-360°C, 410-330°C, 380-320°C y 320-260°C respectivamente, con profundidades estimadas de atrapamiento de ~1700/4000m en condiciones litoestáticas/hidroestáticas.

Valores de 34S de sulfatos y sulfuros en las etapas tempranas presentan un desequilibrio del 90 al 80%, sin embargo, el sistema evoluciona hasta alcanzar el equilibrio en las etapas de alta sulfidación. Valores isotópicos calculados de oxígeno y hidrógeno de agua coexistiendo con minerales de alteración sugieren un componente magmático principal en las etapas temprana e intermedia y mezcla de aguas meteóricas en etapas tardías.

SE01-3

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL Y MINERALIZACIÓN DE MOLIBDENO DE LA MINA EL CRESTÓN, OPODEPE, SONORA

Lugo Zazueta Raúl¹, Valencia Moreno Martín¹ y Ochoa Landín Lucas²

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² Depto. de Geología, Universidad de Sonora
rlugoz@hotmail.com

La mina El Crestón, localizada aproximadamente 7 km al suroeste del poblado de Opodepe, en la parte norte-central de Sonora, fue intensamente explorada durante la década de los 70's y 80's por varias compañías mineras, enfocándose principalmente a la mineralización de Mo y Cu. La geología del área, con excepción de las unidades más antiguas, es bastante simple. Consiste en un complejo de rocas ígneas y metamórficas paleoproterozoicas, intrusivos graníticos laramídicos que incluyen una granodiorita, un pórfido riolítico, una microdiorita y un pórfido de cuarzo-feldespato, y por último, se observan flujos riolíticos del Terciario medio. La geometría del cuerpo mineralizado es difícil de entender debido a la compleja historia estructural que afectó el área. Se observa un sistema de fallas NW60-80°SE con echados sub-verticales orientados al NE, que cortan el basamento cristalino y a los cuerpos laramídicos; y un sistema posterior constituido por fallas normales con rumbo ENE-WSW y echados de 30-45° al N-NE, el cual segmentó el cuerpo mineralizado en una serie de bloques. Respecto a la clasificación de El Crestón, los arreglos de la mineralización y de la alteración hidrotermal presentes en el área, son similares a los descritos para los depósitos de tipo "pórfido de molibdeno-cobre". De hecho, los trabajos reportados sobre este tipo de mineralización en la Cordillera oeste de Norte América, identifican un cinturón alargado en dirección NW-SE, en el que se incluye a El Crestón. La mineralización de El Crestón fue fechada recientemente por Re/Os en molibdenitas, sugiriendo una edad de 53 Ma, la cual es muy similar a una edad previamente obtenida por K/Ar en sericita asociada al pórfido de cuarzo-feldespato. La distribución de la mineralogía de alteración sugiere un metasomatismo potásico temprano, seguido de una alteración propilítica, argílica, fílica y finalmente silicificación. La alteración potásica está mejor expuesta en las rocas proterozoicas que se observan como techos colgantes en los intrusivos laramídicos, mientras que la alteración fílica está comúnmente sobrepuesta a ésta. Al parecer, ambas alteraciones están controladas por la presencia del intrusivo granodiorítico. La zona de mayor interés económico está asociada a una etapa más tardía de alteración fílica, caracterizada por sericita gruesa dispuesta en vetillas de cuarzo y zonas de brecha, la cual está centrada en el pórfido de cuarzo-feldespato.

SE01-4

EMPLACEMENT DEPTHS OF PORPHYRY COPPER-RELATED PLUTONS IN THE SUAQUI VERDE DEPOSIT, EAST-CENTRAL SONORA, MEXICO

Flores Vásquez Isidro¹, Ochoa Landín Lucas¹, Valencia Moreno Martín², Valencia Víctor A.³ y Del Río Salas Rafael³

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora

² ERNO, Instituto de Geología, UNAM

³ Dept. of Geosciences, University of Arizona, Tucson, USA
lucaso@geologia.uson.mx

The low grade (~0.31% Cu) Suaqui Verde porphyry copper deposit, located in east-central Sonora, is enclosed within 65-55 Ma-old granitic rocks of the Sonora Laramide batholith. The deposit was partly developed in slightly-older andesitic rocks of the Tarahumara Formation (90-68 Ma), and is overlain by Miocene gravels, which contain a ~1 m-thick level of exotic copper. The batholithic rocks include biotite+hornblende granodiorite, quartz-monzonite, and in some places, granitoids associated with hydrothermal quartz-tourmaline breccias. Typically, the volcanic rocks of the Tarahumara Formation were overprinted by selective to pervasive propylitic alteration. Locally, Fe-Skarn and garnet-pyroxene mineralization was developed in a relatively thin limestone horizon, interstratified within these rocks. The Sauqui Verde deposit and the ore-related quartz-monzonite porphyry stock are structurally controlled by NE-SW faults, and cut by later N-S faults, associated with the Basin and Range extensional event. The first alteration stage consists of veinlets and disseminated biotite + K-feldspar + quartz, associated with pyrite + chalcopyrite + molibdenite mineralization. This stage was followed by deposition of biotite + quartz + magnetite, quartz + sericite + sulphides; quartz ± sericite, chlorite + epidote + calcite; and a late stage of argillic alteration. The depth of emplacement and temperature of the granodiorite were calculated by aluminum-in-hornblende geobarometry, which yielded pressures at 0.8-1.6 kbars and temperatures of 884-990 °C ± 75 °C. On the other hand, petrographic and fluid inclusion studies suggest a depth of ~1 km for the ore-related porphyry stock. Field relationships along with geothermometry and geobarometry data also suggest that during the intrusion of the Laramide granitoids, the thickness of the Tarahumara volcanic section may have reached about 3,000 m. Then, this volcanic pile and coeval granitic plutons had to have been largely uplifted and eroded during the late Cenozoic, before emplacement of the productive porphyry stock. Continued uplifting and erosion episodes modeled the actual scenario in Sauqui Verde, including removal of an important portion of the orebody.

SE01-5

EVOLUCIÓN MAGMÁTICA EN EL PÓRFIDO DE COBRE DE TIÁMARO, MICHOACÁN: EVIDENCIAS DEL POTENCIAL CU-AU EN EL SUR DE MÉXICO

Garza González Vélez Carlos¹, González Partida Eduardo², Tritlla Jordi², Levresse Gilles², Arriaga García Germán¹, Rosique Naranjo Fernando¹, Medina Ávila Juan José¹, Iriondo Alexander², Aguilar Lovera Alexis¹ y Zúñiga Hernández Nadia¹

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
cgarza@correo.unam.mx

El pórfido de cobre de Tiámaro se localiza en la porción nororiental del estado de Michoacán, en la región limítrofe de la Sierra Madre del Sur con la Faja Volcánica Transmexicana. Las rocas que albergan parte de la mineralización, pertenecen a un complejo volcano-plutónico de edad pre-Hauteriviana, representado por andesitas porfídicas, brechas, aglomerados, flujos dacíticos calcialcalinos hacia la cima y cuerpos plutónicos e hipabisales de naturaleza diorítica a tonalítica que afectan a este conjunto. En general, los modelos de tierras raras que presentan estas rocas, son casi horizontales muy similares a MORB o representativos de magmatismo toleítico primario de arco insular. Asimismo, dicho complejo está intrusionado por un cuerpo de dimensiones batolíticas (133 km²) de naturaleza calcialcalina que varía de granodiorita a cuarzomonzonita, con edades obtenidas de zircones (U-Pb, SHRIMP) de 131.2 ± 1.5 Ma y 133.7 ± 2.5 Ma, respectivamente. En algunos sectores de este plutón, se presenta una alteración potásica conspicua y una serie de stockworks cupríferos; también es patente el desarrollo de una propilitización regional, en donde suelen ocurrir mineralizaciones asociadas de Cu-Au.

La porción oriental del pórfido cuprífero de Tiámaro está conformada por intrusivos calcialcalinos mineralizados de naturaleza microadamelítica, que constituyen apófisis del batolito del Cretácico Inferior e intrusionan también a las rocas del complejo volcano-plutónico. En contraste, en la parte centro-occidental del yacimiento, existen intrusivos micrograníticos y microtonalíticos de afinidad adakítica que afectan a la Formación Balsas. Esta unidad está sobreyacida por andesitas basálticas no mineralizadas, que manifiestan bajos contenidos en HREE y concentraciones de Sr de 487 a 899 ppm, lo que demuestra su carácter adakítico y una posible consanguinidad magmática con los intrusivos terciarios mineralizados.

Las relaciones espacio-temporales observadas entre magmatismo y mineralización en el pórfido de cobre de Tiámaro, evidencian un aporte primigenio de cobre, asociado a los sistemas magmáticos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior, además de la edificación de un substrato máfico, importante reservorio de Cu y Au que interactuó con los sistemas magmático-hidrotermales del Terciario. Bajo esta condición, la continuidad hacia el sur del arco magmático de esa edad, representan una región con alto potencial Cu-Au, presente en mineralizaciones porfídicas y en sistemas subordinados de menor temperatura. Es posible proponer también con un mayor grado de certidumbre, gran potencial para este tipo de mineralizaciones en las rocas magmáticas terciarias de la Sierra Madre del Sur, esencialmente en las rocas provenientes de fusiones adakíticas, en donde podrían esperarse asociaciones entre pórfidos de Cu-Au y yacimientos de alta sulfuración de Au.

SE01-6

LA FUENTE DE FLUORITA EN EL DEPÓSITO DE EL PILOTE, COAHUILA, MÉXICO

Villarreal Fuentes Janet¹, Gonzalez Partida Eduardo¹, Tritlla Jordi¹, Levresse Gilles¹, Baca Samuel² y Rodríguez Agustín²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Fluorita de Mexico

jvillarreal@geociencias.unam.mx

El cerro de El Pilote se localiza en el municipio de Múzquiz Coahuila, México, al este del distrito de la Encantada Buenavista yacimiento rico en fluorita de tipo MVT.

En el Cerro de El Pilote se desarrolla un metamorfismo de contacto tipo skarn rico en fluorita entre una caliza arrecifal de la Formación Aurora del Albano Temprano-Medio, y un intrusivo félsico de edad Terciaria. La sucesión lateral de los minerales presentes en la zona de endoskarn son un stockwork de fluorita morada, epidota y sericita en pequeñas cantidades, granates (andradita a grossularita), piroxenoide (Wo100 a Wo50En50), calcita y fluorita verde. En la zona de exoskarn se encuentra granate (Ad100 a Ad20 Grs80), albita, tremolita, piroxenoides (Wo48 En41Fs5), ilvaita, fluorita morada de verde a incolora y por último mármol, con textura sacaroide en contacto transicional con la caliza arrecifal inalterada al cual cortan vetillas de fluorita incolora, ausencia de sulfuros.

Si la edad y ubicación geológica del intrusivo de El Pilote se compara a las riolitas anómalas de Texas I, la composición y mineralogía en Be y F es más baja (minerales de Be y topacio en bajas concentraciones). Además presenta un patrón de tierras raras con pendiente clásica negativa a diferencia de las riolitas de Texas.

Mediciones microtermométricas y análisis RAMAN indican en el evento prógrado la existencia de un fluido caliente e hipersalino (arriba de 400° C y >40 wt.% NaCl eq.), con bajas concentraciones de CH₄ y CO₂ en la fase vapor, estas inclusiones pueden llegar a tener hasta cinco sólidos: rutilo, calcita, halita, nahcolita y un mineral no identificado. Los minerales hijos (haita y nahcolita) solubilizaron entre 120 y 411°C, antes de la homogeneización de la fase vapor a líquido. La salinidad tiene rangos de 0 a 4 y la temperatura de homogeneización en el fluido retrógrado es de 120 a 330°C y en la fase vapor sólo se detectó vapor de agua.

Las características geoquímicas del intrusivo y del skarn no presentan evidencia de una fuente magmática de F. Una hipótesis de trabajo actual, es la pre-existencia de mantos de fluorita cortados por el intrusivo que generó la re-deposición de la misma en un ambiente más somero.

SE01-7

DEPÓSITO EN SKARN (AU-CU-AG) CERRO DEL FRAILE, LA PAZ, S.L.P.Pinto Linares Porfirio Julio¹, Levresse Gilles², Gonzalez Partida Eduardo², Tritlla Cambra Jordi², Estrada David³ y OchoaManuel³¹ IPICYT² Centro de Geociencias, UNAM³ Mina de la Paz

ppinto@ipicyt.edu.mx

Los skarns de Au-Cu-Ag de Dolores y Cobriza se encuentran al NW de Matehuala, S.L.P. Los depósitos se encuentran en calizas del Cretácico Medio a Superior con intercalaciones de pedernal y lutitas, formando anticlinales laramídicos y fallas normales de rumbo E-W. Los stocks granodioríticos oligocénicos se emplazaron a lo largo de estas zonas de debilidad, desarrollando aureolas de skarn.

Las zonas de skarn se dividen en un endoskarn de poco espesor constituido de hedbergita, granates y oro disseminado y un exoskarn bastante desarrollado que presenta un zoneamiento de tres zonas (A, B, C) bien definidas. La zona A en contacto con el intrusivo está formada de hedenbergita y poca andradita ($\text{He} \gg \text{And}$) de grano fino. La zona B se caracteriza por la presencia de andradita y diopsida ($\text{And} \gg \text{diop}$). La zona C la más distal está conformada por grossularita y wollastonita.

La mineralización presenta el mismo zoneamiento con una mayor concentración de oro en la zona A y de cobre en la zona B. La zona C es prácticamente estéril. La secuencia paragenética presenta 3 etapas definidas: Etapa I.- Pirita, arsenopirita, calcopirita, krennerita (AuTe_2), pirrotita, bismuto nativo, cuarzo y muy poca calcita. Estos minerales se encuentran confinados principalmente a la zona A de los skarn. Etapa II.- Es la etapa principal de la mineralización, conformada por bornita y calcopirita, tenanita, tetrahedrita, pirargirita, fluorita, pirita, pirrotita, cuarzo y calcita. Esta etapa está confinada a la zona B del skarn. Etapa III.- Pirita, cuarzo y calcita, se encuentra confinada a la zona C del skarn.

Los estudios preliminares de isótopos de azufre, de carbono y de oxígeno determinaron que el origen de estas soluciones fueron magmáticas (Castro, L.J., 1990).

Este depósito responde al modelo clásico de skarn formado a poca profundidad (5-10km), por lo siguiente: Metamorfismo medianamente desarrollado (hornfels), metasomatismo bastante desarrollado (skarn, skarn de reacción, skarnoides). Alteración retrógrada medianamente desarrollada, los contactos del intrusivo y del skarn cortan abruptamente a los paquetes sedimentarios y el fracturamiento de la roca encajonante está medianamente desarrollado, el reemplazamiento de la caliza favorable por el skarn es masivo, el zoneamiento del skarn está bien definido, la mineralización económica presente es concordante con el tipo de intrusivo intermedio (granodiorita, tonalita), el stock de granodiorita es de edad Mesozoica, el oro se encuentra en forma nativa, telururos y asociado al bismuto y arsenopirita.

Este yacimiento de skarn requiere de mayor investigación para relacionarlo con el yacimiento hidrotermal adjunto, determinar el desplazamiento vertical de la falla pos-mineral que separa a estos yacimientos, determinar la edad de los diques presentes en las vetas hidrotermales, determinar la temperatura de la mineralización en la zona de vetas.

SE01-8

MINERALOGÍA, GEOQUÍMICA DE FLUIDOS Y AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LOS DEPÓSITOS EPITERMALES PALEOCENOS (AU-AG) DE EL BARQUEÑO, JALISCO, MÉXICO

Camprubí Antoni, González Partida Eduardo y Iriando

Alexander

Centro de Geociencias, UNAM

camprubi@geociencias.unam.mx

El distrito de El Barqueño, Jalisco, se encuentra en la porción suroccidental de los cinturones metalogenéticos de dirección NW-SE con depósitos epitermales en México. Las mineralizaciones consisten en numerosas vetas epitermales de baja sulfuración de carácter polimetálico (Au-Ag-Cu-Pb-Zn) encajonadas en una secuencia vulcanoplutónica, con rocas andesíticas, granitos y granodioritas, perteneciente al Supergrupo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental (SMO). El rumbo de las vetas varía de 45° a 100°. Las vetas se verticalizan y llegan a converger formando vetas de mayor potencia en profundidad. La máxima longitud de las vetas en El Barqueño es ~5 km, y su máximo grosor es de 10 m (2-3 m en promedio), disminuyendo en profundidad.

La secuencia paragenética se define en base a dos fases de mineralización. La fase I se presenta como brechas mineralizadas en sulfuros de metales de base, virtualmente libre de Au o Ag. La fase II constituye el mayor volumen de las vetas y está conformada por bandas crustiformes de sílice que rellenan las vetas simétricamente, y contiene la mineralización en Au-Ag. En la fase II es ubicua la presencia de cristales romboédricos de adularia y fantasmas de cristales hojosos de calcita, ambas evidencias de ebullición durante la formación del depósito. En algunos casos, hay evidencias de que asociaciones metálicas con oro y plata precipitaron directamente sobre cristales adularia, en una asociación que indicaría que la ebullición fue el mecanismo de deposición principal para minerales metálicos en la fase II. Otros posibles mecanismos de precipitación son el enfriamiento conductivo de las soluciones o la mezcla de fluidos en la parte superior de las vetas.

Las temperaturas y salinidades de los fluidos mineralizantes en inclusiones fluidas varían de 101° a 252°C y de 0.2 a 19.1 wt% NaCl eq., respectivamente. Mientras que la mayoría de temperaturas varían entre 120° y 160°C, las salinidades muestran una distintiva distribución bimodal: <3 wt% NaCl eq. o >10 wt% NaCl eq. Estos dos conjuntos de valores extremos no describen tendencias de mezcla entre ellos salvo localmente, pudiendo reflejar la presencia de dos fuentes de fluidos, probablemente dominadas por fluidos meteóricos y magmáticos, respectivamente.

Se fechó un separado de adularia de la fase II mediante geocronología de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, resultando una edad de isocrona de 57.91 ± 0.44 Ma (Paleoceno medio). Por ello, El Barqueño es el depósito epitermal más antiguo en México, entre los fechados de forma absoluta hasta el momento. Dicha edad sugiere la posible presencia de una época metalogenética durante el Paleoceno en el suroeste de México, que incluiría diversos tipos de depósitos metalíferos, como del tipo IOCG, en pórfidos, skarns, y epitermales. Igualmente, dicha edad también sugiere que pueden existir depósitos epitermales no descubiertos bajo el Supergrupo Volcánico Superior de la SMO, y que la exploración para depósitos epitermales y otros tipos de depósitos minerales relacionados genética o espacialmente con los mismos debería también dirigirse hacia las porciones más antiguas que afloran de la SMO.

SE01-9

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE APATITAS ASOCIADAS A LA MINERALIZACIÓN DE HIERRO DEL YACIMIENTO LA PERLA, ESTADO DE CHIHUAHUA

Rodríguez Ramírez Esperanza¹, Corona Esquivel Rodolfo¹, Jacinto Estanes Daniel¹, Morales Isunza Azucena¹, Linares López Carlos², Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl¹ y Tritlla Jordi³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Centro de Geociencias, UNAM
laboratoriomin@att.net.mx

En el extremo suroriental del Estado de Chihuahua, a 90 Km al noreste de la población de Camargo y a 135 km al sur de Ojinaga se localiza la mina de La Perla, en donde los autores colectaron varios cristales de apatitas, que al ser estudiados por microsonda, resultaron pertenecientes al grupo de las flúorapatitas.

El depósito de hierro se encuentra hospedado dentro de una secuencia de rocas volcánicas principalmente de composición riolítica de edad Oligoceno. Dentro de la mina se encuentran diferentes cuerpos de mineral de hierro siendo los principales: mineral masivo, mineral pulverulento, mineral silicificado y cuerpos de brecha mineralizada.

Los cristales de apatita que a nivel macroscópicos son muy escasos en la mina, están asociados al mineral masivo que se localiza en el extremo sur y más profundo del yacimiento. Estos se encuentran en fracturas de 30 a 50 cm de longitud y 3 a 5 cm de anchura. Los cristales son de tamaños milimétricos (2 a 3 mm), de color amarillo claro con sus caras bien definidas y como característica especial muestran estrías en su parte exterior a lo largo del eje C.

Estos cristales fueron estudiados en el Laboratorio Universitario de Petrología de la UNAM con una microsonda electrónica JEOL JXA-8900R. La comparación de las apatitas del yacimiento de la Perla con las apatitas de Cerro de Mercado, Durango y Peña Colorada, Colima muestran valores ligeramente más altos en P₂O₅ (aprox. 8%) para la Perla y valores muy similares en flúor (del orden del 3%), y en cloro (del orden del 0.01%) en los tres depósitos. Lo anterior indica condiciones muy similares de formación para estos cristales, relacionadas posiblemente con la evolución de magmas de óxido de hierro que habrían dado origen a cada uno de los yacimientos.

SE01-10

PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DE LA SECUENCIA CALCÁREA DE LA SIERRA DE MANANTLÁN, COLIMA-JALISCO

Sánchez Martínez Salvador¹, Barragán Manzo Ricardo², Centeno García Elena², Camprubí Antoni¹, Cienfuegos Alvarado Edith² y Morales Puente Pedro²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM
salvadorsanchez_2002@yahoo.com.mx

En el presente trabajo, se ha estudiado la sección de la Cuenca Colima-Jalisco de la Sierra de Manantlán, constituida principalmente de calizas, para llevar a cabo una caracterización petrológica de las facies carbonatadas, incluyendo la caracterización de los ambientes deposicionales e isotópica (O-C). Al mismo tiempo se evaluó la

posibilidad del uso en la exploración de depósitos minerales tipo skarn o similares al de Peña Colorada (posible tipo IOCG) en la zona de Colima y Jalisco, mediante halos isotópicos.

La Sierra de Manantlán se localiza en la porción noroccidental del estado de Colima, en los límites con el estado de Jalisco, dentro de los municipios de Minatitlán y Comala.

Mediante un análisis detallado de la serie carbonatada de la Sierra de Manantlán se definieron 9 facies que se agruparon en asociaciones de facies. La facies 1 es representada por un cuerpo potente de caliza totalmente reemplazada por dolomita, formado por la diagénesis por sepultamiento. Los depósitos de la facies 2 están representados por carpetas de algas, sugieren depósito en el ambiente de planicie de mareas. Las facies 3 y 4 están representadas por texturas soportadas por lodo mostrando una baja diversidad de fósiles, sugiriendo depósito en condiciones restringidas de intermarea. Las facies 5, 6, y 7 (lodo a grano soportado) contienen una alta diversidad de fósiles. Esto sugiere el depósito de estas rocas en un ambiente de plataforma en condiciones semiabiertas, caracterizado por circulación activa, salinidad marina normal y buena oxigenación. Finalmente las facies 8 y 9 están representadas por una intercalación de areniscas, lutitas, limolitas, y conglomerados.

La textura, la microfauna presente y los valores de 13C y de 18O indican que la secuencia calcárea se depositó en un ambiente de plataforma somera, facies lagunales, en condiciones restringidas. Por otro lado, la presencia de vetas de calcita, estilolitas rellenas de dolomita y los valores bajos de 13C y 18O indican que la secuencia calcárea fue afectada por la diagénesis por sepultamiento.

Las composiciones isotópicas de las calizas huésped alrededor del depósito de Peña Colorada sugieren un empobrecimiento gradual en 13C y 18O en las proximidades del yacimiento. El intercambio isotópico en oxígeno entre el fluido hidrotermal y las calizas produjo un fuerte empobrecimiento en 18O relativo al fondo regional de las composiciones de las calizas, anomalía que se extiende varias decenas de metros a partir del contacto con el cuerpo de Fe. El empobrecimiento en 13C es mucho más restringido, extendiéndose a menos de 3 m a partir del contacto con el cuerpo mineralizado.

La aplicación de las anomalías isotópicas en la exploración regional de este tipo de yacimiento puede ser útil para identificar áreas de rocas carbonatadas que han sido afectadas por alteración hidrotermal cercanos a este tipo de depósito.

SE01-11

LAS IMÁGENES DIGITALES LANDSAT 7 Y SU UTILIZACION EN LA INTERPRETACION TECTONICA DE LA APERTURA DEL GOLFO DE MEXICO Y DEPOSITOS VMS ASOCIADOS

Vassallo Luis, Aranda Gomez Jose Jorge, Solorio Munguia Jose Gregorio y Ortega Rivera Amabel
Centro de Geociencias, UNAM
vassallo@servidor.unam.mx

Las imágenes Landsat nos han servido para identificar lineamientos regionales muy importantes en el centro de México. Se cree estos rasgos corresponden a fallas de basamento formadas durante la apertura del Golfo de México. La formación del Golfo se inició en el Jurásico tardío (165 Ma) y produjo megaestructuras que han influido desde entonces, repetidamente, en los patrones de

sedimentación, deformación y vulcanismo. Los ejemplos más citados de estas estructuras de basamento son la megacizalla? Mojave-Sonora, las fallas de San Marcos y La Babia en Coahuila y la falla de Oaxaca. Desgraciadamente hay pocos sitios en donde se puede obtener directamente información acerca de estas megaestructuras ya que generalmente están sepultadas bajo secuencias gruesas de rocas sedimentarias y/o volcánicas más jóvenes. Por otro lado, en las secuencias del Jurásico superior-Cretácico inferior del centro y occidente de México es común encontrar Depósitos Minerales importantes asociados a complejos vulcanosedimentarios submarinos en donde se pueden identificar estructuras sin-sedimentarias de horsts y grábenes con rumbos NW45 y con echado preferencial al SW.

En la secuencia vulcanosedimentaria que alberga a la mineralización de sulfuros masivos volcanogénicos de San Nicolás (Zac.) (149-118 Ma) hemos reconocido varias fallas del Jurásico tardío – Cretácico temprano que por su edad y orientación pensamos que fueron formadas durante una etapa de deformación asociada a la apertura del Golfo de México. En esta localidad es posible observar que estas mismas estructuras fueron cortadas por otras de orientación NE 45 de edad Miocénica.

Durante el estudio sistemático de fallas activas durante el Terciario medio y tardío en las regiones de San Luis de la Paz (Gto.), Santa María de la Paz (SLP), Sierra de San Miguelito (SLP), Pinos (Zac.), Salinas Hidalgo (SLP) y San Nicolás (Zac.) hemos reconocido en imágenes Landsat 7 un conjunto de lineamientos que tienen rumbos similares a los de las megaestructuras anteriormente citadas, lo que sugiere que pueden ser estructuras cuya orientación fue determinada por anisotropías en el basamento. Con base en las relaciones observadas en San Nicolás y en que la escala y actitud estructural de estos lineamientos es semejante a la de las fallas de basamento mejor documentadas en Coahuila, suponemos que los lineamientos en la Mesa Central pueden estar controlados por fallas consanguíneas con las megacizallas (i.e. haber sido neoformados bajo un mismo sistema de esfuerzos) y tener historias similares con varias etapas de reactivación.

Las fallas estudiadas fueron datadas por distintos métodos, dando resultados confiables y concordantes con los mapeos de campo, así como con la reconstrucción estructural desde el Jurásico Superior hasta el Mioceno.

Las imágenes fueron procesadas con ERMapper y con Arc-View Image Analysis, las bandas preferidas fueron RGB 531, 741, 437 con ajuste de eualización.

La interpretación tectónica fue hecha con ayuda de Arc-View-GIS y con la proyección de Mercator.

SE01-12

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE COMPONENTES PRINCIPALES EN LA EXPLORACIÓN GEOQUÍMICA DEL DISTRITO MINERO SANTA TERESA, MUNICIPIO DE MAGDALENA DE KINO, SONORA, MÉXICO

Beltran Encinas Jose Carlos¹, Espinoza Maldonado Inocente¹, Anaya Heredias Carlos² y Ochoa Landin Lucas¹

¹ Depto. de Geología, Division de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora

² Depto. de Ingeniería Química, Division de Ingeniería, Universidad de Sonora
inocente@geologia.uson.mx

Se aplica el método estadístico de análisis de componentes principales (PCA, principal component analysis) sobre datos geoquímicos de muestras de suelo colectadas en el Distrito Minero Santa Teresa, Magdalena de Kino, Sonora. En este estudio se manejaron 19000 muestras de suelo, las cuales fueron analizadas por Oro además de 26 elementos. La matriz de datos resultante de estos análisis, consiste de 19000 renglones por 27 columnas. El muestreo se efectuó en áreas circundantes a la mina Santa Gertrudis, cubriendo un área de aproximadamente de 256 km².

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística utilizada para determinar las variables precisas de una base de datos multidimensionales. La reducción de la dimensionalidad de los datos químicos facilita su visualización y graficación; lo cual facilita la identificación de grupos de elementos asociados o correlacionados.

Debido a la gran cantidad de datos, para poder realizar el análisis de componentes principales, fue necesario dividir el área en ocho bloques, basándose en anomalías de oro sobre un plano de isovalores. Al aplicar el método solo se utilizaron seis de los ocho bloques. El método de componentes principales, primeramente se utilizó para, establecer asociaciones de variables (elementos) a partir de los elementos mas fuertemente correlacionados con la primera (PC1) y segunda componente principal (PC2). Los elementos del bloque G11 correlacionados positivamente con PC1 y PC2 son: Ag, Pb, Cd, Au, Sb Mo, Cu, As, Bi, de estos, escogieron los de mayor varianza y se analizó la relación de estos con el Au. Este nuevo grupo de elementos, se utilizó como una nueva variable numérica en la identificación de anomalías. Con esta información, se generaron planos de isovalores de oro para definir nuevas áreas de exploración.

Los mapas geoquímicos generados por este estudio son comparables con los resultados de mapas geoquímicos previos. Los mapas generados pronostican por lo menos el 60 % de las ocurrencias desconocidas. Estos mapas pueden ser utilizados en forma directa, en trabajos de exploración en búsqueda de nuevos prospectos o nuevos depósitos.

Esto último, representa una de las grandes ventajas de la aplicación de componentes principales, puesto que en lugar de identificar anomalías individuales se identificaron anomalías de grupos de elementos. El resultado fue la definición de nuevas áreas como blancos u objetivos de exploración.

SE01-13

ORO EN EL GNEIS NOVILLO, TAMAULIPAS, MÉXICO

Eguiluz de Antuñano Samuel¹, Amezcua Torres Natalia² y Aquino Antonio²

¹ Consultor

² Centro Experimental Oaxaca, Consejo de Recursos Minerales
s_eguiluz@hotmail.com

Publicaciones y archivos consultados por los autores no indican presencia de oro en el Gneis Novillo, Tamps., aquí se reporta la existencia de este metal en la localidad del Cañón del Novillo, Tamaulipas. El oro nativo se presenta puro, amarillo y brillante, en finas vetillas de forma irregular a subcuadrática, de 3 mm a 4 mm, rellenando fracturas de grosor capilar, esparcidas en un área de 4 m², el oro en afloramiento no observa continuidad lateral sobre el arroyo limpio de vegetación. Las fracturas están orientadas N10°-12°W e inclinadas 25° a 34° al NE y coinciden con planos de foliación. El gneis cataclástico es la roca huésped y numerosos diques de andesita con oxidación ocre tienen orientación N80°-90°E e inclinados 80° al SSE a verticales, con planos de corrimiento centimétrico lateral dextral de N10°W a N15°E e inclinados al poniente 75° a 90°. Los mejores valores de análisis por ensaye al fuego y centrifugación con malla de 200 indican 0.054 gr/ton de Au en una de 5 muestras y 4 gr/ton de Ag en todas las muestras. Con luz reflejada y petrografía el oro no aparece diseminado en la roca huésped y no se hicieron análisis en los diques vecinos que tienen sulfuros y oxidación.

Trabajos anteriores en el área clasifican al Gneis Novillo como Ortogneis bandeado (protolito gabro-anortosítico ?) cortado por granulitas básicas y como Paragneis (protolito sedimentario?), ambos con variable grado cataclástico y desarrollo de ojos. La foliación media es de N52°W con 75° de buzamiento al NE y con bandas paralelas a ésta. La sección tiene diques andesíticos porfídicos de biotita, semideformados y con poco metamorfismo, asociados con sulfuros. Geotermobarometría en el gneis indica una temperatura de formación de 778°C y presiones de 8.9 a 9.7 Kb (equivalente a una profundidad de 30 km o más en el subsuelo), con proceso retrogrado. Isotopía Sm-Nd indica una formación entre 1.54 a 1.37 MMA y un metamorfismo de 0.90 MMA de deformación Grenvilliana.

La mineralización de Au en fracturas paralelas a la foliación y diques básicos con sulfuros se asume pertenece a una fase de extensión post-grenvilliana, el Au pudiera haberse generado en una cuenca back arc de extensión. En San Miguel Peras, Oxa., hay rocas Precámbricas con vetas orientadas NW-SE inclinadas subhorizontales al SW formadas por cuarzo lechoso con sulfuros y Au nativo, que tienen desde 8 hasta 40 gr/ton. Se recomienda realizar estudios detallados en rocas precámbricas para evaluar su potencial económico. A nivel global el oro en rocas precámbricas económicamente es importante, sin embargo en el cinturón Grenville comparativamente no tiene producción relevante.

El oro está afuera de la reserva minera de asbesto del CRM y se encuentra en el área de amortiguamiento de la zona especial sujeta a conservación ecológica Altas Cumbres, particularmente enfocada para la preservación y restauración del bosque de pino-encino y protección de cauces; lo anterior no impide las actividades mineras ajustadas a las Normas Ecológicas respectivas que permiten el aprovechamiento racional y uso sustentable de sus recursos minerales.

SE01-14

COMPORTAMIENTO DE LOS FLUIDOS EN LA GÉNESIS DE LOS MANTOS DE CELESTITA EN LA SIERRA DE LOS ALAMITOS, COAHUILA

Ramos Rosique Aldo¹, González Partida Eduardo², Tritlla Jordi² y Levresse Gilles²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
aldoramro@geociencias.unam.mx

Inclusiones fluidas de la provincia de mantos de celestita en el norte de México fueron analizadas con microtermometría para evaluar la evolución geoquímica de los fluidos mineralizantes, verificar la pertenencia de estos depósitos a los del tipo Mississippi Valley y proponer posibles criterios de prospección. Las muestras analizadas pertenecen a la mina El Venado, en la Sierra de Los Alamitos, Coahuila. Se describen inclusiones bifásicas de salmuera y vapor. Las inclusiones presentan temperaturas de homogenización entre 70-198°C, y salinidades de 1.74-19.29 wt%. Existen inclusiones decrepitadas y que han sufrido stretching, por lo que las Th's menores son las que mejor representan el fluido original.

Diagramas de temperatura ayudan a reconstruir la evolución de los fluidos mineralizantes, los cuales se encuentran en el rango de aquellos que forman los depósitos tipo Mississippi Valley.

Los yacimientos de celestita se encuentran bordeando altos estructurales, en este caso el de la plataforma carbonatada de Coahuila. La salmuera atrapada en las inclusiones parece tener una relación genética con las salmueras reportadas de cuencas petroleras jurásicas adyacentes a las plataformas y similitud con los fluidos reportados de yacimientos tipo Mississippi Valley.

Se interpreta que los fluidos ricos en estroncio migraron a lo largo de los márgenes de plataforma durante el Terciario vía zonas de extensión relacionadas al tectonismo de la provincia de Cuencas y Sierras. La mezcla de diferentes salmueras fue responsable de la precipitación y la mineralización.

SE01-15

DISTRIBUCIÓN DE LOS YACIMIENTOS TIPO MVT (BARITA, FLUORITA, CELESTITA, PB-ZN) EN EL NORESTE DE MÉXICO

Puente Solís Rafael, González Partida Eduardo, Tritlla Jordi, Levresse Gilles y González Sánchez Francisco

Centro de Geociencias, UNAM

rpunte@geociencias.unam.mx

En este trabajo se realizó una integración de informes en un sistema de información geográfica (SIG), en el NE de México, atendiendo exclusivamente a los yacimientos no metálicos del tipo MVT como son: fluorita, barita, celestita, y algunos metálicos de Pb-Zn que se comporten de manera estratiforme y con una ausencia visual de intrusiones. Esta fase de trabajo consistió de una búsqueda y análisis de información de los archivos técnicos del Consejo de Recursos Minerales (CRM), la creación de una base de datos para el manejo del SIG sobre una base topográfica y geológica. Del análisis de más de 500 reportes se pone en evidencia que en el Norte del Edo. de Coahuila aparecen un conjunto de depósitos estratoligados compuestos esencialmente por barita de alta pureza, celestita, fluorita

y de Pb-Zn. Estos mantos están distribuidos en estrecha relación a la península de Coahuila y en conjunto conforman el borde de la llamada cuenca de Sabinas.

El trabajo de campo confirmó que estos depósitos se caracterizan por presentar estructuras bandeadas, texturalmente similares a "ritmitas", constituidas por la alternancia de bandas "claras" y "oscuras". Estas texturas junto con la presencia de abundante materia orgánica sugieren que dichos "mantos" pudieron tener un origen a partir de salmueras de cuenca por procesos similares a los que originan los depósitos de tipo "Mississippi Valley-Type" o MVT. Este tipo de yacimientos se caracteriza por localizarse geográficamente en los bordes de plataformas donde la migración de fluidos es debido a una compleja evolución paleogeodinámica, los datos de inclusiones fluidas (en 15 yacimientos) revelan la presencia de hidrocarburos y temperaturas de formación que van de 40° a 170°C y Salinidades medias y una composición de halógenos [(Cl, Br, I), excelentes trazadores del origen de los solutos], que apuntan hacia salmueras mineralizantes producto de una mezcla de aguas de cuenca con superficiales.

SE01-16 CARTEL

REVISIÓN DE LA MINERALIZACIÓN BARÍTICA EN EL NORESTE DE MÉXICO

Cruz Gámez Esther M.¹, Velasco Tapia Fernando¹, Alonso Ramírez Juan A.¹ y Castro Larragoitia Javier²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Facultad de Ingeniería, UASLP
emcgamez02@yahoo.com

En el Noreste de México se extienden un sinnúmero de cuerpos baríticos, ellos se distinguen en dos zonas, una en la parte septentrional: distritos de las sierras Las Tapias (SLT) y Santa Rosa (SSR) en Coahuila y la otra en su porción meridional: distrito de Galeana (Nuevo León). En esta unidad se exponen rocas que van desde el Precámbrico hasta el reciente; sin embargo, la mineralización barítica se desarrolla sólo en rocas sedimentarias del Mesozoico. Se vincula a las formaciones de margen pasivo Zuloaga (Jurásico Medio) y Cupido (Cretácico Inferior) en su parte septentrional y a Huizachal (Triásico?) en el distrito Galeana.

El NE ha sido afectado por fallas corticales de larga vida (Jurásico-Terciario), unas de las más aceptadas son las llamadas San Marcos y La Babia; así como por la orogenia Laramídica. Vinculado a esto ha tenido lugar una actividad ígnea que se extiende desde el Jurásico hasta el Holoceno. En la SLT no se ha reportado vínculo de la barita con este magmatismo, mientras que en la SSR es a través de basaltos olivínicos del Plioceno-Cuaternario, que se relaciona con los mantos sólo cortándolos o sobreyaciéndolos. En Galeana hay una probable relación temporal de la mineralización con pórfidos de composición intermedia, posiblemente del Mioceno?.

La mineralización barítica de estos sectores, a partir de los datos que se poseen, tienen composición y propiedades particulares, que reflejan los episodios ocurridos. Los mantos de barita de SLT y SSR poseen: 34S=17.11, BaSO₄=85-95%, PE=4 y 4.26 gr/cm³ y las vetas de Galeana: 34S=14.76, BaSO₄=80-85% y PE= 4 y 4.38 gr/cm³. Esto además de su calidad para la industria, nos indica que la composición de las soluciones hidrotermales ha estado influenciada por aportes sedimentarios. Las baritas septentrionales ocurren en mantos interestratificados, en ocasiones plegados y fallados con las

calizas encajonantes, a diferencia de las de Galeana, en ésta los cuerpos se alojan en vetas y fracturas de dirección NE-SW, a su vez están desplazadas por fallas de poca magnitud.

Se considera que los mantos mineralizados dentro de las calizas, en los distritos septentrionales, pudieron ocurrir de forma exhalativa en el Jurásico Medio-Cretácico Inferior, influenciado por la reactivación de las fallas de larga vida en la paleocuenca de margen pasivo y la sedimentación que ocurría; expresando además, procesos de movilización secundaria. Para el caso de Galeana, la barita en vetas y fracturas alojadas en areniscas y calizas, parecen haber tenido lugar a partir de una solución generada en un tiempo poslaramídico y de carácter epigenético, donde las rocas colindantes y la existencia de alguna reactivación magmática, unido con el fracturamiento laramídico, dieron el ambiente apropiado para la precipitación del BaSO₄. Esto indica, que durante el Mesozoico, se han desarrollado varios eventos metalogénicos, a partir de procesos de mineralogénesis distintos, dando lugar a los tipos genéticos: exhalativo sedimentario y de vetas.

SE01-17 CARTEL

SOURCE AND EVOLUTION OF THE ADAKITE-RELATED MEZCALA FE-AU SKARN DISTRICT, GUERRERO, MEXICO

Levresse Gilles¹, Gonzalez Partida Eduardo¹, Tritlla Jordi¹, Cheilletz Alain², Gasquet Dominique³ y Deloule Etienne²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Crpg-Cnrs, France

³ Cism-Edytem, France

glevresse@geociencias.unam.mx

The Mezcala gold district, Guerrero, Mexico, is an oxidized Fe-Au skarn deposit, genetically associated with an adakitic magmatic event dated 63±2Ma. The geochemical anomalies (MgO, Cr, Ni) observed in the intrusive adakites are higher than the generated adakites. Such geochemical features are interpreted to represent an adakite magma that reacted with a mantle wedge. The Sr/Yvs.Y plot shows a clear overlapping relationship between intrusions associated with Au-Cu deposits and adakites worldwide. The high La/Sm and Sm/Yb ratios are consistent with an amphibolite-garnet source for adakite rocks at Mezcala.

The inner and outer alteration patterns and the mineralogical sequence (high garnet/pyroxene ratio, high ferric/ferrous ratio >1, predominance of Fe-poor garnet and pyroxene, low total sulfides) found in Mezcala are compatible with the description of an oxidized gold skarns.

The fluids associated with the skarn formation and economic mineralization were high-temperature NaCl-KCl brines (250-400°C, 20-50wt.% NaCl_{eq}). The fluids associated with the retrograde alteration have lower temperatures and salinities (100-300°C, 00-10 wt.%NaCl_{eq}). RAMAN microspectrometric results indicate the presence of halite (S1), sylvite (S2), hematite (S3), anhydrite (S4), and an unidentified crystal (S5). Carbon and Oxygen isotope analyses in the inner calcite zone (-9.98 to -11.64‰ and +13.21 to +14.59‰, respectively) unequivocally indicate the dominantly magmatic character of the hydrothermal fluid. Carbon and Oxygen isotopes from the outer calcite zone zone (-8.81 to +3.45‰ and +12.95 to +22.77‰, respectively) suggest a complex mechanism of degassing and subsequent cooling/dilution of the resulting magmatic brine with the meteoric waters.

Gold appears to be spatially, temporally, and genetically closely associated with the adakite stock, whereas its transport is related with the outflow of highly oxidized magmatic brines from the intrusion. The lack of sulfides supports gold transport by chloride complexes. Gold precipitation is triggered by cooling/dilution of the degassed magmatic brine by the meteoritic fluids.

SE01-18 CARTEL

FLUID ORIGIN OF THE STRATABOUND CELESTITE DEPOSITS IN THE SABINAS BASIN, COAHUILA, MEXICO

Tritlla Jordi¹, González Partida Eduardo¹, Levresse Gilles¹, Banks David², Taberner Concepción³ y Corona Esquivel Rodolfo⁴

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Earth Sciences School, The University of Leeds, United Kingdom

³ Institut Jaume Almera, CSIC, Barcelona, España

⁴ Instituto de Geología, UNAM

jordit@geociencias.unam.mx

The Sabinas Basin hosts numerous celestite deposits as lens-shaped bodies, up to 2 m thick and a total length exceeding 500 meters, intercalated within the carbonates of the Cupido Formation (Aptian). They are composed by euhedral to subhedral, prismatic to tabular, blue to black celestite crystals, up to 20 cm in length and 5 cm width, with subordinate calcite and minor gypsum and native sulfur. The crystal size increases from the border (sucrose celestite) to the center (big euhedral crystals) of the bodies; as a general pattern, crystals are arranged as rhythmites composed by the alternance of organic matter-rich (fetid) and organic matter-poor celestite. As a whole, the celestite deposits around the Sabinas Basin represent the biggest anomaly of Sr in the crust known so far .

A fluid inclusion study has been undertaken to reveal the nature of the fluids involved in the genesis of these deposits. Fluid inclusions found in celestite and calcite are scarce, mainly bi-phase with a visually estimated degree of filling of 0.9 to 0.95. Homogenization temperatures are very constant and range from 80 to 110°C, with salinities between 9 and 13 wt% NaCl eq. The brine halogen composition on a Cl/Br vs Na/Br molar ratio plot on the trend defined by the evaporation of seawater, while in a ppm Cl vs Cl/Br plot away from the seawater evaporation line but parallel to it, indicating that the solution was mainly modified by dilution. These brines are closely related with the migration of hydrocarbons in the Sabinas Basin.

SE01-19 CARTEL

MINERALOGY, AGE AND REGIONAL CONTROL SETTING OF LA NEGRA AND ZIMAPAN SKARN ORE DEPOSITS, CENTRAL PART OF MEXICO

Vassallo Luis¹, Arkhipova Natalia A.², Shatagin Nikolai N.², Sousa J. Ernesto³, Solorio Munguia José Gregorio¹ y Ortega Rivera Amabel¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Moscow State University

³ Cia. Minera La Negra

vassallo@servidor.unam.mx

Zimapan and La Negra ore districts are situated in Central Mexico in the territory of the states of Queretaro and Hidalgo. The deposits settle down in the limits of a laramide foldbelt of Central

Mexico. Both areas contain silver-polymetallic skarn orebodies, which are connected with intrusions of Eocene age in the limestone sediments of El Doctor formation of early-cretaceous age.

Plutonic systems are represented by multiphase intrusions, such as stocks and dykes, which characterize evolution of magmatic system from middle solution up to felsites, and the various displays of metasomatism and ore mineralization at different stages are connected to separate intrusive phases. The La Negra deposit is connected with intrusion of a granodiorite stocks and quartz-monzonite dikes. Zimapan deposit is characterized by connection of ore mineralization with stocks of quartz-monzonite and lamprophyre. Inclusions have high homogenization temperatures with majority of data ranging between 330-600 ºC. Salinity of these inclusions are 33-70 weight % total salts.

Comparison of mineral paragenesis, control setting and fluid characteristics between Zimapan and La Negra ore zones shows, that both deposits are similar. The only difference is spurrite mineral association that is widely spread in La Negra deposit. The absence of spurrite at Zimapan can testify to the greater depth of intrusions, in comparison with La Negra deposit. We recognize 4 stages of precipitation of ore minerals in both deposits whereas there are 6 stages for the wall rock alteration for the formation of skarn deposits.

The age (K/Ar method) of intrusions, to which the La Negra deposit is connected, are from 38.7 to 39.6 Ma; and intrusions in Zimapan area are from 40.8 to 43.6 Ma.

Landsat TM imagery was used to map the intrusive bodies as well as the control structures, with the aid of ERMapper and Arcview-GIS-Image software. The NW-SE structures inherited of the upper cretaceous, played an important control in the distribution of the intrusives, a second set of NE-SW structures control the form of ore bodies and their distribution.

Sesión Especial

Correlación regional entre el Sur de México
y los Andes del Norte

Jueves 4

Salón Mariposas 1

SE02-1

CORRELATION PALEOZOIC AND PROTEROZOIC TERRANES OF SOUTHERN MEXICO WITH THE NORTHERN ANDES BASED ON U-PB GEOCHRONOLOGY OF DETRITAL ZIRCONS

Ruiz Joaquin¹, Talavera Mendoza Oscar² y Gehrels George¹

¹ Department of Geosciences, University of Arizona, USA

² Universidad Autónoma de Guerrero
jruiuz@geo.arizona.edu

Much has been written about the relationship of the Proterozoic Oaxaca complex and Paleozoic Acatlán Complex of southern Mexico with the northern Andes. Here we show new U-Pb geochronology of detrital zircons of all the units of the Acatlán Complex and some of the Paleozoic cover of the Oaxacan Complex that show that the provenance and the depositional history of the Acatlán Complex and the age of source rocks and their orogenic affinities is from either Gondwana, Laurentia or Oaxaquia, even though the sedimentary packages are presently juxtaposed. These new data clearly show that our understanding of the history of the Acatlán Complex is poor, at best.

The zircons from the Paleozoic strata of the Oaxaca Terrane have ages of 993 Ma with subordinate clusters of 358 and 472 Ma. The mid-Proterozoic ages suggest a proximity of this terrane with northwestern South America, as southwestern portions of the Amazon craton and possibly basement massifs in the northern Andes contain igneous rocks of appropriate age. Grenville rocks of North America yield older ages.

The U-Pb zircon ages from the Xayacatlán Formation range from 447 to 3115 Ma. Only five zircons show U/Th ratios >10 indicating that most zircons are magmatic. The cumulative age pattern shows the most important zircon clusters at 447-550 (peak at 477 Ma) and 590-795 (peaks at 603 and 708 Ma). Smaller but distinctive populations occur at 800-1400 (peaks at 946 and 1128 Ma) and 1651-1964 (peak at 1821 Ma) with a few grains in the range 2550-3115 Ma. Zircons from the Cosoltepec Formation yield U-Pb ages ranging from 341 to 3451 Ma. The age-probability curve shows important populations at 500-750 Ma (peaks at 543 and 568 Ma). Minor populations occur in the range 341-450 Ma (peaks at 345, 394 and ~410 Ma), 800-1000 Ma (peaks at 936 and 975 Ma) and 1780-2197 Ma (peaks at 1960, 2087 and 2197 Ma). Detrital zircons from two Chazumba samples (which likely correlates with the Silgará Fm of Colombia) yield nearly ages ranging from 249 to 1772 Ma. The large majority of zircons from Chazumba show low U/Th ratios typical of magmatic zircons. The cumulative age patterns show dominant zircon clusters in the range 249-440 Ma (peaks at 275 and 304 Ma) and 720-1400 Ma (peaks at 744, 922-943 and 1123-1171 Ma)

Our data show that the main units of the complex have different depositional histories and were deposited in contrasting paleogeographic locations at different times. The Xayacatlán Formation represents a Laurentian fragment, whereas that the Cosoltepec Formation is a South American (Gondwanan) suite. The Chazumba and the underlying Magdalena Formation contains zircons compatibles with both Laurentia and Gondwana sources. Our data further indicate that the Xayacatlán and Cosoltepec Formations evolved independently at least until the Silurian. The Chazumba and Magdalena Formations were deposited during Early Permian time and accordingly, their amalgamation with Cosoltepec and Xayacatlán Formations could not have occurred until the final assembly of Pangea.

SE02-2

C-ISOTOPE STRATIGRAPHY OF A VENDIAN CARBONATE SUCCESSION IN NORTHWESTERN ANDES: IMPLICATIONS FOR THE NW ANDES-MEXICO CONNECTION

Silva Tamayo Juan Carlos¹, Sial Alcides¹, Ferreira Valderez¹ y Estrada Juan Jose²

¹ Department of Geology, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil

² OMYA, Colombia
juancst@ufpe.br

Geochemical, geochronologic, lithostratigraphic and paleontologic data have been used to investigate a paleogeographic connection between high-grade metamorphic terranes of Grenvillian age from southern Mexico and eastern Colombia from Late Mesoproterozoic to Early Paleozoic (1,2). Nevertheless, such a paleogeographic connection, although widely accepted, has remained controversial; and no consensus have been reached on the NW Gondwana paleogeography during the terminal Proterozoic-Early Paleozoic time span (3).

C-isotope chemostratigraphic data from lower amphibolite-facies marbles of the Cajamarca-Valdivia terrane (C-V), eastern flank of Central Cordillera of Colombia, were used, in this study, to constrain the depositional age for their sedimentary protoliths and to contribute to the paleogeographic reconstruction of NW South America during the terminal Proterozoic-Early Paleozoic time span.

Predominantly positive $\delta^{13}C$ values ($\sim +4\%$ PDB) conforming an isotopic plateau and interrupted just by a single negative shift to -3.6% PDB, were observed. These chemostratigraphic pathways are comparable with those from well-calibrated Vendian limestone sequences, and suggests a depositional age between 560 and 545 Ma for the sedimentary precursors. This depositional age, and the presence of boulders of C-V metasediments in Ordovician metasediments (Santa Teresa), on the other hand, suggests that the former can no longer be correlated to Ordovician metasedimentary successions overlying the high-grade Grenvillian age basements in eastern Colombia (e.g. La Cristalina, El Higado and Santa Teresa Fms).

The depositional age here proposed, alternatively, suggests either that the C-V is autochthonous to para-autochthonous to the NW margin of Gondwana and that the studied marbles, and correlative successions from Ecuador and Peru (La Loja and Oro terranes), were deposited in the northwestern continental margin of Gondwana during the Vendian. If the C-V is considered as allochthonous or para-autochthonous, as so far proposed, it would have been accreted to the NW margin of Gondwana before early Ordovician times. This rules out the idea that the high grade Grenvillian-age terranes from southern Mexico, which lack Vendian-Cambrian carbonate successions, remained attached to northwestern Gondwana (eastern Colombia) from the terminal Proterozoic until the Early Paleozoic. Instead, it suggests that these terranes were rifted away from the western Gondwana margin before 570 Ma. The presence of similar Early Ordovician graptolite fauna in sedimentary successions overlying the Mexican Grenvillian-age massifs and in metasedimentary successions of eastern Colombia suggests that the Mexican terranes remained as float rafts out board the northwestern Gondwana during the Early Paleozoic. Faunal similarities resulted from ocean water circulation and/or biologic migration, a fact well documented in other regions of South America (4). Finally, the presence of Vendian carbonate successions in eastern-northeastern Colombia and western Argentina

(1, 5, 6), some of which have been dated by using C-isotope stratigraphy, suggests that a large continental margin was established along western Gondwana during the terminal Proterozoic.

SEO2-3

REGISTRO TECTÓNICO Y CORRELACIONES REGIONALES DE LAS ROCAS GRENVIILLIANAS DE LOS ANDES COLOMBIANOS

Cardona Molina Agustin¹, Cordani Umberto¹ y Jimenez Diana²

¹ Universidad de São Paulo, Brasil

² INGEOMINAS, Colombia
acardona@usp.br

Nuevos datos geológicos e isotópicos recientemente obtenidos en las rocas Proterozoicas dispersas en los Andes Colombianos, permiten la reconstrucción de los diferentes periodos de su evolución geológica, y su correlación con otros dominios y provincias tectónicas regionales.

La evolución geológica puede caracterizarse en tres eventos principales: (1) entre 1250-1170 Ma formación de protolitos sedimentarios y volcanicos en cuencas extensivas, posiblemente de rift o back-arc, e inclusive arcos continentales, asociados al retrabamiento de una margen continental con una historia magmatica entre 1250-1600 Ma, asi como componentes de evolución cortical mas antigua; (2) continuidad de un arco magmatico continental ha 1160 Ma, (3) inversión tectónica con la formación de dos eventos metamórficos, uno de ellos aparentemente contemporaneo con la evolución del arco magmático (1150-1190 Ma), y el otro de caracter colisional, con un registro temporal diacrónico entre 1100-1000 Ma.

Las correlaciones tectónicas y similitudes isotópicas sugieren que estas rocas Proterozoicas podrian haber sido formadas en una margen continental semejante al SW del Craton Amazónico, y la existencia de una actividad de arco magmatico hasta ~1160 Ma, excluye las propuestas de una transferencia de estos dominios de Laurentia, donde los vestigios de los ultimos arcos magmaticos se extiende hasta ~1230 Ma.

La evolución geológica y temporal de los dominios Colombianos tambien presentan algunas semejanzas con las rocas Proterozoicas del terreno Oaxaquia en Mejico, aunque en contraste, las rocas Colombianas presentan un mayor componente de retrabamiento de corteza continental mas antigua. Adicionalmente, el registro geológico de los Macizos Colombianos y Mejicanos tambien presenta semejanzas con macizos Proterozoicos de los Apalaches.

La presencia de un evento metamórfico entre 1100-1000 Ma, incluye estos dominios como fragmentos de los orogenos de tipo Grenvillianos asociados a la configuración de Rodinia, y es posible relacionarlos a la colisión de la margen del Craton Amazónico con otra masa continental. A partir de los modelos paleogeográficos regionales para la proto-margen Andina del NW de Suramérica, tres posibles esquemas colisionales: (1) una colisión con Laurentia, en la cual el basamento Proterozoico de algunos terrenos aloctonos de los Apalaches podria corresponder a fragmentos del Craton Amazónico transferidos durante la colisión continental, (2) colisión con Baltica, (3) colisión con un micro-continente.

La geología del Paleozoico Inferior en las coberturas de los dominios Proterozoicos Colombianos, muestra posibles vestigios de una evolución tectono-sedimentaria de rift a margen pasiva,

relacionadas há la presencia de condiciones estables despues del evento tectónico continental Grenvilliano, hasta el Cambrico. En contraste al NE, en los Andes de Mérida (Venezuela), existen vestigios de una convergencia activa durante el Neoproterozoico y el Paleozoico Inferior, sugiriendo la existencia de una segmentación en la configuración de la proto-margen continental del NW de América del Sur, que tiene importantes consecuencias en la reconstrucción de los eventos Neoproterozoicos y Cambrianos que incluyen la fragmentación de Rodinia y la constitución de los arcos intra-oceanicos y continentales perifericos a la aglutinación tambien de Rodinia.

SEO2-4

THE METAMORPHIC BELTS OF THE CENTRAL PERUVIAN ANDES: REVIEW OF TECTONIC AND REGIONAL CORRELATIONS

Cardona Molina Agustin y Cordani Umberto
Universidad de São Paulo, Brasil
acardona@usp.br

Pre-Mesozoic basement inliers dispersed along the Andean chain have been considered as tectonic tracers of continental and/or terrane interaction of the South American margin with other crustal domains. Within this perspective, broad scale tectonic models related the tectonic evolution of the the Peruvian proto-Andean margin to Proterozoic Laurentia-Amazon Craton continental collision, placing North American and Mexican terranes against this continental margin during Late Neoproterozoic times. Paleozoic tectonic evolution is interpreted in terms of terrane dispersion, followed by Middle Paleozoic arc magmatism, and Permo-Triassic rift formation.

Review of published data and new observations from an ongoing research project on Central Peru basement domains, provides new insights in these hypothesis.

Three main metamorphic terrains constitute the framework of the Peruvian Andes: (1) The southern Arequipa domain, that includes a granulite basement, with a main 1.8-2.0 Ga crustal formation event, followed by a 1.2-1.0 Ga Grenvillian accretionary orogenic evolution, related to the collision of the western Amazon Craton with Laurentia or other continental mass. Neoproterozoic-Cambrian glacier related sediments cover this domains, and are in turned affected by Ordovician tectono-magmatic event, reseambling the tectonic record of the Fammatinian evolution of the Argentinan Andes. (2) The central domain (Marañon Complex) outcrops for at least 500 Km in a SW-NE trend, and it's made of different domains of meta-vulcano-sedimentary rocks with associated ultramafic rocks, deformed in the greenschist-amphibolite facies, apparently during Neoproterozoic-Cambrian times. Deformed Ordovician and Devonian passive margin sedimentary rocks, and undeformed Late Devonian calc-alkaline granitoids, truncated this Complex. Lithostratigraphic constraints suggest that the older tectonic evolution may be related to a Cordilleran type tectonic evolution. (3) The Olmos-Salas complex outcrops in northernmost Peru, it's made of a low grade psammo-pelitic metamorphic sequence, with associated deformed felsic dykes, and locally amphibolitic rocks, cut by sin-tectonic granitoids. Fossil remnants suggest Ordovician and Devonian protoliths. Its tectonostratigraphic position, its akin to a Late Paleozoic to Triassic metamorphic belt that characterized the Ecuadorian Andes.

From a regional perspective, the main 1.8-2.0 Ga isotopical fingerprints from the Arequipa protoliths shows some affinities with Appalachian Blue Ridge Proterozoic rocks, that link its evolution to Laurentia Collision.

The apparent presence of Neoproterozoic accretionary orogeny on the Marañon Complex, suggest that the Mesoproterozoic configuration of this proto-Andean margin follow a different trend, with an active convergent margin with an open sea, bearing possible correlations with the Avalonian related terranes. This trend contrasts with the mentioned Arequipa and Northern Andes Proterozoic domains, where stable tectonic configuration follow the Grenvillian collisional event, until Cambrian times.

Finally, the tectonostratigraphic record of the northern Olmos-Salas Complex may be related to the northern Amotape and Loja terranes of Ecuador, that record a possible Permo-Triassic collisional related tectonics, and contrast with the contemporaneous rift related tectonic evolution of the eastern Peru, autochthonous domain, suggesting that this segment can be also related to this suspect terrane.

SE02-5

NEW INSIGHTS ON THE PROVENANCE OF THE SOUTHERN MAYA TERRANE AND ITS IMPLICATIONS ON SOUTHERN MEXICO-SOUTH AMERICA CONNECTIONS

Weber Bodo¹, Schaaf Peter², Premo Wayne R.³, Iriondo Alexander⁴ y Ortega Gutiérrez Fernando²

¹ Depto. de Geología, CICESE

² Instituto de Geología, UNAM

³ USGS, Denver, CO. USA

⁴ Centro de Geociencias, UNAM
bweber@cicese.mx

Most of the southern Maya terrane is constituted of igneous and metaigneous rocks of the Chiapas massif, a large batholithic structure parallel to the Pacific coast of the states of Chiapas and eastern Oaxaca. Towards the west of the Tehuantepec isthmus similar plutonic rocks of Late Permian to Early Triassic age are intruded into granulite facies rocks of Oaxaquia. The latter was formed 1.3 to 1.0 Ga ago and metamorphosed during the Grenville orogeny at ~990 Ma (e.g. Solari et al., 2003). Zircon geochronology on orthogneisses from the Chiapas massif has shown that the average age of zircon cores is ~1.05 Ga, indicating that the protoliths of the Chiapas massif are probably part of Oaxaquia (Weber et al., 2004). However, no granulite facies Grenville-age basement is exposed within the Chiapas massif. The major tectonothermal event in the Chiapas massif is ~250-254 Ma old leading to medium- to high-grade metamorphism and anatexis in meta-sedimentary protoliths. East of the NE limit of the Chiapas massif, unmetamorphosed Permian sandstones of the Santa Rosa formation are exposed. A direct connection between Santa Rosa formation and Chiapas massif is therefore impossible during the Permian.

We present U-Pb SHRIMP data of zircons from a sandstone from the Santa Rosa formation and anatectic paragneisses from the Chiapas massif. The youngest concordant zircon of the Santa Rosa sandstone sample is 366 Ma old, making this the maximum age of sedimentation. Most of the zircons of the Santa Rosa sample have Pan-African ages (550-680 Ma). Other populations are of Silurian, Grenville, early Mid-Proterozoic, Early Proterozoic, and Late Archean age. One paragneiss sample from the Chiapas massif (north of Tonalá)

has zircon cores of only one provenance age ~1.0 Ga. Another paragneiss (close to Custepec) has zircon cores of Grenville age and another major population of ~1.4-1.5 Ga plus one 2.3 Ga grain.

The maximum age of sedimentation of both paragneiss protoliths is about 950 Ma, but the absence of any Pan-African grain makes it probable that sedimentation is of Late Proterozoic age along the passive margin of rifting Rodinia. We further conclude that the sediments of the Custepec sample cannot come from Oaxaquia because no 1.4-1.5 Ga zircons are known from Oaxaquia. Instead, we consider a provenance from the SW Amazon craton, where 1.4-1.5 Ga old rocks are widespread and in connection with rocks from the 1.0 Ga Sunsás event (Geraldes et al., 2001). This may also indicate that Oaxaquia had a position close to the SW Amazon craton during the breakup of Rodinia. The sediments of the Santa Rosa sandstone, without doubt, come from Gondwana but they do not have the same provenance than the Chiapas massif metasedimentary protoliths and they have a Paleozoic sedimentation age. Therefore, we consider different paleogeographic positions for the northern and the southern Maya terrane in the Late Paleozoic, but in any case in close connection with Gondwana.

SE02-6

THE 'SEPULTURA' UNIT - A MEDIUM TO HIGH GRADE METASEDIMENTARY SEQUENCE IN THE CHIAPAS MASSIF, SE MEXICO

Hiller Ralf¹, Weber Bodo², Hecht Lutz¹, Ortega Gutierrez Fernando³, Schaaf Peter³ y López Martínez Margarita²

¹ Naturkundemuseum Berlin

² Depto. de Geología, CICESE

³ Instituto de Geología, UNAM

ralf.hiller@museum.hu-berlin.de

The Chiapas massif, a large batholithic structure at the southern margin of the Maya terrane in southern Mexico, is thought to form part of a Late Permian active continental margin that extends from northern Mexico to northern South America (Torres et al., 1999). In the last years metasedimentary rocks ('Sepultura' unit) were described in the centre of the Chiapas massif (Weber et al. 2002). The type locality is situated 50 km west of Villaflores (Chiapas). Recently, we discovered several outcrops of similar metasediments in the entire Chiapas massif, demonstrating that metasediments are a common rock type; however, they are always surrounded by orthogneisses and intruded by deformed granitoids. The sequence is mainly composed of metapelites and metapsammities with intercalated marbles, calcilicates, and minor metagreywackes. The calcilicate rocks have two assemblages: (1) garnet, clinopyroxene, \pm wollastonite and (2) feldspar, clinozoisite, clinopyroxene, and quartz. Calcic marbles locally contain olivine or garnet lumps. Metagreywacke, composed of quartz, feldspars, pyroxene (partly amphibolized), is associated with the calcilicate rocks. The metapelites show medium to high-grade metamorphic conditions with partial anatexis. The mineral assemblage is feldspar, biotite, garnet, sillimanite and sometimes cordierite and spinel. White mica occurs as secondary mineral, i.e. replacing sillimanite. The migmatites often show a neosom with garnet surrounded by K-feldspar and quartz that indicates a melt building reaction like: biotite+sillimanite+plagioclase+quartz = garnet+K-feldspar+melt. Garnet-biotite thermometry and GASP barometry yielded peak metamorphic conditions at 730-780°C and ~5.8 kbar, whereas retrograde assemblages revealed thermal overprinting at ~540°C and ~4.5 kbar. Retrograde conditions are further indicated by chloritization of biotite and garnet.

The main strike direction of mostly subvertical foliation in the Sepultura unit is E-W and therewith angular to the NW-SE elongated Chiapas Massif and the Pacific coast. Isoclinal folding, often of melt layers, indicate compressive tectonics following to or contemporaneous with anatexis. Pervasive E-W striking foliation is younger than the latter event as most of the intrusive rocks are affected by this deformation.

U-Pb geochronology (SHRIMP) of zircons from anatectic paragneisses revealed the age of the high-grade event at 252-254 Ma, forming new igneous zircons or rims around Precambrian cores. Metamorphic rims of an orthogneiss sample have the same age whereas igneous zones of the same zircons are 271 ± 3 Ma old, interpreted as the age of the plutonic precursor (Weber et al., 2004). Uplift and cooling of the Chiapas massif is documented by $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ ages of hornblende ($246 \pm 2 - 240 \pm 2$ Ma) and biotite (238 ± 3 Ma).

A Late Permian high-grade tectonothermal event is unique in Mexico as plutons of similar age in Mexico are mostly undeformed. A possible scenario for compressive tectonics, high-grade metamorphism, and anatexis of the continental sedimentary basement of the Chiapas massif might be local tectonic switching along the Permian Pacific subduction zone. Changing subduction angle from steep to flat may be responsible for compression, stacking of hot crust, and anatexis in the Chiapas massif.

SE02-7

CRUSTAL EVOLUTION AND TECTONIC HISTORY OF THE PERMO-TRIASSIC GRANITOIDS OF THE COLOMBIAN CENTRAL ANDES

Vinasco Vallejo Cesar¹, Cordani Umberto¹, Gonzalez Iregui Humberto², Weber Scharff Marion³ y Pelaez Carolina⁴

¹ Universidad de São Paulo, Brasil

² INGEOMINAS, Colombia

³ Universidad Nacional de Colombia

⁴ Universidad EAFIT
cesarj@usp.br

New U-Pb SHRIMP ages in zircon, Ar-Ar ages in micas and amphibole, Nd-Sr isotopes and major and REE geochemistry results in granitic gneisses and granitic stocks of the central Cordillera of Colombia, suggest the presence of a collisional orogeny in Permo-Triassic times in the Northern Andes related to the construction of the Pangea supercontinent. The collision is recorded by metamorphic U-Pb SHRIMP ages in inherited zircons around 280 Ma and magmatic U-Pb SHRIMP ages in neofomed zircons around 250 Ma in syntectonic crustal granitic gneisses. Magmatic U-Pb SHRIMP and Ar-Ar Triassic ages around 228 Ma in granitic stocks indicate the presence of a late-tectonic mantle-crustal magmatism related to orogenic collapse and the beginning of the distension of the supercontinent. During this period of time, the Central cordillera of Colombia would have be located between southern United States and northern Venezuela in the core of the collision.

SE02-8

CONTROL DE EDAD DE ACRECENTAMIENTO DE BLOQUES AL OESTE DEL SISTEMA DE FALLAS DEL BORDE LLANERO: RESULTADOS PRELIMINARES DE PALEOMAGNETISMO EN ROCAS DEL TRIASICO-JURASICO EN EL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA Y CORDILLERA ORIENTAL DE COLOMBIA

Bayona Chaparro Germán
Corporación Geológica ARES
gbayona@cgaes.org

La mayoría de los modelos paleogeográficos propuestos para la esquina noroccidental de Suramérica "asumen" la continuidad lateral del basamento cristalino de la Cordillera Central y Oriental de Colombia desde finales del Paleozoico. Esta investigación utiliza técnicas de paleomagnetismo en rocas sedimentarias y volcánicas de edad Triásico-Jurásico para determinar si los terrenos comprendidos entre la paleosuturas de Guaicaramo (sigue aproximadamente el rumbo de la cordillera Oriental) y Romeral han tenido translación o rotación significativas. El estudio de la inclinación del componente magnético característico de unidades Triásico-Jurásico examinada en varios terrenos geológicos de Colombia y Venezuela permite considerar viable la hipótesis de translación de terrenos. Adicionalmente, eventos de metamorfismo y secuencia sedimentarias pre-Jurásicas, así como el registro fósil entre estos terrenos difieren y hacen mas viable la hipótesis de translación que de continuidad lateral.

En el macizo de Santander se ha muestreado las formaciones Bocas, Jordan, Girón de edad Jurásica y la Formación Tambor (Cretácico Inferior); en el macizo de Floresta se han tomado muestras en las Formación Girón (Jurásico) y Tibasosa (Cretácico Inferior); en el Valle Superior del Magdalena se van a coleccionar muestras en la Formación volcánica Saldaña (Triásico-Jurásico) y Yavi-Caballos (Cretácico medio). El muestreo esta diseñado para realizar tests de campo (pliegue, discordancia) con el fin de determinar la edad relativa de los componentes de magnetización.

Resultados preliminares en la Fm. Bocas y la secuencia clásica roja Jordan-Giron indican que se puede aislar componentes característicos de alta temperatura, registrados por hematita. Sin embargo, aun no hay resultados suficientes para determinar el tiempo de magnetización. Estos resultados se van a comparar con aquellos obtenidos en rocas del Triásico del Valle Superior del Magdalena y rocas del Jurásico en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Muy poca atención se ha puesto al estudio de la estructura y armazón estratigráfico pre-Cretácico en Colombia, pero varios estudios reconocen que estos factores juegan un papel importante en los cambios que se observan en la estructura actual de la Cordillera Oriental. Los datos de declinación del componente magnético característico tambien nos permitirá documentar rotaciones relativas de bloques regionales que ocurrieron durante los diferentes eventos de deformación de la Cordillera Oriental de Colombia.

SE02-9

COMPLEJO MÁFICO-ULTRAMÁFICO DEL CABO DE LA VELA, PENINSULA DE LA GUAJIRA COLOMBIA: REGISTRO OCEÁNICO DE LA SEPARACIÓN DE NORTE Y SURAMERICA

Weber Scharff Marion
Universidad Nacional de Colombia
mweber@unalmed.edu.co

La evolución tectónica Meso-Cenozoica de la margen NW del continente suramericano, esta marcada fundamentalmente por la formación de un nuevo océano relacionado a la separación de Norte y Suramérica durante la fragmentación del supercontinente Pangea, seguida por una compleja evolución intra-oceánica, dentro de la cual serian superpuestos y acrecionados ambientes tectónicos contrastantes (arcos de islas, "plateaus" oceánicos, islas oceánicas, complejos de subducción). Esta dinámica se encuentra registrada en los diferentes complejos de naturaleza ofiolítica dispersos a lo largo de la margen continental de Ecuador, Colombia y Venezuela.

En el segmento NW de la Península de la Guajira (región mas septentrional del Caribe Colombiano), se encuentra expuesto un Complejo Máfico-Ultramáfico constituido por cuerpos de serpentinitas (Srp+Op+Mgs±Cc), cortados por diques de gabro de grano grueso a pegmatíticos (Cpx+Plg), de carácter bandeado (SW-NE), y con evidencias de deformación dúctil y recristalización en condiciones de la facies anfibolita alta-granulita, afectados posteriormente por procesos de rodingitización y metasomatismo. Diques de microgabro no deformados (Plg+Cpx) orientados en dirección SE-NW cortan ambas unidades.

Las relaciones litoestratigráficas, petrológicas y geoquímicas de la porción ultramáfica y gabróica es comparable a los "low spreading ridges" y las ofiolitas alpinas formadas en zonas de corteza transicional relacionadas a rift continentales. Los diques de microgabro además de presentar orientaciones contrastantes, presentan características geoquímicas afines con magmatismo de arco.

Este conjunto de características geológicas sugieren que las rocas máfica-ultramáficas de esta región, registrarían los procesos de rift continental asociados a la separación de Pangea durante el Mesozoico Medio, y la posterior inversión tectónica e instalación de una margen continental activa en el Cretácico Superior-Paleogeno.

Aunque la posición actual de este fragmento se encuentra modificada por los procesos de dispersión tectónica que caracterizan la región NW de Suramérica; en la misma región se encuentran fragmentos del basamento Precámbrico y Paleozoico correlacionable con la margen continental y los terrenos alóctonos presente en Méjico y Cuba, indicando de manera indirecta que la geología de esta región registra la transferencia de terrenos entre las Americas asociada a procesos de rift y formación de nueva corteza oceánica.

SE02-10

TECTONIC CONSTRAINTS FOR A AN EARLY MESOZOIC PRE-BREAKUP CONFIGURATION OF THE NORTHANDEAN BLOCK

Kammer Andreas
Universidad Nacional de Colombia
akammer@ciencias.unal.edu.co

Current restorations of a pre-breakup constellation of the circum-Caribbean provinces imply a considerable overlap between Centromerican terranes and cratonic South America, presupposing an intracontinental origin for the Northandean block. The Northandean block hosts, however, the northern continuation of a well-evolved Late Triassic-Early Jurassic magmatic arc, which characterises a regional subduction setting all along the Early Mesozoic Andean border. The Northandean block likely occupied, therefore, a position along the continental margin.

The magmatic activity associated to this Early Mesozoic magmatic arc reached a climax shortly after its Triassic-Jurassic inception. Concomitantly, the continental edge underwent a significant uplift, assuming the shape of a W-vergent monocline. The magnitude of this event is documented by a regional unconformity, which beveled all Paleozoic units and part of the metamorphic basement. The formation of this monocline documents an isostatic rebound, possibly triggered by the formation of an asthenospheric wedge at a steeply inclined or receding slab.

By its voluminous magma generation, this Early Mesozoic arc should represent a regional reference for establishing a correlation between South- and Centroamerican terranes. In its northern part this arc defines by the nested batholiths of the Sierra Nevada de Santa Marta a well evolved segment. Further north, in the Guajira Peninsula, an intrusive belt is virtually absent, though a volcanic activity is still manifest in Jurassic deposits overlying the metamorphic basement. By its low-grade sequences the metamorphic basement the Chortís block closely correlates to the low-grade units of the Northandean basement and forms thus a possible link to the Northandean block. Preliminary observations report here on a Middle to Late Jurassic deformation phase in the Honduras group. This deformation likely reflects a transpressional deformation regime and fits into a regional scenario of an oblique convergence between the Farallon-Kula plate and this Centroamerican terrane. Approaching the Southamerican craton, beyond a fracture zone identified by a biotic exchange in the Middle Jurassic ("Hispanic corridor"), the continental margin is supposed to have swung into a near convergence-normal position, according to the intensive Triassic-Jurassic magmatic imprint on the Southamerican continental margin.

This scenario should be validated in the light of the Late Triassic-Early Jurassic rift phase that pervasively affected the Southamerican plate margin. Its most outstanding feature was a NNW-trending, single-stranded precursor of the Bucaramanga fault which accommodated an oblique, right-lateral displacement between two tectonic domains. Accordingly, the western block of this strike-slip fault underwent, as a consequence of its free board, a pronounced back-arc spreading, while this NW-directed extension was much more constrained on the continentward eastern block.

SEO2-11 CARTEL

P-T PATHS CONSTRAINTS FROM THE NORTHWESTERN BASEMENT OF THE CENTRAL CORDILLERA OF THE COLOMBIAN ANDES AROUND THE CITY OF MEDELLÍN: INSIGHTS ON THE TECTONIC EVOLUTION OF A POLYOROGENIC PALEOZOIC DOMAIN

Bustamante Londoño Andrés, Juliani Caetano, Cardona Molina Agustín y Vinasco Vallejo César
Universidade de São Paulo, Brasil
andresbl@usp.br

Reconstruction of metamorphic trajectories based on integrated geothermobarometry and microstructural analyses, commonly improves the understanding of physical and geotectonic settings of a specific crustal segment.

Paleozoic tectonic evolution of the NW Andes is commonly related to a series of accretionary orogens that ends with the Late Paleozoic Pangea agglutination.

In the western flank of the Central Cordillera in the Colombian Andes near the city of Medellín, outcrops two juxtaposed Pre-Mesozoic metamorphic belts that record contrasting metamorphic and temporal evolutions. A western amphibolite facies metabasite and metapelitic one, group in the Caldas Amphibole Schists (CAS) and Ancón Schists (ASC), intruded by an associated meta-granite (La Miel Gneiss); and an easternmost, composed also of metabasic and metapelitic rocks, metamorphosed in the amphibolite-granulite facies with associated migmatites (El Retiro Group).

Microstructural, geothermobarometric studies with internally consistent thermodynamic databases and conventional thermobarometry from the CAS follows a counterclockwise P-T-path, with pressures between 6,3-13,5 kbar, and narrow temperature variations (550-630°C). The ASC exhibit a complex P-T path, with heating accompanied by pressure increase within the sillimanite, and a counterclockwise return in the kyanite field, showing metamorphic T conditions of progressive metamorphism between 400-570°C, whereas the retrograde path is between 640-635°C and 7,4-7,2 kbar.

From El Retiro migmatites, geothermobarometric calculations indicate a strong decompression (8,7 to 2,7 kbar), with a narrow variation in the temperature field (740-633°C).

The obtained metamorphic paths and available geochronological data, suggest that the tectonic evolution of the CAS and ASC could be related to a Pre-Devonian subduction environment. This belt was subsequently intruded by a Devonian syn-tectonic granitoid of collisional character.

The Permo-Triassic evolution of El Retiro Group is included within a broader metamorphic and granitoid belt that has been related to a late collisional event. The strong isothermal decompression found on the studied migmatites, and the presence of associate middle to lower crust fragments could be related to melt assisted exhumation of the orogen.

Geologic relations between the two studied belts remain a matter of speculation, and their juxtaposition probably related to Devonian or earlier times, or can be part of a late Paleozoic event. In either cases, the Triassic migmatite belt could be a manifestation of the regional Permo-Triassic event that also locally reset some isotopic systems.

Within a regional paleogeographic perspective, these three main tectonic environments can be interpreted in terms of a subduction orogen, followed by a Devonian accretionary orogen, and a late collisional event that can be related to the formation of Pangea.

Sesión Especial

Conexiones paleogeográficas entre México y América Central: El papel del bloque Chortís en la evolución tectónica de Mesoamérica

Jueves 4

Salón Mariposas 1

TECTONOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS AT THE SOUTHERN MARGIN OF THE MAYA BLOCK: WHERE IS THE LIMIT?

Ortega Gutiérrez Fernando, Solari Lovati Luigi y Ortega Obregón Carlos
 Instituto de Geología, UNAM
 fortega@servidor.unam.mx

The tectonic limit between the Chortís and Maya continental blocks is currently considered to be marked by the Motagua fault zone, thus including the Chuacús complex in the Maya terrane, unconformably covered by the late Paleozoic Santa Rosa Group (Sacapulas-Tactic Formations). However, recent reconnaissance mapping and structural studies across the area indicate that the Chuacús complex only extends to the Salamá-Rabinal area, located about 30 km south of the Polochic fault, and is not covered by the Paleozoic sedimentary rocks. There, it is truncated by a moderately steep, up to 5 km wide, E-W trending high angle shear zone of unknown age, that juxtaposes an epimetamorphic clastic sequence intruded by granitoids similar to the 345 Ma old Rabinal granite against the tectonically overlying retrograde gneisses of the Chuacús complex. Thus, the Chuacús complex may be in fact a fault-bounded crystalline sequence of regional extent that shows contrasting geologic features relative to the neighbouring Maya block in the north and Chortís block in the south, then deserving the status of a new tectonostratigraphic metamorphic terrane.

The Polochic fault is considered to extend to the Mexican border in the Atenango de la Frontera-Motozintla area along the Cuilco river, but nothing similar to Chuacús complex-Salamá-Rabinal sequences is exposed in this region south of the fault in Mexico. We entertain two possibilities to explain the apparent absence of Chuacús rocks in the Atenango-Motozintla area of SE Mexico, the presence of which would be implied by the currently assumed trajectory of the Polochic fault: a) The WNW-trending Chuacús complex is truncated by the E-W trending Cuilco segment of the Polochic fault before reaching Mexico, and b) the main fault, instead of running along the Cuilco river, it would follow the WNW-trending Selegua river in Guatemala, and from there it would continue along the northern border of the Chiapas massif in Mexico. In this last case, the Cuilco segment of the fault would constitute only a minor strand of the Polochic fault, and therefore the Chuacús complex-Salamá sequence could be forming the buried basement under the late Pennsylvanian-Permian Chicomuselo sedimentary sequence exposed in the state of Chiapas. On the other hand, if the first model is true, then the Chuacús complex-Salamá rocks, albeit reworked by Late Permian-Triassic orogeny, would be displaced sinistrally to form part of the paragneissic protoliths of the southern Chiapas batholith.

Nonetheless, in both cases, the true southern boundary of the Maya block could not be the Motagua fault zone, but more probably would lie either at the Polochic fault, or at the shear zone defining the northern limit of the Chuacús complex.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL, PETROLÓGICA Y GEOCRONOLÓGICA DE LA ZONA DE CIZALLA "BAJA VERAPAZ", GUATEMALA

Ortega Obregón Carlos¹, Solari Lovati Luigi¹, Ortega Gutierrez Fernando¹, Solé Viñas Jesus¹ y Gomez Tuena Arturo²
¹ Instituto de Geología, UNAM
² Centro de Geociencias, UNAM
 carloo_45@yahoo.com

La Zona de Cizalla de Baja Verapaz está ubicada en la parte central de Guatemala entre la Zona de Falla Motagua (ZFM) y la Falla Polochic. La ZFM es considerada actualmente el límite norte de la Placa Caribe (Bloque Chortís) con la Placa Norteamérica (Bloque Maya). Dentro de esta región, justo al norte de la ZFM se encuentran dos bloques limitados por fallas frágiles con rumbo aproximado E-W y con características petrológicas y estructurales distintas, considerados como parte del basamento del Bloque Maya. El bloque al norte lo constituye una zona de cizalla con un espesor de hasta 5 km conocido como "Esquisto Salamá" y que consiste principalmente en un cuerpo granítico peraluminoso de muscovita (Granito Rabinal) que intrusionó secuencias sedimentarias y vulcano-sedimentaria de lutitas, limolitas, areniscas y metatobas que presentan evidencias de haber contenido bastante agua al momento de la intrusión. En contacto tectónico con esta secuencia se encuentra otra secuencia sedimentaria clástica y carbonatada formada por conglomerados con clastos de areniscas, limolitas y granito deformado, areniscas conglomeráticas, limolitas, lutitas y calizas en las cuales se encontraron conodontos de *Siphonodella* sp, que datan de la base del Misisípico (Tournasiano). Esta secuencia sedimentaria, ha sido considerada como la Formación Sacapulas, la cual representa la base del Grupo Santa Rosa. Estos dos paquetes se encuentran deformados en condiciones de bajo grado metamórfico (parte baja de esquisto verde) y están caracterizadas estructuralmente por una foliación penetrativa que buza al SW y una lineación de estiramiento de cuarzo con rumbo general hacia el NE. La cinemática, tanto de indicadores en campo como de sección delgada, sugiere un movimiento inverso con una componente lateral izquierda. Este bloque se encuentra actualmente limitado al Sur por una falla de tipo frágil, vertical y con un rumbo general E-W con el complejo Chuacús. Este complejo, consiste en general en una secuencia de gneises cuarzo-feldespáticos de gran espesor y rocas ígneas félsicas y máficas que sufrieron metamorfismo y deformación en condiciones de alta y posiblemente ultra alta presión y alta temperatura. Está caracterizado estructuralmente por al menos tres fases de deformación. Las edades de U-Pb en secuencias migmatíticas dentro del complejo Chuacús son de 302 ± 4.6 Ma como intersección inferior y $1,049 \pm 8.8$ Ma como intersección superior y han sido interpretadas como un evento de descompresión en la facie eclogítica alleganiano que provocó la fusión parcial de las rocas y que tuvo contaminación de material grenviliano.

Anteriormente los bloques de "Esquisto Salamá" y complejo Chuacús habían sido considerados como una sola unidad parte del basamento del bloque Maya, donde el "Esquisto Salamá" representaba la parte de metamorfismo retrogrado de una serie Barroviana.

GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND TECTONICS OF THE SIERRA DE CHUACÚS METAMORPHIC COMPLEX, CENTRAL GUATEMALA

Solari Lovati Luigi¹, Gómez Tuena Arturo², Ortega Gutiérrez
Fernando¹, Ortega Obregón Carlos¹ y Solé Vías Jesús¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
solari@servidor.unam.mx

The Sierra de Chuacús is located in central Guatemala, between the Polochic (North) and Motagua (South) fault zones. It is made of an assemblage of sediments, mafic and felsic igneous rocks affected by repeated metamorphism under HP amphibolite facies, accompanied by several phases of deformation. Metasediments are mainly pelitic, with minor amount of marbles and impure quartzo-feldspathic rocks; whereas the igneous package is made of metavolcanics, granitic orthogneisses and amphibolites. Analyzed metasediments have high SiO₂ (~70%) and moderate Al₂O₃ (~10%) and K₂O (~2%); with highly fractionated LREE enriched patterns (La/Yb ~25). Sr and Nd isotopes are also extremely enriched (EpsilonNd300Ma=-9 and 87Sr/86Sr300Ma=0.76802), having mid-Proterozoic depleted mantle TDM model ages (TDM=~1.7 Ga). These characteristics could be indicative of hemipelagic sedimentation in a passive continental margin

Mafic metaigneous rocks have low SiO₂ (~47%) and high Fe₂O₃ (~13%), low La/Yb ratios (~1) and relatively depleted Sr and Nd isotopic compositions (EpsilonNd300Ma=1.8-8.9 and 87Sr/86Sr300Ma=0.70843); chemical characteristics that are typical of oceanic tholeiites. Plutonic rocks vary from gabbros to granites and have arc-like trace element characteristics (Th/Nb=0.2-1.8) and fractionated LREE enriched patterns (La/Yb=9-107). EpsilonNd300Ma values are more variable in these rocks, but plot between the compositions of the oceanic tholeiites and the metasediments, strongly suggesting the participation of these two components in their petrogenesis.

Felsic (leucocratic) migmatites, dated at ~300 Ma, have a geochemical pattern that resemble experimentally formed slab-melts (Sr/Y=705, La/Yb=40 and Zr/Sm=106). This rock also has a spoon shaped MREE-depleted pattern, strongly suggesting that partial fusion occurred under amphibolite facies. EpsilonNd300Ma values are nonetheless low for the felsic migmatite (-4.5), presumably indicating an additional sediment-melt component added into the magmas.

Preliminary dating suggests that: (a) the Chuacús complex shows a Grenvillian inheritance, as radiogenic Pb in zircons, possibly related to detritic sedimentation; (b) an important episode of migmatization is present at ~300 Ma, associated with a nearly-isothermal decompression, following a very high-pressure and high-temperature metamorphism; (3) Late Cretaceous magmatism and high-pressure, intermediate temperature metamorphism are possibly related to the Chortís-Maya convergence and collision, the former testifying the subduction, and the latter the collision between the two blocks, which telescoped the Chuacús complex among the Maya block together with the obduction of El Tambor ophiolites. Important differences between the Chuacús complex and Maya basement exposed further north, such as high-grade metamorphism, structural complexity and a tectonic contact, suggest that these must be seen as different tectonic blocks, which shared a common history since the Late Cretaceous.

SE03-4

EXSOLUTION-INCLUSION PETROGRAPHIC PHENOMENA IN ECLOGITIC ROCKS OF THE CHUACÚS COMPLEX, GUATEMALA: INSIGHTS INTO ITS BURIAL AND EXHUMATION HISTORY

Ortega Gutierrez Fernando, Solari Lovati Luigi y Reyes Salas

Adela Margarita

Instituto de Geología, UNAM
fortega@servidor.unam.mx

The use of texture in petrographic analysis of rocks is crucial for the understanding of their genesis. Here, we examine the nature of peculiar textures that involve exsolution and inclusion patterns in high pressure phases, all of which indicates a complex history of extreme burial and exhumation of a sector of the Chuacús complex exposed in the Sierra de Chuacús, north central Guatemala. Exsolution or exsolution-like lamellar textures include a) rutile from garnet, zoisite, amphibole, and phengite, b) quartz, mica, and other unknown phases from omphacite, c) opaque phases from apatite, phengite and epidote, d) rutile rods from serpentine pseudomorphs after olivine or phlogopite within a dolomitic marble, e) Na-amphibole in albite, and f) opaque phase from rutile. Inclusion textures in turn are unusually abundant and characterized by nested patterns whereby several subconcentric systems of inclusions can be found in single crystals, such as a) garnet in hornblende, with garnet enclosing quartz, and this phase showing inclusions of omphacite or zoisite, b) garnet inside kyanite, with the former holding inclusions of quartz, rutile or zoisite, c) quartz with rutile-omphacite inclusions, in turn all held in amphibole, d) omphacite with inclusions of quartz or rutile enclosed in amphibole, and this phase immersed in albite, e) kyanite enclosing ilmenite, ilmenite enclosing quartz, and quartz holding zircon inside, e) omphacite inclusions in zoisite in turn contained in albite, and f) garnet in kyanite, with chloritoid and staurolite included in garnet.

Of particular interest is the presence of rutile needles set along three mutually intersecting crystallographic planes of one zoisite found in high-pressure carbonates of the Chuacús complex. Rutile in this case was apparently exsolved to densities of several thousand needles per square mm, with sizes up to about 32 μ long and only 0.25 μ wide.

Although most rutile inclusions in garnet are not due to exsolution, and some of the lamellar patterns in omphacite may have resulted from preferential replacement along its cleavage planes, the high density, needle-shape, and preferential crystalline arrangement of rutile noticed in some garnet and zoisite, strongly suggest for those cases true exsolution of TiO₂ from formerly titanian zoisite and titanian garnet, phases that only may be stable under ultrahigh-pressure metamorphic conditions.

Another notable inclusion-host system of the Chuacús rocks involves zircon as the host phase, which shows a great diversity of internal phases such as euhedral zircon, biotite, rutile, omphacite(?), and undetermined SiO₂ and melt(?) phases.

The petrogenetic interpretation of these textures, however, is a difficult task because of the several metamorphic and magmatic events registered by Chuacús rocks. In general terms, the inclusion patterns were particularly helpful for establishing qualitatively the pre-peak prograde trajectory of the P-T curve, whereas the exsolution patterns yielded invaluable information about the pressure peak and the relative uplift rates during decompression.

GEODYNAMIC SETTING OF WESTERN CUBA DURING THE LATE JURASSIC AND LATE CRETACEOUS EVIDENCED BY THE CHEMISTRY OF THE IGNEOUS ROCKS

Lapierre Henriette¹, Allibon James¹, Costa Tony, Cruz Gámez Esther M.², Tardy Marc³ y Demant Alain⁴

¹ Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Université J. Fourier Grenoble, France

² Depto. de Geología, Universidad de Pinar del Rio, Cuba

³ Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines, Université de Savoie, France

⁴ Laboratoire de Pétrologie Magmatique, Université Aix Marseille 3, France
henriette.lapierre@ujf-grenoble.fr

The island of Cuba belongs to the northwestern Caribbean region and has been divided into the Cuban fold belt and the Neoautochthon. The Late Triassic to Eocene Cuban foldbelt is divided into three main domains separated from each other by NE trending faults. Western Cuba consists of allochthonous terranes (Guaniguanico, Pinos and Escambray) that expose Jurassic-Cretaceous sediments of continental margin type along with ophiolites and Cretaceous volcanic arc suites. The Guaniguanico terrane was originally positioned along the eastern margin of the Maya block and includes augite-bearing doleritic sills that intrude Jurassic platform sediments. Mineral chemistry of the augite enables us to establish that these dykes display tholeiitic affinities. The major and trace element compositions of the dolerites show that these rocks are similar to low Ti-P2O5 (LTI) continental flood basalts (CFB). However, they differ from CFB by LREE-depleted patterns. The Nd ($eNd = +9$) and Pb initial isotopic compositions ($19.34 < 206Pb/204Pb < 18.64$; $15.68 < 207Pb/204Pb < 15.60$; $38.57 < 208Pb/204Pb < 38.34$) of these rocks suggest that they were generated by a more or less enriched mantle source. These dolerites paleontologically dated to 165-150 Ma, were emplaced during the separation of the Yucatan block from South America and are likely related to the opening of the Gulf of Mexico.

The rocks sampled in the Cretaceous (100 Ma) ophiolitic suite (Albian Encrucijada Fm.) consist of deformed lherzolite, fined grained gabbroic and basaltic dykes. The foliated lherzolite is composed of Mg-rich olivine (Fo90), orthopyroxene (En86-88), clinopyroxene (diopside-pigeonite) and Cr-rich spinel. The primitive mantle-normalized pattern of the lherzolite exhibits very low contents in trace elements (about 0.1 the primitive mantle values), especially in LREE and LILE. The hornblende gabbro and the basalts show geochemical features of slightly LREE-depleted tholeiites (MORB). However, the basalts differ from the gabbro by small negative Nb and Ta anomaly ($2 < La/Nb < 1.7$). eNd values of the basalts and gabbro range between +9.7 and +7.5. All these features suggest that the gabbro and basalts developed in a back-arc basin setting. Two andesites and one basalt were sampled in the Cenomanian to Turonian Quinones Formation. The andesites are slightly LREE-enriched and exhibit the Ti, Nb and Ta negative anomalies of arc-suites. Their eNd values (+7.8) fall in the field of arc rocks. The basalt differs from the andesites by a flat primitive mantle-normalized pattern, the absence of Nb and Ta negative anomaly ($La/Nb = 0.9$) and higher eNd value (+9.7). The geochemical features of the Encrucijada and Quinones mafic rocks indicate that the geodynamic setting of western Cuba during the Cretaceous was an intra-oceanic arc-back arc system.

INVENTARIO METAMÓRFICO DEL TERRENO GUANIGUANICO Y SUS ALREDEDORES, CUBA OCCIDENTAL

Cruz Gámez Esther M.¹, Maresch Walter V.² y Cáceres Govea Dámaso³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Ruhr-Universität Bochum, Alemania

³ Depto. de Geología, UPR, Cuba
emcgamez02@yahoo.com

En el occidente del territorio de Cuba aparecen diferentes afloramientos de metamorfitas, relacionados con el terreno Guaniguanico y áreas cercanas a éste, los más representativos son los de la Faja Cangre (FC). Otros no menos interesantes son los gneis leucocráticos de edad Paleozoica (400 Ma), que ocurren como clastos dentro de sedimentos del Eoceno, así como los bloques de diferentes litologías que se relacionan con las serpentinitas y zonas de melange.

El principal evento metamórfico ocurrido en Cuba, se vincula a la subducción que originó el Arco Volcánico del Cretácico (AVC). Dentro de la estructura geológica de la Isla, las rocas pertenecientes al AVC y otros macizos metamórficos que afloran en la zona central y oriental, se presentan en estrecha relación. Los correspondientes a la FC constituyen una excepción; esto, unido al bajo grado del metamorfismo, quizás condujo a que durante mucho tiempo, se pensara que el metamorfismo de esta región fuese provocado por los procesos tectónicos vinculados a la orogenía Laramide (Paleoceno Superior-Eoceno Inferior).

La FC esta integrada por secuencias del margen continental pasivo de edad Jurásico-Cretácico Inferior, representadas principalmente por los depósitos terrígenos y metaterrígenos de las formaciones San Cayetano y Arroyo Cangre, que hacia la parte alta del corte dan paso a las secuencias carbonatadas metamorizadas de las formaciones Jagua y Guasasa.

La presencia de glaucofana en unas metabasitas de poca distribución, que se intercalan con metaareniscas de mica blanca y a veces clorita y metapelitas lustrosas, constata que también estos afloramientos fueron metamorizados en la subducción del Cretácico y que son verdaderos representantes de las zonas de alta presión. Las rocas corresponden a una anfibolita con abundante hornblenda, en su mayoría con bordes de glaucofana; también contiene plagioclasas, epidota, clotita y actinolita.

Se plantea que las rocas de la FC expresan varias facies metamórficas, donde fueron afectadas por relaciones de 550-600 OC- < 5 Kbar durante la facie transicional esquistos verdes-anfibolitas; por 4500C-aprox. 6 Kb en la facie de los esquistos glaucofánicos (parte baja) y por 4500C- < 5 Kbar en su proceso retrogrado. Al parecer en esta faja se evidencia una evolución metamórfica compleja, a lo que se le suma las imbricadas relaciones tectónicas de las secuencias, debido a las deformaciones durante los eventos tectónicos ocurridos por la orogenía Laramide. La Formación Arroyo Cangre tiene un mayor grado de metamorfismo, que la distingue del resto de las formaciones integrantes de esta faja.

DESCIFRANDO LOS EVENTOS TECTONOTÉRMICOS CENOZOICOS EN EL NORTE DEL COMPLEJO XOLAPA ENTRE TIERRA COLORADA Y ACAPULCO (MÉXICO) MEDIANTE GEOCROLOGÍA K/AR

Solé Viñas Jesús
Instituto de Geología, UNAM
jsole@geologia.unam.mx

Se analizaron 19 muestras (35 análisis) por el método K/Ar procedentes de diversas unidades que aforan en el área donde fue definido el complejo Xolapa (De Cserna, 1956), entre Acapulco y Tierra Colorada. Las muestras comprenden migmatitas, esquistos, granitos deformados, granitos no deformados, pegmatitas y rocas miloníticas. Todas las muestras analizadas presentan edades K/Ar iguales o inferiores a 62 Ma. Estas edades deben interpretarse como locales, en el sentido de que no son necesariamente extrapolables al resto del complejo Xolapa. Se describen los principales resultados ordenados de más antiguo a más reciente.

En la barranca de Xolapa se fecharon dos moscovitas de pegmatitas que dieron edades de 60-62 Ma, similares a las reportadas por Morán-Zenteno (1992) por el método Rb/Sr (59 Ma). Estas pegmatitas cortan a todas las estructuras locales y marcan por tanto la edad mínima de la deformación y magmatismo en esta localidad. Sin embargo, en alguna ocasión presentan morfologías semejantes a pliegues que sugieren que hubo un evento de deformación posterior de baja intensidad.

La milonita de la presa de La Venta se dató en 59 Ma usando roca entera. Esta edad se interpreta como la del despegue de la falla normal buzando al NW e indica el inicio de la exhumación del complejo Xolapa en esta localidad, que sería sincrónica con el final de la orogenia Laramídica s.s.

La milonita del Cerro El Macho, ubicada al E de Tierra Colorada y considerada como conjugada de la falla de La Venta (Herrmann et al., 1994) se dató en 53 Ma. Aunque esta edad es posterior a la de La Venta, pudiera estar relacionada con ella. En cualquier caso ambas edades son previas a los intrusivos terciarios, tal como se espera de las relaciones de campo.

Los intrusivos de Xaltianguis y Tierra Colorada fueron datados en 34-35 Ma usando biotita, completamente concordante con los datos publicados de U/Pb, lo que implica un enfriamiento rápido de ambos plutones. Unas pegmatitas de Kfs+Q+Ms que cortan al intrusivo de Tierra Colorada se dataron en 33.5 Ma en moscovita, representando la última fase de actividad magmática directamente relacionada con los batolitos.

La deformación milonítica más reciente fue datada en 32-33 Ma en biotita al Este de Tierra Colorada. Es la edad de deformación más joven que se ha encontrado.

Finalmente, se dataron cloritas del intrusivo de Tierra Colorada y de una pegmatita, que dan edades de 26-28 Ma indicando la existencia de una actividad hidrotermal que puede estar relacionada con el volcanismo visible al Norte de Tierra Colorada y actualmente erosionado al Sur de esta región. Este volcanismo de finales del Oligoceno – inicios del Mioceno, está probablemente representado por los numerosos diques que cortan a toda la secuencia del complejo Xolapa. Se discutirá también el contexto geológico general en que se sitúan los diferentes eventos datados mediante K/Ar.

SE03-8

UN NUEVO MODELO SISMOTECTÓNICO PARA EL BLOQUE CHORTIS

Guzmán Speziale Marco
Centro de Geociencias, UNAM
marco@geociencias.unam.mx

Estudiamos el estado de esfuerzos de la esquina noroeste de la placa Caribe, bloque de Chortis, utilizando soluciones de tensor de momento sísmico (CMT). Esta región está caracterizada por la subducción de la placa de Cocos bajo el Caribe, en el sur-sureste, y el límite transformante entre la placa Norte América y el Caribe en el nor-noreste. Existe también una clara línea de actividad sísmica a lo largo del arco volcánico centroamericano, con sismos de corrimiento lateral derecho.

Los ejes P de eventos a lo largo del arco volcánico indican compresión horizontal N-NW, mientras que los eventos de corrimiento lateral a lo largo del límite Norte América Caribe tienen ejes P con dirección S-SW. La compresión, pues, se concentra hacia adentro de la esquina. Los ejes T tienen direcciones SE para el límite Norte América-Caribe y NE a lo largo del arco volcánico, lo que indica una componente horizontal de tensión hacia el E. Los valores característicos asociados a los ejes P y T son similares en magnitud para ambos grupos de eventos (límite Norte América-Caribe y arco volcánico).

Estos resultados sugieren que la esquina noroeste de la placa Caribe está en compresión, hacia el SSW por efecto de la placa Norte América, y hacia el NNW debido a la subducción de la placa de Cocos. El resultado de estos dos campos de esfuerzos superpuestos es la extrusión hacia el E de la esquina noroeste de la placa Caribe.

SE03-9

TECTONIC IMPLICATIONS OF ALTERNATIVE CENOZOIC RECONSTRUCTIONS FOR SOUTHERN MEXICO

Keppie Duncan J. y Morán Zenteno Dante J.
Instituto de Geología, UNAM
duncan@servidor.unam.mx

Most current Eocene reconstructions juxtapose the Chortis block of northern Central America against southern Mexico, and invoke ~1100 km Cenozoic sinistral displacement on the Acapulco-Motagua-Cayman fault zone, the inferred northern margin of the Caribbean Plate. Such an hypothesis is incompatible with the presence of undeformed Upper Cretaceous-Recent sediments that cross the projected trace of the Motagua fault zone in the Gulf of Tehuantepec, minimal offset of the Permian Chiapas batholith, and the absence in Honduras of several major features in southern Mexico. These problems may be overcome if the Chortis block is back-rotated anticlockwise about a pole near Santiago, Chile, i.e. ~1100 km along the Cayman Transform Faults during the Cenozoic. Such a reconstruction when combined with reconstructions of features in the Pacific Ocean suggests that Middle Miocene collision of the Tehuantepec aseismic ridge with the Acapulco Trench led to: (i) asymmetric flattening of the subduction zone; (ii) an anticlockwise rotation of the Mexican magmatic arc to its present location by the Middle Miocene; (iii) the development of a volcanic arc gap in southeastern Mexico, in which the late Middle Miocene Chiapas fold-and-thrust belt developed: as the Tehuantepec Ridge swept westwards

arc volcanism was reestablished in the gap. Eocene collision of the Chumbia Seamount Ridge (inferred mirror-image of the Moonless Mountains-Unnamed seamount Ridge between the Molokai and Clarion fracture zones) with the Acapulco Trench followed by its ESE migration during the Oligocene led to: (i) flattening of the subducting slab inducing subduction erosion and exhumation of the southern Mexican margin; (ii) anticlockwise rotation of the volcanic arc; and (iii) sinistral strike-slip faulting in the Sierra Madre del Sur. This contrasts with the region north of the projected Molokai fracture zone where the dip of the subduction zone appears to have steepened producing extension. Eocene(-Late Cretaceous) subduction along the southern coast of Mexico explains the remnants of a late Cretaceous arc in the Gulf of Tehuantepec and neighboring Guatemala.

Sesión Especial

La orogenia Laramide en México: edad y
cinemática de la deformación y magmatismo
asociado

Jueves 4

Salón Mariposas 2

SE04-1

LA DEFORMACIÓN LARAMIDE EN MÉXICO: UNA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA NO RESUELTA

Cerca Martínez Mariano¹, Ferrari Luca², Chávez Cabello Gabriel² y Calmus Thierry³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ ERNO, Instituto de Geología, UNAM
marianoc@geologia.unam.mx

El objetivo de este trabajo es plantear algunos problemas no resueltos sobre la tectónica de acortamiento activa durante el Cretácico Superior y Terciario Inferior en México. Esta deformación se manifiesta como plegamiento y cabalgamiento en la corteza superior con dirección de transporte predominante hacia el este-noreste, así como desplazamientos transcurrentes asociados. Localmente, se presentan complejidades estructurales tales como salientes y vergencias en sentidos diferentes al sentido general de transporte tectónico. En el centro y sur de México, la edad de inicio de la deformación se ha ligado al cambio abrupto entre la sedimentación carbonatada y siliciclástica (Fms. El Doctor y Soyatal o Morelos y Mezcala) que ocurrió alrededor del Turoniano (ca. 93 Ma).

La hipótesis que explica la deformación como producto del acoplamiento mecánico y tracción entre la placa de Farallón subduciendo de forma horizontal y la corteza de la placa de Norteamérica durante un periodo de convergencia rápida, presenta inconsistencias cuando se aplica en México. Existen diferencias importantes en los estilos de deformación y los patrones espacio-temporales de la actividad magmática asociada a la subducción entre el sur y el noroeste de México. En el sur, el magmatismo permanece activo en la parte occidental (bloque Jalisco) y se delinea un hiato en el magmatismo entre 88 y 67 Ma hacia el interior de la placa, mientras que, en el noroeste de México, los datos geocronológicos sugieren que la actividad magmática migro hacia el oriente durante la orogenia de manera consistente con la progresión de la subducción. Esta hipótesis tampoco explica la oblicuidad que existe entre las estructuras y el vector de convergencia calculado entre las placas de Norte América y Farallón durante este tiempo en el sur de México.

Alternativamente, se ha propuesto que la deformación observada fue causada por la acreción de bloques corticales (terrenos) hacia el continente. Esta idea sugiere que la geometría de la deformación estaría concentrada en los límites de los terrenos involucrados, pues estos juegan un papel fundamental durante las fases iniciales. En el sur de México la deformación progresiva que se observa en la cobertura cretácica se extiende más allá de los límites propuestos de terrenos. En el norte de México las complejidades estructurales parecen ser provocadas por la reactivación de estructuras pre-existentes en el basamento en una fase tardía de la deformación. Más aún, en el noreste y alrededor de un núcleo de basamento pre-Mesozoico del sur de México, las salientes en el cinturón de pliegues y cabalgaduras parecen estar influenciadas por el despegue gravitacional de la cobertura sobre estratos de comportamiento dúctil (evaporitas o secuencias arcillosas sometidas a grandes presiones). Esto sugiere un fuerte desacoplamiento mecánico entre la cobertura cretácica y el basamento anterior y se infiere que la reactivación de las estructuras pre-existentes en el basamento ocurrió en una fase tardía de la deformación. Las inferencias presentadas deben ser tomadas en cuenta para reevaluar los paradigmas asociados con la deformación Laramide que se han propuesto en México.

SE04-2

THE LARAMIDE IN NORTHERN SONORA: TIMING AND BASIN EVOLUTION

Jacques Ayala César
ERNO, Instituto de Geología, UNAM
jacques@geologia.unam.mx

The Laramide orogeny (s.l.) has been widely documented in northern Sonora. Early and Late Cretaceous rocks have been folded, metamorphosed and thrust by units as old as the Proterozoic. Age constraints have been more or less established, even though there is still disagreement on how the orogenic process evolved, as well as its distribution.

The Lower Cretaceous is represented by marine to marginal marine deposits of the Bisbee Group; the Upper Cretaceous by continental deposits (El Chanate and Cabullona groups plus other informal units) overlain by andesitic flows and breccias (Tarahumara Formation and other equivalent units).

Geochronology of igneous rocks (Tarahumara Formation and intrusive rocks) brackets the age of the Laramide between 75 and 40 Ma. The age of the metamorphic belt that extends from south of Santa Ana to Sonoyta and further northwest is within the same age bracket, but in the younger side. This belt is interpreted as the most important shear zone related to this orogeny. Stratigraphic relationships indicate that deformation began probably in the early Late Cretaceous. The youngest marine deposit identified in the Cintura Formation is late Albian. The age of the lowermost Upper Cretaceous has not been determined, but could be as old as Cenomanian. The stratigraphic relationship of the Lower and Upper Cretaceous is unconformable, but varies regionally from angular in the east to parallel in the west. Further more, the basement for the Upper Cretaceous varies regionally in relationship to the metamorphic belt. North of this belt, the Upper Cretaceous overlies the Lower Cretaceous. South of the belt, the Upper Cretaceous was deposited upon Precambrian, Paleozoic and Triassic units, thus suggesting strongly the presence of piggy back basins. Structurally, the autochthonous basins are more strongly deformed, locally in overturned folds, and metamorphosed, whereas the allochthonous ones are not as deformed and are not metamorphosed. More work needs to be done to better separate different stratigraphic and structural domains in the region to understand this orogeny in its full extent.

SE04-3

ANÁLISIS DE LA MIGRACIÓN DEL ARCO MAGMÁTICO CORDILLERANO CRETÁCICO TARDÍO-TERCIARIO TEMPRANO POR EL NW DE MÉXICO, BASADO EN GEOCRONOLOGÍA 40AR/39AR EN HORNBLENDAS DE ROCAS GRANÍTICAS

Valencia Moreno Martín¹, Iriando Alexander² y González León Carlos M.¹

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM
valencia@geologia.unam.mx

Nuevas edades 40Ar/39Ar en hornblendas de rocas graníticas colectadas en un transecto E-W por Sonora central se utilizaron para evaluar la migración del arco magmático cordillerano del Cretácico Tardío-Terciario temprano por el noroeste de México. Este proceso de

migración fue claramente reconocido desde principios de la década de los 80's, en base a estudios geocronológicos. Sin embargo, debido a que dichos estudios provienen de diferentes sistemas de fechamiento isotópico, y a que las rocas y minerales fechados implican un amplio rango de temperaturas de bloqueo, existe un importante traslape geográfico de las edades. Con el fin de minimizar este problema, asumimos en este trabajo que las relaciones $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en hornblendas son un medio bastante adecuado para comparar, de manera sistemática, la edad de cristalización de las rocas graníticas. Bajo este criterio, datos previos sugieren que el arco magmático cordillerano tuvo una migración relativamente lenta entre 94 y 90.4 Ma (~ 1.85 cm/año), desde la parte central de la península de Baja California hasta la región costera de Sonora. Esto fue seguido por una aparente ausencia de magmatismo, hasta el inicio del evento Laramide (~ 80 Ma). Nuestras edades $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en hornblendas sugieren que el arco magmático se encontraba cerca de Bahía Kino hace 77 Ma, y posteriormente migró hacia el oriente de manera más rápida, alcanzando la región de Hermosillo hace 69 Ma, y la parte centro-oriental de Sonora a los 56 Ma. Intrusiones relativamente sincrónicas emplazadas cerca del límite entre Sonora y Chihuahua, sugieren una geometría relativamente plana para la subducción previa a la extinción del evento Laramide. La evaluación de la migración de la actividad magmática cordillerana por el noroeste de México, requiere, sin embargo, compensar la notable extensión que afectó gran parte del suroeste de Norte América durante el Cenozoico. En este sentido, considerando una extensión acumulada de $\sim 90\%$ para la parte centro-oriental de Sonora, asumida de los trabajos previos, se estima que la relación de migración del arco Laramide hacia el este a través del estado de Sonora fue de ~ 7.9 cm/año.

SE04-4

LEVANTAMIENTOS VERTICALES DIFERENCIALES: UNA EXPLICACIÓN A LA EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DEL NORTE DE SONORA DURANTE EL CRETÁCICO TARDÍO Y TERCIARIO

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

Con pocas excepciones, geólogos trabajando en el norte de Sonora creen que las estructuras como cabalgaduras y plegamiento son resultado de la deformación Laramide. Ahora, algunos "disidentes" sugieren otra alternativa donde el modelo principal son levantamientos verticales asociados a la evolución de los granitos precámbricos, jurásicos y principalmente a los intrusivos terciarios y cretácicos. Los efectos de una compresión tectónica fuerte son pocos en el norte de Sonora, pero se arguye en este trabajo que los efectos compresionales locales se han originado por levantamientos de granitos, fallamiento de alto ángulo, fallamiento de bajo ángulo y por deslizamiento por gravedad. Muchas de la sierra en el norte de Sonora se encuentran intrusionadas por granitos de diferente edad que varían como se menciona al principio del Precámbrico al Terciario.

Haciendo referencia a los eventos del Cretácico y del Terciario se puede hablar de dos fases de levantamiento en el norte de Sonora, zona que previamente ha sufrido los efectos de extensión e intrusión. La primera fase comienza a finales del Cretácico Temprano. La región noreste de Sonora fue el sitio de una pronunciada actividad tectónica caracterizada primariamente por una discordancia angular ampliamente distribuida que separa rocas precámbricas, paleozoicas y jurásicas de rocas del Cretácico Superior. El levantamiento que genero

esta discordancia dio como resultado también deslizamientos por gravedad de grandes bloques de rocas del Cretácico Inferior dando lugar a estructuras contraccionales (plegamiento, fallamiento normal e inverso, zonas de cizalla, entre otras) que ha sido confundidas con estructuras de origen tectónico. Todos los bloques son cubiertos por una secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior muy potente que no muestra los efectos de una tectónica compresiva. Las características de las rocas del Cretácico Superior sugieren una alternancia de vulcanismo y erosión y posterior levantamiento como se registra en los alrededores de los principales intrusivos en Sonora (ej. Batolito de Aconchi y Sierra La Madera).

La segunda fase de levantamiento se asocia a los efectos de la evolución de los complejos de núcleos metamórficos durante el Mioceno temprano. Áreas que previamente habían sido extendidas, muestran ahora una reactivación (inversión tectónica) manifestandose por rotación de estructuras producidas por la primera fase, además de plegamiento, deformación de diques, deformación por gravedad de sedimentos tipo Baúcarit.

La existencia de extensión más que compresión en la corteza superior durante el "tiempo laramídico" se sugiere por el paralelismo en espacio y tiempo entre el vulcanismo, la actividad intrusiva y la deformación estructural (deformación magmática), por la utilización de los intrusivos de muchas fallas durante o después de su formación y por la imposibilidad de proyectar a grosso modo orientaciones estructurales de sierra a sierra.

SE04-5

TECTÓNICA LARAMIDE EN LA CUENCA DE BURGOS, MÉXICO

Eguiluz de Antuñano Samuel
Consultor
s_eguiluz@hotmail.com

En la Cuenca de Burgos hay franjas sedimentarias paralelas, orientadas NNW-SSE, que identifican una regresión en el Terciario. Entre las franjas Paleoceno-Oligoceno, con líneas sísmicas transversales, hay estructuras angostas y alargadas, orientadas NNW-SSE, que afectan a rocas del Jurásico Superior y Cretácico, con deformación característica de estilo Laramide. Las rocas del Terciario tienen en su base un nivel estructural de despegue que es semiparalelo a la inclinación del complejo basal, éste bascula al oriente con aproximadamente 10° de inclinación. Esta rampa genera un sistema estructural de extensión y la creación de fallas listricas con crecimiento de prismas sedimentarios asociados. Con imágenes satelitales se detectan lineamientos de pliegues que deforman a rocas del Paleoceno y Eoceno, coincidentes con las estructuras laramídicas observadas con sísmica, por lo cual se interpreta que el Paleógeno también fue afectado por acortamiento Laramide. En la Cuenca de la Popa este efecto también se observa, las rocas del post Ypresiano están plegadas por compresión.

Eustatismo y tectónica están representados por secuencias sedimentarias. Con sísmica 2D y 3D, registros de pozos y paleontología se observa que la secuencia Midway-Paleoceno Wilcox, comprende desde el límite K/T hasta los 60 Ma, incluye las zonas de Globorotalia daubjergensis y G. pseudobulloides. El Eoceno Wilcox comprende desde los 60 Ma a 48.5 Ma e incluye las zonas de G. velazcoensis y G. soldadoensis; ambas secuencias son ciclos completos de 3er orden con facies TST, MFS y HST, asumiendo que en ambos casos esos depósitos estuvieron controlados por eustatismo.

La primera discordancia regional importante se sitúa en los 48.5 Ma, las secuencias preexistentes fueron fragmentadas en bloques rotados sobre un eje horizontal, movidos por fallas listricas de extensión. Sobre esta discordancia se depositó una secuencia de nivel bajo y de cuña progradante, que denota gran aporte de terrígenos a la cuenca, producidos por denudación masiva de áreas continentales; se asume que este depósito pudiera relacionarse más a un efecto tectónico en el occidente, que a un efecto eustático.

Las unidades Queen City, Weches-Cook Mountain y Crocket corresponden a tres secuencias completas de 3er orden, incluyen las zonas de *G. lehneri* y *Truncorotalites rohri*, con una edad aproximada entre 45 a 39.5 Ma y se infiere que su depósito fue controlado por eustatismo. Las secuencias anteriores fueron dislocadas por fallas listricas y erosión marina que originó otra discordancia importante a los 39.5 Ma. Sobre esta discordancia la Formación Yegua representa un depósito de nivel bajo y de cuña progradante, con alta tasa de sedimentación, que denota fuerte denudación continental producida quizás por tectonismo, el autor considera que esta última discordancia pudiera marca el paroxismo Laramide en el occidente de México.

Las secuencias Jakson y Vicksburg representan ciclos de 3er orden completos, separados por discordancias relativamente menores. El cambio sedimentario mayor ocurre con el depósito "mollase" (Conglomerado Norma-Frio), sobre otra discordancia que se ubica en los 30 Ma. y marca la franca retirada del mar, con ausencia de fallas de extensión en el poniente de la Cuenca de Burgos.

SE04-6

CAMBIO EN EL ESFUERZO PRINCIPAL MÁXIMO DURANTE LA DEFORMACIÓN LARÁMIDE EN LA CURVATURA DE MONTERREY, MÉXICO

Cossio Torres Tomás¹, Chávez Cabello Gabriel¹ y Peterson Rodríguez Rolando H.²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Exploración y Producción, PEMEX
granate840@yahoo.com.mx

Pliegues de despegue en la Curvatura de Monterrey, dentro del sector norte del cinturón plegado y cabalgado de la Sierra Madre Oriental, muestran en macro –y mesoestructuras un cambio regional y local del esfuerzo principal máximo de una compresión NNE–SSW a una compresión aproximada E–W durante la etapa tardía de la deformación Larámide. Se levantaron datos a lo largo de un perfil N – S en la parte central de la Curvatura de Monterrey. El Paleotensor de esfuerzos fue determinado principalmente por inversión de datos sobre planos de fallas. Estas estimaciones fueron corroboradas a nivel de afloramiento. Macro y mesoestructuras sugieren que los mecanismos de plegamiento son principalmente por cizalla flexural y flexura ortogonal tanto a una escala regional como local. Nosotros interpretamos que el cambio en la orientación del esfuerzo principal máximo en la parte central de la Curvatura de Monterrey de un orientación NNE a un cercanamente E-W es el resultado de un efecto local durante la deformación progresiva.

Se interpreta que el plegamiento flexural ortogonal ocurrió en la etapa tardía de la orogenia Larámide y controló: Cambios en el Paleotensor, arreglo de fracturas en disposición en forma de abanico y una divergencia de paleoesfuerzo usando ejes de pliegues de una orientación NNW a NE en la porción externa de la curvatura de Monterrey.

SE04-7

INSTAURACIÓN DE LA FALLA SAN MARCOS Y SU REACTIVACIÓN LARAMIDE, COAHUILA, MÉXICO

Chávez Cabello Gabriel¹, Aranda Gómez José Jorge², Molina Garza Roberto³, Tolson Gustavo⁴, Fitz Díaz Elisa⁵, Cossío Torres Tomás⁶, Arvizu Gutiérrez Irving Rafael¹, González Naranjo Gildardo Alonso⁷ y Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano⁸

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

² Depto. de Geología Económica, IPICYT

³ Centro de Geociencias, UNAM

⁴ Instituto de Geología, UNAM

⁵ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

⁶ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁷ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁸ Facultad de Ingeniería, UNAM

gchavez@geociencias.unam.mx

La Falla de San Marcos (FSM) es un lineamiento estructural regional de más de 300 Km. de longitud, con un rumbo general WNW que se observa a decenas de kilómetros al sur de la ciudades de Monclova y Cuatrociénegas, en la parte central de Coahuila. Se manifiesta como un rasgo topográfico sinuoso que coincide con el límite entre el bloque de Coahuila y el Cinturón Plegado de Coahuila. En este trabajo se presenta evidencia de la actividad de esta falla en diferentes períodos que indican que la FSM es una falla de basamento con una historia de desplazamiento compleja.

La estratigrafía de esta zona está representada por un paquete clástico de edad jurásica (Capas Las Palomas, Sierra El Granizo y Tanque Cuatro Palmas), que son cubiertas por un paquete de lechos rojos de edad neocomiana (Fm. San Marcos), a los cuales se sobrepone mediante contacto paralelo una secuencia marina cretácica representada por las Formaciones Cupido (caliza arrecifal y/o lagunar), La Peña (lutita calcárea con lentes de pedernal), Viesca/Acatita (caliza arrecifal/evaporitas) e Indidura (lutita y calizas arcillosas). Finalmente, estas rocas son cortadas por cuerpos intrusivos del Paleógeno, cubiertas localmente por brechas sedimentarias cenozoicas y, parcialmente cubiertas por rocas volcánicas del Plio-Cuaternario.

Los lechos rojos del Jurásico Superior son afectados principalmente por fallas normales sin-sedimentarias sub-paralelas a la FSM que asociamos a un período de extensión que dio lugar a la Cuenca de Sabinas. La Fm. San Marcos está formada por capas de areniscas de grano grueso intercaladas con capas y lentes de conglomerado. En esta unidad también se observan fallas normales sin-sedimentarias paralelas al rumbo general de la FSM, lo cual sugiere que pudo haberse depositado durante un período de actividad de la FSM, que se expresa regionalmente. Las características geométricas de pliegues desarrollados durante el Paleógeno en la parte central de Coahuila en los inicios de la deformación, parecen estar asociados a despegues sedimentarios con dirección de transporte hacia el NNE en el borde de la plataforma de Coahuila y la misma Cuenca de Sabinas, los cuales a su vez debieron ser cortados por estructuras más jóvenes generadas por la reactivación tardía de fallas de basamento en la parte central de Coahuila durante la misma deformación Laramide, generando pliegues tipo drape sobre la traza de la FSM con dirección de transporte hacia el SSW y WSW, indicando que durante su desarrollo hubo una reactivación con

componente inversa de la FSM y de otras fallas secundarias a esta que delimitan a bloques del basamento, controlando así la geometría y orientación de los pliegues.

Las evidencias de actividad de la FSM en la estratigrafía y estructuras indican que esta estructura acomodó movimientos principalmente extensivos durante su actividad en el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano, y no se encontró evidencia de desplazamientos laterales mayores como se ha considerado en trabajos anteriores. Finalmente, la FSM, así como sus fallas secundarias asociadas, aparentemente jugaron un papel importante en el desarrollo de pliegues durante la deformación laramídica, lo cual sugiere una participación importante de estructuras de basamento.

SE04-8

EDAD Y CINEMÁTICA DE LA DEFORMACIÓN DE LA A OROGENIA LARAMIDE EN EL ÁREA DE VIZARRON Y SAN JOAQUÍN EN ESTADO DE QUERÉTARO MÉXICO

Valencia Islas Juan Jose, Hernández Jauregui Ricardo y Jacobo Albarrán Jorge
Instituto Mexicano del Petróleo
jjvalen@imp.mx

Los estudios realizados en el la Sierra del Doctor ubicada al sur oeste del estado de Querétaro, México, deducen que la orogenia Laramide que es reconocida en México como episodio de deformación que ocurrió en límite Cretácico - Terciario, inició en el Turoniano.

Por otra parte 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 estimado en un modelo numérico progresivo por medio del programa Trhustpack. 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 se producen en intervalos de diferentes velocidades, pero en términos cinemáticos la cabalgadura del Doctor llevo en formarse aproximadamente 7 M.A.

SE04-9

ANÁLISIS CINEMÁTICO DE DOS FASES DE DEFORMACIÓN CONTRACTIVA EN LAS ROCAS METASEDIMENTARIAS DE VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO

Fitz Díaz Elisa¹ y Tolson Gustavo²

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

² Instituto de Geología, UNAM

elisafitz@yahoo.com.mx

En el área de Valle de Bravo, Estado de México, aflora un conjunto de rocas metasedimentarias formado por caliza, filita calcárea, filita carbonosa, metagrauvaca con fragmentos de rocas volcánicas y filita de sericita y cuarzo, que fueron metamorfasadas y deformadas en condiciones de muy bajo grado. Con base en paleontología y fechamientos isotópicos de lavas almohadilladas

intercaladas con las rocas sedimentarias, se ha ubicado a este conjunto entre el Albiano y el Cenomaniano. Desde un punto de vista regional estas rocas forman parte del Terreno Guerrero, y por sus características estratigráficas parecen corresponder al extremo occidental del Subterreno Teloloapan.

En estas rocas se observaron y analizaron en diferentes escalas (de km a μm) dos grupos de estructuras de acortamiento asociadas a dos fases de deformación contractiva, D1 y D2, las cuales fueron cortadas posteriormente por fallas y fracturas tardías. Las estructuras D1 corresponden al régimen cristal-plástico y están representadas por pliegues isoclinales, de diferente tamaño, con una foliación de plano axial S1 que es penetrativa en escala microscópica. Los pliegues isoclinales de D1 están regionalmente asociados a una zona de cizalla inversa que tiene una dirección de transporte general hacia 043°. Por otro lado, D2 tiene características frágil-dúctil en escala mesoscópica, y se expresa mediante pliegues asimétricos con charnelas agudas asociados con fallas inversas de bajo ángulo que los cortan al bajo, por estructuras S/C, y por una segunda foliación S2 de alto ángulo subparalela al plano axial de los pliegues asimétricos. En conjunto, las estructuras D2 indican una dirección de transporte general hacia 218°, es decir, casi el mismo rumbo que D1, pero en sentido contrario. Estos dos eventos de deformación contractiva ocurrieron entre 93 y 50 Ma, que corresponden a las edades isotópicas de las lavas intercaladas con la secuencia metasedimentarias y al Tronco de Temascaltepec que corta a ambas estructuras, determinados por Elías (1993) y Elías et al. (2000), respectivamente. Estas estructuras son cortadas por fallas normales y fracturas asociadas, que tienen rumbo general casi N-S.

Los eventos D1 y D2 indican que hubo en esta zona importantes desplazamientos horizontales a finales del Cretácico y principios del Cenozoico. Estos desplazamientos normalmente están presentes en ambientes de acreción de arcos de islas que se ha considerado dieron lugar al Terreno Guerrero. Por otro lado, las características de la deformación en los distintos eventos, indican que las estructuras se desarrollaron en diferentes profundidades, progresivamente más someras, puesto que las estructuras D1 penetrativas en escala microscópica indican condiciones de deformación del régimen cristal-plástico, D2 presentan características frágil-dúctil, y finalmente, las fallas y fracturas tardías ocurrieron en condiciones del régimen frágil o quebradizo.

SE04-10

INVERSION OF EXTENSIONAL BASINS DURING LARAMIDE SHORTENING IN SOUTHWESTERN MEXICO: ANALOGUE MODELLING EXPERIMENTS

Cerca Martínez Mariano¹, Ferrari Luca², Corti Giacomo³, Bonini Marco³ y Manetti Piero³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ IGG-CNR, Firenze, Italia

marianoc@geologia.unam.mx

One of the unresolved problems about the Laramide orogeny in southern Mexico concerns the mechanism by which N-S structures formed in response to an oblique (~ENE trending) convergence at the paleotrench. We have investigated the possibility that N-S contractile structures may have formed as a result of inversion of previous N-S trending extensional basins because of rapid oblique convergence of the Farallon plate. Available geological information consistently suggests that extensional deformation characterized the evolution of

southern Mexico prior to Laramide shortening. At least two extensional basins can be broadly delineated in southwestern Mexico: (1) the Guerrero Morelos Platform (GMP), adjacent to the Paleozoic Acatlan Complex (PAC), records continental margin conglomerates and minor volcanism during Hauterivian-Aptian (Zicapa Fm.) followed by a thick carbonate platform sequence during Albian-Turonian (Morelos Fm.); (2) the Arcelia-Palmar Chico group (GAPC) is characterized by a flysch-like sequence during the Valanginian-Aptian and an alternating sequence of limestone and MORB-type volcanism during the Aptian-Coniacian. These two basins were likely separated by a horst block exposing metamorphic basement (Tejupico schist). We performed a series of scaled analogue models of deformation in order to simulate the effect of these pre-existing basins during Laramide shortening. The experiments considered lateral variations in lithospheric strength by reproducing two weak zones (basins) separated by old cratonic or young stable lithospheres. Alternating layers of quartz sand and silicone-sand mixtures were used to simulate the lithospheric rheology. Cratonic areas simulating the PAC consisted of a 2-layer lithosphere with a thick brittle layer (crust+upper mantle) overlying the ductile lithospheric mantle. The young stable lithosphere was modeled assuming a normal 4-layer rheological profile, with brittle upper crust and upper mantle and ductile lower crust and lower mantle. The weak zones were modeled with a 3-layer lithosphere with a thin brittle upper crust overlying the ductile lower crust and mantle. Isostatic compensation was achieved through a dense glycerol-gypsum mixture upon which the model was floating. Models were deformed in a "squeeze box" type apparatus in one phase of extension followed by oblique shortening. During the initiation of extension, structures formed in the models mainly at the margin of the PAC, whereas in the late phases of extension deformation was more intense in the GAPC basin. This is consistent with the presence of Cenomanian mafic lavas and gabbros that have been interpreted as an indication of incipient oceanization in this area. During the phase of oblique shortening, the previous extensional structures bounding the basins were reactivated as thrust faults and the basins areas experienced a topography upheaval. Thrusting concentrated on the basin boundaries and no oblique structures were formed during this phase. Gentle folding of the horst block was also observed in the longitudinal sections of the models. This compares with the Tejupico anticlinorium. Thus, our results suggest the possibility that Laramide shortening may have reactivated a previous extensional pattern and that the thickness and strength contrasts between crustal blocks can control the geometry of the orogenic structures.

SE04-11 CARTEL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL PRELIMINAR DEL ANTICLINAL DE SAN JUAN BAUTISTA, PORCIÓN CENTRO SUR DE LA CURVATURA DE MONTERREY, SANTA CATARINA, N.L.

Delgado García Gilberto¹, Treviño Hernández Nelda G.¹, Cossio Torres Tomás² y Chávez Cabello Gabriel³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

granate840@yahoo.com.mx

El anticlinal de San Juan Bautista esta localizado en la parte centro-sur de la Curvatura de Monterrey y su eje principal tiene una orientación ~E-W, la forma del pliegue varia en algunos lugares de

cilíndrico a tipo caja, en algunos sectores del pliegue los flancos están invertidos. La estratigrafía que define a la estructura plegada consiste principalmente de rocas sedimentarias marinas de edad Jurásico Superior (Titoniano) al Cretácico Superior, comprendiendo desde la Formación La Casita hasta la Formación Méndez.

Los datos que a continuación se presentan es el resultado de un análisis estructural preliminar en el anticlinal de San Juan Bautista. Se levantaron datos de estructuras a escala de afloramiento (mesoestructuras) como fueron: Fallas (inversas, laterales), fracturas (extensión, cizalla, con arreglo en escalón), dos generaciones de estilolitas tectónicas, ejes de pliegues, foliación; estos datos se recolectaron en diversas unidades cuyos rangos estratigráficos varían desde el Jurásico Superior hasta secuencias del Aptiano. Los levantamientos se realizaron preferentemente sobre los cañones que cortan perpendicularmente a la estructura como el Cañón del Álamo, Cañón Boquillas, Cañón Santa Cruz y sobre los flancos norte y sur de la estructura principal. En nuestro trabajo preliminar, estos datos han arrojado dos fases de deformación, la primera con una dirección de compresión NNE-SSW, la cual es mas clara y concurrencia en la mayoría de las macro-mesoestructuras levantadas y una segunda cercanamente E-W menos frecuente y observable únicamente en mesoestructuras.

Hasta el momento nuestros datos registran ambas direcciones de acortamiento y hablar sobre un modelo para explicar el origen, sobre todo de la segunda fase de deformación (acortamiento E -W) es aventurado por la epata inicial en la cual se encuentra el proyecto. Pero a pesar de ello, por la posición geográfica que ocupa nuestra area de estudio con respecto a la forma convexa de la Curvatura y la nula cercanía a fallas de basamento potencialmente reactivadas, nos atrevemos a decir que puede haber una influencia local en la generación de la segunda fase de deformación durante la deformación progresiva que generó a la Curvatura de Monterrey.

SE04-12 CARTEL

EL INTRUSIVO CERRO PROVIDENCIA: UN INTRUSIVO POST-TECTÓNICO DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS CANDELA-MONCLOVA, COAHUILA, MÉXICO

González Becerra Daniel Allen¹, Chávez Cabello Gabriel² y Aranda Gómez José Jorge³

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

³ Depto. de Geología Económica, IPICYT dalgobe80@hotmail.com

El intrusivo del Cerro Providencia se encuentra dentro de los 16 intrusivos que componen al Cinturón de Intrusivos Candela-Monclova (CICM), que corresponde a una de las localidades de la Provincia Alcalina Oriental Mexicana (PAOM). El intrusivo Providencia pertenece al Complejo Candela (CC) que lo conforman los cerros el Carrizal o Imán, Lobo chico, Lobo grande, Pico Candela, Cerro el Boludo y por último el Providencia, este complejo tiene una edad del Eoceno tardío (~40 Ma), su origen está relacionado con la subducción de la placa oceánica Farallón bajo la placa de América del Norte.

Esta compuesto por cuarzomonzodioritas y monzonitas emplazados principalmente en las Formaciones del Cretácico Inferior que corresponde a la Formación Tamaulipas Superior y parte de la Formación Kiamichi. Fue generado en un solo evento de emplazamiento, es decir no existen re-inyecciones posteriores de magma y este experimentó un enfriamiento lento.

Las estructuras reconocidas en la zona de contacto plutón-roca encajonante indican ampliamente que la relación de emplazamiento del intrusivo Providencia con respecto al evento de deformación regional es post-tectónica. El emplazamiento debió haber ocurrido en condiciones no forzadas para el magma, debido a la ausencia de foliaciones magmáticas y tectónicas inclusive en el contacto plutón-roca encajonante. Lo mencionado anteriormente es apoyado por: Ausencia de deformación dúctil dentro del intrusivo, ausencia de foliaciones (magmáticas y/o en estado sólido-subsólido), corte y rotación de estructuras pre-emplazamiento generadas durante el evento Laramide (ejes de pliegues, fracturas de cizalla, tensión y escasamente fallas).

Por otro lado, existe un claro desarrollo de estructuras producto de emplazamiento como: Diques radiales que cortan estructuras laramídicas, desarrollo de plegamiento anular que disminuye su acortamiento hacia afuera del contacto plutón-roca encajonante, neoformación de fracturamiento tensil, conjugado y fallamiento con direcciones de acortamiento perpendiculares al borde del intrusivo.

Finalmente, se considera que la expansión del plutón fue hacia el oeste de manera asimétrica. Los mecanismos de emplazamiento que controlaron el desarrollo del espacio para la cámara magmática del intrusivo Providencia debieron ser: rebaje magmático, flujo dúctil, volatilización de la roca encajonante y, acortamiento lateral por desarrollo de pliegues y en menor medida fallas.

SE04-13 CARTEL

ANÁLISIS DE MESOESTRUCTURAS EN EL CAÑÓN LA ESCALERA, PORCIÓN OESTE DEL ANTICLINAL DE SAN BLÁS, SANTA CATARINA, N.L.

Torres Ramos Jesus Alberto, Cossio Torres Tomás y Chavez Cabello Gabriel
 Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
 granate840@yahoo.com.mx

El cañón La Escalera se localiza en la parte centro-oeste de la zona frontal de la Curvatura de Monterrey en la porción norte de la Sierra Madre Oriental y, corresponde a un cañón que corta al anticlinal de San Blas en su parte oeste. Este pliegue es simétrico, con un plano axial que varía a lo largo del pliegue de vertical a subvertical, el eje del pliegue mantiene una forma curva con cambios de inmersión y rumbo claros hacia el WSW y ESE de forma gradual. Este anticlinal es una estructura parcialmente erosionada (breached) en su parte oeste, aflorando en el valle de Peyotillos rocas del Jurásico Superior (Formación La Casita del Titoniano y calizas de la Formación Zuloaga del Oxfordiano).

El análisis estructural de mesoestructuras realizado arrojó dos direcciones de acortamiento para esta parte de la Curvatura de Monterrey, indicando dos posibles fases de acortamiento. La primera muestra una dirección NNE-SSW, observable desde la macroescala en los pliegues regionales que componen a la Sierra Madre Oriental y, comprobada en estructuras a escala de afloramiento (fracturas de cizalla hk0 con ángulo agudo al eje "a", estilolitas tectónicas y foliación paralela al plano axial). Para este evento se tomó como base la teoría del plegamiento flexural, el cual se fundamenta en separar las estructuras en el tiempo y espacio durante el desarrollo del pliegue generado durante el evento laramídico. Por otro lado, se obtuvieron acortamientos cercanos a una dirección E-W, especialmente apoyado en estilolitas tectónicas de segunda generación y algunos ejes de

micropliegues, confirmando la presencia de una segunda fase de deformación tardía a la deformación laramídica en la zona que ya había sido reportada en la literatura.

Existe controversia con respecto al origen de esta segunda fase de deformación ya que se ha sugerido que pudo ser generada como resultado de una flexura ortogonal regional durante la deformación progresiva que generó a la Curvatura de Monterrey, es decir el cambio de compresión de NNE-SSW a E-W sería local y estaría presente en la parte interna de la Curvatura de Monterrey, mientras que el otro origen sería que el acortamiento tardío fuera producto de reactivaciones de fallas del basamento en el noreste de México, debido a que estas mismas direcciones han sido reconocidas en la Sierra de Parras donde no existe el desarrollo de una flexura regional de la Sierra Madre Oriental. Aunque para la parte interna de la Curvatura de Monterrey es prácticamente imposible descartar una de las dos hipótesis, en este trabajo consideramos que ambas posibilidades son viables ya que inclusive fuera de la parte interna de la Curvatura de Monterrey, donde el presente estudio se realizó, hemos documentado el acortamiento cercanamente E-W.

Sesión Especial

Tectónica y Sedimentación: Cuencas sedimentarias, procedencia, y deformación regional

Viernes 5

Salón Claustro 2

SE07-1

DETRITAL ZIRCON U-PB SHRIMP GEOCHRONOLOGY OF PROTEROZOIC QUARTZITES FROM THE BAMURI COMPLEX, NW SONORA, MEXICO: EVIDENCE FOR A MOJAVE CONNECTION

Castiñeiras Pedro¹, Iriondo Alexander², Wooden Joseph L.³,
Dórame Navarro Miguel² y Premo Wayne R.⁴

¹ Dept. Geological Sciences, University of Colorado at Boulder,
CO, EUA

² Centro de Geociencias, UNAM

³ U.S. Geological Survey, CA, EUA

⁴ U.S. Geological Survey, Denver, CO, EUA
castigar@colorado.edu

U-Pb geochronology of detrital zircons is a very useful tool for identifying the ages of crustal rocks that were exposed, then eroded, and finally deposited at least once to form a new sedimentary environment. Age patterns from detrital zircons can be used in fingerprinting specific crustal provinces as possible sources, and may be unique enough to directly identify an individual crustal source. In conjunction with geochemical and isotopic data (e.g. HFS trace-element discriminants and the radiogenic isotopic tracer Nd), enough evidence can be collected to significantly reduce the number of possible crustal sources or provenances, information that contributes greatly to continental reconstructions, such as Rodinia.

Using the SHRIMP-RG ion microprobe at the Stanford-USGS facility, California, detrital zircon age patterns were determined for three metasedimentary samples from the Bamuri Complex in NW Sonora; a complex composed of quartzite, gneiss, schist, phyllite, minor metaconglomerate, and some amphibolitic bodies of unknown age. Mafic and felsic igneous rocks that intruded the sequence are dated at 1765 to 1780 Ma.

Least discordant (<5% discordant) 207Pb/206Pb ages from a quartzite (sample BAM-9) and a metaconglomerate pebble (sample PC-36) are mainly bimodal, ranging from 1.7 to 2.0 Ga, with an acme at 1.8 Ga, and from 2.4 to 2.7 Ga, with a peak at 2.6 Ga. These samples also include minor older Archean zircon components (3250 and 3515 Ma). Ages from the other quartzite (sample PC-40) range from 2.5 to 2.7 Ga, with an acme at 2580 Ma, and include minor earliest Proterozoic zircon components (2.3 and 2.1 Ga).

Furthermore, initial Nd signatures for all the 1770 Ma felsic granitoids of the Bamuri Complex yield negative to slightly positive epsilonNd values (+0.5 to -5.0). Nd isotopic analyses of the metasedimentary samples are currently being conducted.

The Bamuri metasedimentary samples have the same zircon age profiles as samples from the Mojave crustal province in SE California and western Arizona, where pre-1700 Ma metawackes and quartzites are typically dominated by zircons with ages from 1800 to about 1950 Ma. Zircons with ages younger than 1790 Ma (the age of the oldest crust in the SW USA) are assumed to be derived from local crust but could come from several of the Proterozoic crustal provinces in the SW USA and northern Mexico, and are therefore not unique. The remaining zircons scatter from about 2.1 to 2.8 Ga with rare ages between 3.0 and 3.5 Ga. Individual samples may show distinct groups in the 2.1-2.8 Ga range. The PC-40 quartzite is unusual in being dominated by a 2.6 Ga peak, but a sample from the Turtle Mtns.

(California) is dominated by a 2.47 Ga peak, and strongly bimodal distributions with an older mode at 2.4-2.6 Ga, as shown by quartzite pebble PC-36, have also been found in the Mojave province.

The overwhelming similarity of all the detrital zircon age patterns plus the match in Nd isotopic signature strongly suggest that the Bamuri area is part of the Mojave crustal province.

SE07-2

ESTRATIGRAFÍA, GEOCROLOGÍA Y TECTÓNICA DE LA CUENCA ALTAR-CUCURPE, CENTRO-NORTE DE SONORA

González León Carlos M.¹, Lawton Timothy F.², Mauel David J.², Leggett William J.², Amato Jeffrey M.², Iriondo Alexander³,
Villaseñor Martínez Ana Bertha⁴ y Gehrels George⁵

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

² New Mexico State University, USA

³ Centro de Geociencias, UNAM

⁴ Instituto de Geología, UNAM

⁵ University of Arizona, USA

cmgleon@servidor.unam.mx

Estudios estratigráficos, geocronológicos y paleontológicos recientes en afloramientos de la sucesión sedimentaria jurásica-cretácica del centro-norte de Sonora, han permitido entender mejor el origen y evolución de la cuenca Altar-Cucurpe, un equivalente temporal de la cuenca Bisbee en el noreste de Sonora y sureste de Arizona. En el área de Ranchos Basomari-San Martín del Rincón-La Lámina localizada al poniente de Cucurpe aflora una columna sedimentaria de ~3 km de espesor con rumbo casi E-W y echados moderados hacia el N. Sus 800 m inferiores (formación Basomari) están formados por capas gruesas de conglomerados con clastos de granitos proterozoicos y rocas volcánicas de hasta 70 cm de diámetro, que están intercalados con niveles de conglomerados de granulos, areniscas y limolitas de colores oscuros de origen fluvial. En la parte superior de esta formación cuya edad no se ha podido precisar se presentan algunas capas de riolitas. La Arenisca Cerro Agua Grande (aprox. 100 m de espesor) sobreyace a la formación Basomari y está formada por cuarzarenitas de grano fino, bien clasificada y de granos bien redondeados de origen eólico. Un fechamiento U-Pb de granos de zircon detrítico en una muestra de esta unidad reveló que contiene una población de zircones tan joven como 169 Ma (Bajociano). La formación Basomari y la Arenisca Cerro Agua Grande se consideran de edad Jurásico Medio y parte del arco volcánico continental Jurásico del SW de Norteamérica que constituye el basamento, en esta región, de la cuenca Altar-Cucurpe formada por un proceso de tectónica distensiva (rift). La parte más antigua del relleno sedimentario de esta cuenca lo forma una sucesión de ~1 km de espesor de basaltos, calizas lacustres y conglomerados volcanoclasticos que se depositaron al inicio de la distensión tectónica, la cual fue seguida por sedimentación marina representada por la Formación Cucurpe de ~1 km de espesor. La Formación Cucurpe consiste de lutitas, areniscas turbidíticas, areniscas tobáceas y tobas. Amonitas de esta unidad indican que su edad va del Oxfordiano al Titoniano, mientras que una de las tobas intercaladas dio una edad U-Pb de ~151 Ma (Kimmeridgiano). La formación La Colgada sobreyace y es en parte contemporánea con la Formación Cucurpe. Consiste de areniscas de ambiente marino somero con raras intercalaciones de tobas silíceas con edades U-Pb de ~152 y ~150 Ma y una amonita retrabajada (*Idoceras* cfr. *densicostatum* Imlay) del Kimeridgiano inferior. La formación La Colgada representa, junto con las formaciones Morita, Mural, Cintura y La Juana del Grupo Bisbee, el relleno "post-rift" de la cuenca.

SE07-3

MODELO DE EVOLUCIÓN MESOZOICA-CENOZOICA DE LA PARTE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE BURGOS, NE DE MÉXICO

Ortiz Ubilla Arturo y Tolson Gustavo
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
aubilla@imp.mx

La región occidental de la Cuenca de Burgos, con base en información geológica y geofísica de subsuelo, se caracteriza constituida por una secuencia sedimentaria mesozoica-cenozoica que se encuentra sobreyaciendo un basamento probablemente de rocas metamórficas de edad Paleozoico Tardío. En el área Arcabuz-Culebra, en la secuencia estratigráfica se definen dos paquetes mayores con distinta disposición estructural: uno que no presenta deformación aparente, en el cual se encuentran incluidos el basamento y las rocas mesozoicas, y otro que sí manifiesta deformación, en donde se presentan las rocas cenozoicas. El análisis de estas características enmarca la concepción del modelo de evolución del área.

Las unidades mesozoicas se relacionan con la historia de conformación de la cuenca del Golfo de México en sus fases de fragmentación, apertura y desarrollo de una margen pasiva, en donde son interpretados cuatro eventos de depósito mayores aparentemente continuos: Lechos Rojos, Metate-Pimienta, Tamaulipas y Cretácico Superior. Hacia la finalización de éste último, en el Maestrichtiano, el área pudo haber formado parte de un ambiente de prodelta. También durante este tiempo y en parte del Paleógeno, la región debió experimentar un basculamiento hacia el oriente, posiblemente debido a la manifestación regional de la Deformación Laramide como un efecto distal.

Las unidades cenozoicas se relacionan con la continuación del desarrollo de la margen pasiva en el área, ahora bajo un esquema de un borde de plataforma asociado al progreso de un sistema deltaico durante el Paleoceno-Eoceno. Aquí son interpretados 6 eventos de depósito: Midway, Wilcox, Recklaw, QC-CM, Yegua y J-V. Asociados a los eventos Wilcox, QC-CM y J-V se desarrollaron eventos sindeposicionales de deformación despegada caracterizados por fallamiento normal y estructuras de lutita. Para el Oligoceno el área pasó a condiciones continentales, sometida a erosión y con algunas zonas de acumulación aluvial.

SE07-4

THE MICHOCÁN ARCHIPELAGO (LATE JURASSIC-LATE CRETACEOUS) AND THE BIOSTRATIGRPHY AND PALEOGEOGRAPHY OF THE GUERRERO TERRANE

Pantoja Alor Jerjes
Instituto de Geología, UNAM
jerjes@servidor.unam.mx

The Mesozoic stratigraphic framework of southwestern Mexico indicates a geological evolution characterized by episodes of arc magmatism, volcanoclastic sedimentation and orogenic deformation related to recurrent convergence between the oceanic Pacific plate and the continental American plate. The Michoacán Archipelago represents a biostratigraphic sub-province of the Caribbean province of western Tethys. During the Cretaceous this biostratigraphic sub-province was clearly indicated by the extension of the Late Jurassic-Late Cretaceous Guerrero terrane. The probably extension to the

north of the Michoacán Archipelago is not constrained by the Guerrero terrane, it embraces the rich fossiliferous Aptian-Cenomanian limestones of Sonora and Baja California, and to the south, it reaches the rudist limestones of Honduras, Nicaragua and Costa Rica.

During the Early Cretaceous, oceanographic factors affected the Pacific Ocean basins of Mexico. These factors include: (a) movement to higher latitudes of warm currents of open-ocean circulation with displacement to the north of cool-water intrusion; (b) some upwelling events of cool, nutrient rich, and sometimes toxic waters; (c) anoxic platform drowning during regressions (lowstand) and variations of the eustatic level; (d) plutonism and volcanism with syntectonic volcanoclastic sedimentation; and (e) at least two main orogenic and other crustal deformation events.

Oceanographic characteristics, including variable cool to warm unstable open-ocean surface temperatures, with normal to high nutrient content and oxygen-normal to depleted water, distinguished the Cretaceous the Pacific from the Gulf of Mexico ocean basins. The stratigraphic sequences of the Huetamo terrane demonstrate four 3rd order eustatic cycles, beginning with clastic incursions and progressively transgressing to a highstand and either prograding rapidly or undergoing a major drop in the sea level. These eustatic events could be correlated with four 2nd order cycles of the carbonate platforms of the Gulf Coast. The diagenetic history of the carbonate platforms and biostromal complexes of rudists, corals, gastropods and ammonites of the Michoacán Archipelago, due to the Laramide orogeny, is sometimes less typical than that of the Gulf of Mexico platforms.

Conclusions: The Michoacán Archipelago, with an active convergent margin during the Cretaceous, is proposed here as a biostratigraphic sub-province of the Caribbean province of western Tethys; paleogeographically, it is a segment of the Late Jurassic-Early Cretaceous Guerrero terrane, which is in turn a segment of the Alisitos-Teloloapan magmatic arc. The southern portion of the Guerrero terrane represented a center of endemism and dispersion of some indigenous genera of the Huetamo and Zihuatanejo sub-terrane. Also, the relationship of the Michoacán Archipelago with the Mediterranean and Pacific Provinces of the Tethys realm is proved by the similar taxa at both domains. The occurrence of rudists, corals, gastropods, ammonites and other related fauna in the carbonate platforms along the volcanic islands of the Michoacán Archipelago is conclusive evidence of the existence of one homogeneous sub-terrane, in the southern margin of Mexico.

SE07-5

SEDIMENTACIÓN DE ABANICO MEDIO ("OVERBANK-LEVEE") EN LA FORMACIÓN MEZCALA, REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE GUERRERO

Guerrero Suastegui Martin¹, Barrera Rosas Cesar¹ y Ocampo Diaz Yam Zul Ernesto²

¹ Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

² Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
mgros62@yahoo.com.mx

La secuencia de lutitas y areniscas de la Formación Mezcala en la región central del estado de Guerrero (norte del poblado de Zumpango del Río, Gro) ha sido tradicionalmente asignada a depósitos de aguas profundas. Sin embargo, pocos trabajos han

reconocido las características sedimentológicas de la formación. El presente trabajo reporta un depósito de "overbank-levee" desarrollado en la parte media de un abanico submarino.

La sección medida esta caracterizada por una secuencia de areniscas y lutitas con estratificación mediana a fina, y granulometría de las areniscas de fino a mediano, en tanto que los contactos entre estratos son esencialmente rectos y escasos niveles erosivos por surcos, así como parcialmente ondulados. Los estratos presentan estructuras asociadas a turbiditas del tipo Tbc y Tbcd, asociadas con laminación y estratificación convoluta en niveles de 5 a 20 cm. y estructuras de deslizamiento (slumps y slides) en niveles de pocos centímetros (5cm) hasta más de 1 m, denominada por Walker (1991) como turbidita tipo CCC. Se presenta también estructuras de erosión por flujo, así como de golpeo y arrastre de partículas, las cuales en conjunto son denominadas como surcos (cf. Normark y Mutti, 1987). Así mismo, la secuencia tiene abundancia de material de plantas carbonizadas.

De acuerdo a las características texturales presentes en esta localidad se interpreta que el depósito de "overbank-levee" se desarrolló en un área media de un abanico submarino (cf. Normark y Mutti, 1988), desarrollando facies C y D de Pickering et al. (1989) controlado predominantemente por flujos turbidíticos de alta y baja concentración, y asociado a un sistema altamente eficiente dominado por arenas y lodos (Reading y Richards, 1991).

SE07-6

EVOLUCIÓN TECTONO-SEDIMENTARIA DE LA CUENCA CONTINENTAL CRETÁCICA DE TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN: RESULTADOS PRELIMINARES

Centeno García Elena¹, Benammi Mouloud², Altamira Areyán Armando³, Martínez Hernández Enrique¹, Morales Gámez Miguel¹ y Callejas Moreno Judith⁴

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ University of Houston, Houston TX, EUA)

⁴ Facultad de Ingeniería, UNAM
centeno@servidor.unam.mx

En la región de Tierra Caliente, que incluye los poblados de Arcelia, Ciudad Altamirano, Huetamo y Tzitzio entre otros, afloran gruesos paquetes de capas rojas. Dichas rocas han sido descritas por autores previos como parte de la Formación Balsas o como la Formación Cutzamala. Nuestros datos indican que no tienen ninguna relación con los paquetes conglomeráticos de la Formación Balsas y que fueron depositados en una cuenca más antigua e independiente de la Balsas en su sección tipo, a la cual proponemos denominar como Cuenca de Tierra Caliente. Esta cuenca tuvo probablemente una extensión mínima de 150 x 120 km, y solo aflora su límite oriental, el cual originalmente fue sedimentario, aunque en partes ha sido cortado por fallas post deposicionales. La cuenca aparentemente tenía una forma elongada. Hacia el poniente y sur está cubierta de manera discordante por sucesiones volcanosedimentarias de las cuencas del Cenozoico Temprano y hacia el norte por las rocas del Eje Neovolcánico Transmexicano. El espesor total del relleno de cuenca se desconoce, pero se calcula que rebasaba los 3,500 m. La distribución actual de sus facies sedimentarias indica que la región había sido peneplanada para el Cretácico Tardío y que la Sierra de Huetamo, formada por rocas marinas y continentales Jurásicas-Cretácicas, es el resultado de levantamientos más recientes originados por la actividad

del Sistema de Fallas Tzitzio-Altamirano. La sedimentación se inicia con depósitos conglomeráticos fluviales que descansan discordantemente sobre las rocas J/K previamente deformadas de los Terrenos Zihuatanejo y Arcelia, y es continua con gruesos paquetes de limos y areniscas de planicie de inundación y paleosuelos. A la parte media de la columna los paleosuelos alternan con depósitos de conglomerados (relleno de canales). Hacia la parte superior cambia la sedimentación a una alternancia de brechas y derrames dacítico-andesíticos, paleosuelos, calizas lacustres y volcanoclásticos. Estas rocas contienen restos fósiles de dinosaurios y polen del Cretácico Tardío (Maestrichtiano). El acuífero de las capas hacia el oriente sugiere que áreas positivas de extensión considerable la separaban de la cuenca de depósito de la Formación Mexcala, con la cual es en parte contemporánea. Con la información que se ha obtenido a la fecha se propone que: 1) el amalgamiento de los terrenos Arcelia y Huetamo ocurrió antes del Maestrichtiano y es más antiguo de lo que se había propuesto con anterioridad; 2) la topografía de la Sierra de Huetamo no es heredada de dicha deformación, ya que es más joven y está asociada a una tectónica transpresiva; 3) no hay evidencias de fallamiento sinsedimentario en las zonas estudiadas; 4) la cuenca sedimentaria de Tierra Caliente probablemente fue una cuenca sucesora (cuenca intermontana) en sus inicios, que evolucionó a una cuenca intra-arco, ésta a su vez contemporánea con la cuenca de depósito de la Formación Tarahumara en Sonora. 5) Este es el primer registro de la parte superior del arco Cretácico Tardío que evolucionó sobre el Terreno Guerrero, del cual solo se habían identificado los batolitos que afloran a lo largo de la costa.

SE07-7

MODELO DEPOSITACIONAL DE LA SECUENCIA SILICICLASTICA DE LA FORMACIÓN MEXCALA NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO

Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto¹, Guerrero Suastegui Martín² y Filgueras Flores Martín²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
magonegro_2000@hotmail.com

El presente trabajo presenta resultados de dos tesis de licenciatura realizadas en la región norte del Estado de Guerrero (Taxco-Puente Campuzano, Gro), formando parte de lo que se conoce geológicamente como el sinclinorio de Taxco.

Se realizó un estudio detallado de análisis de facies y direcciones de paleocorriente restauradas en la Formación Mexcala, a partir de 250 secciones sedimentológicas-estratigráficas de detalle con espesores variables de 3 m a 60 m y un total de 200 mediciones de corriente, respectivamente. Para el estudio de facies se utilizó la metodología de Underwood (1990), modificada por Leverenz (2000) para áreas deformadas, y el esquema de clasificación de facies profundas de Pickering et al. (1989) para determinar las características de depósito.

A partir de estos datos se determinó que: (i) la Formación Mexcala fue controlada por flujos turbidíticos de baja y alta densidad predominantemente, y caracterizada por dos complejos turbidíticos, los cuales se dividieron en varios sistemas turbidíticos; (ii) en cada uno de los complejos turbidíticos se desarrolló dos abanicos submarinos, de los cuales solamente se preservó la parte del abanico Medio e Inferior (cf. Mutti y Normark, 1987); formando un sistema de lóbulos y canal-levee; (iii) los abanicos submarinos se

caracterizaron como ricos en arenas y lodos siguiendo la propuesta de Reading y Richards (1991) y; (iv) El área estudiada presenta dos fuentes de aporte de sedimentos principales, siendo el arco volcánico de Teloloapán al este y la Plataforma Guerrero-Morelos al oeste, apoyando esta interpretación las direcciones principales de las paleocorrientes, las cuales son NE-SW y E-W para el área estudiada.

SE07-8

**MAGNETOSTRATIGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY OF
THE UPPER BALSAS GROUP, GUERRERO, MEXICO**

Molina Garza Roberto y Ortega Rivera Amabel
Centro de Geociencias, UNAM
rmolina@geociencias.unam.mx

The Balsas Group in the Guerrero-Morelos platform consists of continental redbeds, of fluvial, alluvial, and lacustrine origin that post-date Laramide deformation in southern Mexico. Although this unit is widespread in the region, its stratigraphy, thickness and facies variations, and tectonic significance are largely unknown. It lacks fossils, but it is sandwiched between the radiometrically dated Tetelcingo Formation (ca., 65 Ma) and the Tilzapotla caldera products (ca. 33 Ma.). Red sandstone, siltstone, and mudstone, intercalated with abundant gypsum beds, outcrop along Federal Highway-Autopista del Sol, north of the Balsas River. These are interpreted as part of the Balsas Group, but its position within the sequence is uncertain. They appear to overlie typical limestone boulder conglomerate alluvial facies and underlie buff-colored lacustrine deposits. The section is approximately 110 m in thickness. A pink-colored ignimbrite occurs within the sequence and has been dated using Ar-Ar techniques. The ignimbrite is about 4 m thick and is associated with an altered rhyolitic flow. The ignimbrite includes lithic fragments, green altered pumice, as well as sanidine and biotite crystals in an aphanitic matrix. 40Ar-39Ar age determinations provide relatively imprecise ages and spectra do not provide strict plateaus; interpreted pseudo-plateau ages of 35.7±0.5 Ma (biotite) and 31.3±1.3 Ma (sanidine), indicate a late Eocene-early Oligocene age. Samples collected for magnetostratigraphy from this section and a section exposed within the Amacuzac river valley, north of Atenango del Río, are consistent with deposition during the chron sequence C17-C12, within the resolution allowed by the sampling interval. This result shows that this part of the Balsas Group partly contemporaneous with the main ignimbrite emplacement episode in the region.

SE07-9

**ANÁLISIS DE CUENCA DE LAS SECUENCIAS
SILICICLÁSTICAS DE LAS FORMACIONES MEZCALA Y
MIAHUATEPEC, NW DEL ESTADO DE GUERRERO:
SECUENCIAS DE CUBIERTA DEL CRETÁCICO SUPERIOR
EN EL LÍMITE DE LOS TERRENOS GUERRERO Y MIXTECA**

Guerrero Suastegui Martin¹ y Hiscott Richard N.²

¹ Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad
Autónoma de Guerrero

² Memorial University of Newfoundland, Canada
mgros62@yahoo.com.mx

El análisis de la cubierta sedimentaria del Cretácico Superior en la región NW del estado de Guerrero ofrece una oportunidad para comprender los sistemas deposicionales, procedencia e historia

tectónica de secuencias siliciclásticas (formaciones Mezcala y Miahuatepec) que se desarrollaron durante la amalgamación-acreción de los terrenos Guerrero y Mixteca en el sur de México.

La Formación Mezcala sobreyace a calizas de la Formación Teloloapan en el límite de los terrenos Guerrero (subterreno Teloloapan) y Mixteca. Esta unidad contiene intercalaciones de lutitas y areniscas, con escasos depósitos de flujos de escombros, calizas con estratificación delgada y rocas silíceas de edad Cenomaniano Inferior-Turoniano. Areniscas de grano fino a grueso y estratificación gruesa a fina con intercalaciones de lutitas y escasas calizas delgadas de la Formación Miahuatepec cubren a calizas delgadas de la Formación Amatepec y en contacto tectónico con rocas volcánicas del subterreno Arcelia-Palmar Chico.

A pesar de la deformación de ambas secuencias, el análisis de facies realizado en las dos formaciones sugiere que el proceso de depósito fue controlado por corrientes turbidíticas de baja y alta concentración con sedimentación menor pelágica. La asociación de facies indica depósitos en una zona de canal-overbank y lóbulos (Formación Mezcala), así como lóbulos y zona de canales-lóbulos (Formación Miahuatepec) en la parte media e inferior de un sistema de abanico submarino rico en lodo y arenas (cf. Reading y Richards, 1994).

La petrografía de areniscas de la Formación Mezcala indica que fragmentos líticos (volcánicos y sedimentarios) son los más abundantes (Q30%; F23%; L47%). La abundancia de fragmentos carbonatados resulta localmente en la generación de areniscas ricas en carbonatos, las areniscas grafican en los campos de arco disectado a transicional. (cf. Dickinson, 1984). En contraste, las areniscas de la Formación Miahuatepec contienen más cuarzo y líticos (Q35%; F21%; L44%). Las muestras grafican en el límite entre arco disectado y orógeno reciclado. La procedencia sugiere que las areniscas de ambas formaciones representan la mezcla de influencia de arcos volcánicos, mientras una fuente carbonatada es también inferida para areniscas de la Formación Mezcala. Variación semejante en composición en areniscas ha sido documentada en cuencas relacionadas a eventos de colisión en los Apalaches, Apeninos y Nueva Guinea (Hiscott, 1978; Critelli and Le Pera, 1994; Abbott et al., 1994).

A partir de nuevos datos estratigráficos, sedimentológicos y petrográficos se interpreta que durante el Cretácico Superior, el levantamiento y cabalgamiento de las secuencias de arcos Terreno Guerrero y las rocas de las plataformas carbonatadas inicio aportando detritus para los depósitos de abanico submarino en las zonas de sutura entre los subterrenos Teloloapan y Arcelia-Palmar Chico (Formación Miahuatepec), y entre los terrenos Guerrero y Mixteca. (Formación Mezcala). El evento de amalgamación-acreción es interpretado como el responsable del levantamiento. La edad Cenomaniano Inferior-Turoniano para la Formación Mezcala estudiada documenta el tiempo inicial del levantamiento. Estos datos sugieren un diacronismo entre el tiempo de depósito y la amalgamación-acreción de los terrenos Guerrero y Mixteca.

SE07-10

**ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EN CUENCAS DEL TRIÁSICO
CONTINENTAL ARGENTINO - ¿ UN MODELO DE
APLICACIÓN PARA MÉXICO ?**

Jenchen Uwe
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
jenchen@prodigy.net.mx

En Argentina, el Triásico continental se encuentra en varias cuencas sedimentarias. Estas cubren un basamento compuesto de diferentes terrenos. Los sedimentos forman secuencias de diferente escala. Secuencias de menor escala son estructuras sedimentarias comunes. Secuencias de escala intermedia o mayor, indican levantamientos de las áreas fuente de las cuencas, o de los terrenos respectivos. Los pulsos de levantamiento en los diferentes terrenos ocurren independiente unos de otros y fueron factores principales para la evolución de las cuencas.

Estudios petrográficos de las areniscas y –en especial– estudios geoquímicos de los sedimentos terrígenos, dan una imagen diferenciada de la evolución de las cuencas triásicas de Argentina, en espacio y tiempo. La aplicación de los métodos nombrados en sedimentos terrígenos de México, va a ser discutida con ejemplos selectivos.

Sesión Especial

Vulcanismo Explosivo en México

Jueves 4

Salón Claustro 2

SE08-1

THE TRANSITION BETWEEN EFFUSIVE AND EXPLOSIVE VOLCANISM: RECENT EPISODES AT VOLCÁN DE COLIMA

Varley Nick¹, Gavilanes Ruiz Juan Carlos², Reyes Dávila Gabriel³
y Mora Chaparro Juan Carlos⁴

¹ Universidad de Colima

² Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente,
Universidad de Colima

³ RESCO, Universidad de Colima

⁴ Instituto de Geofísica, UNAM
nick@uocol.mx

The transition between effusive and explosive activity remains a challenge for physical volcanology. Theoretical models predict that subtle changes in one or more of the influencing processes can be sufficient to promote a change in eruptive style. Deep processes such as magma injection and overturn in the chamber or deep conduit have to be considered alongside more shallow characteristics, like changes in permeability within the upper edifice or the arrival of batches of more gas-rich magma.

During recent years, eruptions at Volcán de Colima have alternated between both types of activity, with periods of rest getting shorter in duration. Such a dynamic volcano presents a great opportunity to study these transitions and apply some of the theoretical models. Temporal changes in locations of centres of effusion, explosions and degassing suggests that the volcano is characterised by an intricate system of fractures within the edifice with complex changes in permeability influencing activity. Its most recent eruptive period commenced in February 2001 with a moderately large explosion, followed by effusion with dome growth (maximum volume $1.49 \times 10^6 \text{ m}^3$) and lava flows. This unusually prolonged period of activity (22 months) was characterised by a slow rate of effusion, which increased to a maximum of $0.52 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ in January 2002. This terminated during March 2003, which signalled an increase in the number and energy of Vulcanian explosive events, which continues to the present (August 2004). Again this represents a prolonged period of this type of activity for this volcano. Various factors are being studied, which provide an indication of changing conditions: SO_2 flux, variations in seismicity, the distribution of repose time intervals between explosions, thermal emission of eruptive plume, exit velocity from vent, characteristics of ash emission, and geochemistry of the magma. Various interesting observations have been made and relationships identified. After an explosion there is rapid sealing of the fracture systems, which reduces the SO_2 flux to very low levels within about 1 hour. The thermal characteristics of the eruptive column are related to its ascent velocity, relating to the source depth. The distribution of repose intervals reflects the competition between degassing processes. A model is being developed to explain the dynamic behaviour of this volcano and help improve the forecasting of future events.

SE08-2

SIMULACIONES Y ESTIMACIONES PROBABILÍSTICAS DE AVALANCHAS DE ESCOMBROS Y FLUJOS PIROCLÁSTICOS EN EL VOLCÁN DE COLIMA. IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

Gavilanes Ruiz Juan Carlos¹, Capra Lucia² y Cortés Cortés Abel³

¹ Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente,
Universidad de Colima

² Instituto de Geografía, UNAM

³ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
gavilan@uocol.mx

Se realizaron simulaciones con el paquete FLOW3D basadas en información geológica e histórica del Volcán de Colima, obteniéndose mapas de amenaza de avalanchas de escombros y flujos piroclásticos. También se preparó un mapa probabilístico de las amenazas del volcán para un periodo de un año.

Para el mapa de avalanchas se utilizaron dos valores de H/L. Se usó el valor más alto que se ha encontrado a una avalancha de escombros del Volcán de Colima (H/L 0.13), basándonos en la reconstrucción de la avalancha de hace 3,600 años hecha por Cortés Cortés (2002), lo cual podría indicar el alcance mínimo de una avalancha de flanco. Se consideró como segundo escenario eruptivo un evento con valor de H/L de 0.11, que corresponde a un promedio para eventos de colapso de origen magmático (Siebert et al., 1987). Este segundo valor coincide con el área de afectación por avalanchas de escombros de otros mapas de peligros, en especial con el mapa oficial de peligros del estado de Colima (Navarro y Cortés, 2002), aunque el nuevo mapa indica nuevas áreas amenazadas (hasta unos 10 km²), así como pequeñas zonas que no fueron "tocadas" por las simulaciones. Con base en los 11 colapsos registrados (con un promedio de recurrencia de 4000 años), en 2,500 años (edad del último evento), la probabilidad estimada de que se presente una avalancha de escombros es del 45%. Con base en las 5 avalanchas registradas durante el Holoceno (Komorowski et al., 1997; Cortés Cortés, 2002), una estimación poissoniana sugiere que hay una probabilidad del 4% de tener un colapso en un periodo de 100 años.

Se simularon flujos piroclásticos con H/L 0.3 (tipo Soufriere de escala "pequeña"), correspondiente al mayor alcance de un flujo piroclástico ocurrido (una sola vez) durante los últimos 90 años, mismo que no está asociado a una erupción pliniana o subpliniana. El resultado sugiere que este tipo de flujos no representan un peligro alto o medio para los asentamientos humanos más cercanos al volcán. Por el contrario, solamente los flujos piroclásticos con H/L 0.27 a 0.17 (de tipo Soufriere de escala "grande" a los generados por colapso de columna pliniana) que según los datos geológicos disponibles (Saucedo et al., 2004) se han presentado horas antes o durante la formación de columnas eruptivas plinianas, son capaces de destruir comunidades y ranchos. Considerando la actividad del volcán desde 1960, una estimación sugiere que en un año existe una probabilidad del 33% de que ocurra una erupción con actividad merapiana, mientras que es del 25% para una con formación de flujos tipo Soufriere.

Lo anterior sugiere que la gran mayoría de las evacuaciones ordenadas hasta el momento en el Volcán de Colima han sido innecesarias, y que lo serán, según la información geológica disponible, solamente si los parámetros de vigilancia volcánica sugieren la inminencia de una erupción subpliniana o pliniana.

SE08-3

EL FLUJO PIROCLÁSTICO TENENEPANCO OCURRIDO EL 22 DE ENERO DE 2001 EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Castillo Román José¹, Macías Vázquez José Luis² y Arce Saldaña José Luis³

¹ Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales, BUAP

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM
jocaroman@hotmail.com

La actividad volcánica del Volcán Popocatepetl ha presentado una serie de eventos explosivos de baja a moderada magnitud. El evento más explosivo tuvo lugar la noche del 22 de enero del 2001 con la producción de flujos piroclásticos de escoria y pómez. Estos flujos se emplazaron en la porción N-NE del volcán hasta 6.5 km del cráter formando cuatro lóbulos principales. Uno de estos flujos se encañaló en la barranca de Tenenepanco pasando por encima del glaciar. El depósito producido está expuesto a partir de 4370 m de elevación (~31°) hasta los 4000 m (~10°), con un espesor promedio de 3 m. Los constituyentes principales del depósito son fragmentos de escoria, pómez y líticos densos de color gris claro con dimensiones de hasta 1.4 m de diámetro. Los fragmentos de escoria presentan estructura de "coliflor" y una superficie de enfriamiento brusco. El depósito consiste de dos partes principales una basal masiva con Md entre -1.50 y -0.91 ϕ y un grado de selección (ϕ) entre 3.02 y 3.44; y una parte superior conformada por dos estratos, inferior (Md -3.75 a 1.59 ϕ ; ϕ = 2.93 a 4.23), superior (Md = 2.20 a 4 ϕ ; ϕ = 1.31 a 2.56 ϕ). Las propiedades generales del depósito, su alcance y su deposición en pendientes muy pronunciadas, apuntan a que el flujo piroclástico estaba poco fluidizado (flujo granular).

SE08-4

VOLCANIC PROCESSES REVEALED BY GRANULOMETRIC, MODAL, SEM, AND EPMA ANALYSES OF ASHES FROM POPOCATÉPETL VOLCANO

Linares López Carlos y Delgado Granados Hugo

Lab. Universitario de Petrología, Instituto de Geofísica, UNAM
linaresc@geofisica.unam.mx

Popocatepetl volcano has been erupting for nearly 10 years, starting on December 21, 1994. During this time, several explosive events have taken place, allowing the possibility to collect ash samples at several sites around the volcano, depending on the direction of the dispersion axis of the volcanic cloud. Granulometric and modal analyses have been carried out. The data set has become difficult to interpret because the ashes have been obtained at different distances during the different explosive events. Therefore, we have separated the samples selecting those that come from locations at comparable distances from the vent (<47 km). This distinction allows choosing better the working fractions. After modal analyses of the samples, the most abundant fraction has been used in order to carry out SEM imaging, EDS and EPMA analytical work. Starting with analyses for pumices, glasses and olivine crystals from samples obtained since 1995 (2 samples per year at least), several processes come clearer. Pumices are less in content percent in comparison with other components (such as lithic fragments, crystals, and glass shards). They show little development of vesicles except for particular dates. Glass shards increased their content in the samples in the year 2000. The

olivine crystals have changed their composition along the eruptive period. All this information is used to document processes associated to degassing processes, periods for entrance of new batches of magma, and crystal segregation.

SE08-5

LOS XALAPAXCOS DEL CENTRO DE MEXICO: ESTRUCTURA, ESTRATIGRAFÍA Y ESTILOS ERUPTIVOS

Carrasco Núñez Gerardo¹, Ort Michael², Davila Pablo¹, Puente Solís Rafael¹, Romero Claudia¹, Aranda Gómez José Jorge¹ y Ortega Guerrero Adrian¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dept. of Environmental Sciences and Geology, Northern Arizona University, USA

gerardoc@geociencias.unam.mx

Los xalapaxcos o cráteres de explosión del Centro de México se agrupan en tres campos volcánicos principales: Valle de Santiago, Gto., Cuenca de Serdán-Oriental, Pue., y San Luis Potosí, SLP. Aunque todos son de edad cuaternaria, los dos primeros se asocian al vulcanismo del Cinturón Volcánico Mexicano, mientras que el último pertenece a la actividad intraplaca en el sistema extensional de Cuencas y Sierras del Altiplano Mexicano. Cada campo presenta diferencias en lo que respecta al ambiente tectónico, composición química, abundancia de xenolitos ultramáficos y/o granulitas feldespáticas, características de la fuente del agua (acuífero vs. lago) y naturaleza del basamento pre-maar, lo cual queda reflejado en la morfología de las estructuras desarrolladas y sus secuencias estratigráficas. El campo de San Luis Potosí consiste de cráteres de explosión excavados en caliza plegada. Sus tefras suelen contener xenolitos ultramáficos abundantes. El campo de Valle de Santiago forma parte del campo monogenético de Michoacán-Guanajuato, mientras que el campo de Serdán-Oriental se ubica en una cuenca lacustre. De cada campo se seleccionaron algunos xalapaxcos representativos, para llevar a cabo un estudio estratigráfico y sedimentológico más detallado, con la finalidad de reconstruir su historia eruptiva y, posteriormente, poder comparar sus rasgos característicos. Las variaciones en el estilo eruptivo de los xalapaxcos no parecen atribuibles a su entorno geográfico, sino más bien a condiciones locales como son: el abastecimiento de agua externa, la inyección periódica de magma, la profundidad de las explosiones y las características del acuífero y rocas encajonantes. En algunos casos, la actividad freatomágmica fue antecedida por actividad hawaiana o estromboliana que cambió súbitamente de erupciones efusivas a actividad hidrovulcánica relativamente seca, que finalmente se hizo más húmeda y explosiva. Esto fue observado tanto en ambientes dominados por acuíferos fracturados como en los de tipo granular, mostrando poca influencia de las condiciones del basamento. En contraste, otras secuencias eruptivas indican un incremento con el tiempo hacia condiciones más secas, finalizando con erupciones estrombolianas, con la formación de conos cineríticos en el interior del cráter. En general, se observa que los maares de composición riolítica son más someros y no contienen un lago en su interior, a diferencia de los xalapaxcos de composición basáltica, lo cual posiblemente esté relacionado a su capacidad energética. En algunos casos, las variaciones observadas en la proporción y distribución de los componentes de los depósitos (i.e. accidentales y magmáticos), la ocurrencia y distribución de algunas estructuras deposicionales (ej. dunas), así como la distribución de las bocas eruptivas, indicaron una migración relativa de los focos de explosión tanto a profundidad como

a lo largo de direcciones preferentes, las cuales aparentemente siguen los patrones tectónicos regionales (NNW – SLP y Valle de Santiago; E-W- Serdán-Oriental). Debido a la diversidad de estilos eruptivos exhibida por los xalapaxcos, son necesarios diferentes modelos para explicar su evolución.

SE08-6

DONGUINYÓ AND HUICHAPAN TUFFS: SUPERIMPOSED CONTRASTING ERUPTING STYLES FROM THE SAME VOLCANIC COMPLEX

Aguirre Diaz Gerardo J.¹ y López Martínez Margarita²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ger@geociencias.unam.mx

The main products of the Donguinyó-Huichapan caldera complex are the 5.0 Ma Donguinyó and the 4.2 Ma Huichapan tuffs. Donguinyó tuff is mainly composed of a series of pyroclastic-flow deposits that progressively accumulated and formed a succession of discrete, densely welded, but rather thin, dark brown ignimbrites. Other types of pyroclastic deposits, such as surge and pumice fall deposits, are practically absent in the Donguinyó tuff. Each flow unit is limited by a planar cooling surface (cooling joint) and erosion is not evident on these surfaces, or deposition of sediments between the flow units, suggesting that their emplacement occurred in a short period of time, probably as several pulses during the same volcanic episode, i.e., the collapse of the Donguinyó caldera. Huichapan tuff is completely different than the Donguinyó tuff. It includes many types of pyroclastic deposits that form a lower sequence of layered pyroclastic deposits, consisting of pumice fallouts and unwelded pyroclastic flow and surge deposits, and an upper, major, massive ignimbrite, the Huichapan ignimbrite, which is distributed over a widespread area around its source, the Huichapan caldera. Layers 1, 2a and 2b of the classic definition of Sparks et al. (1973) are observed in most of the measured stratigraphic sections of this unit. However, vertical changes in welding observed in the Huichapan ignimbrite, from densely to partly welded at the lower and medial parts to a poorly welded uppermost part, suggest changes in temperature during the emplacement of the pyroclastic flow, and the deposit may have been formed by progressive aggradation of a pyroclastic density current, as described by Branney and Kokelaar (2002). However, by this process may be also explained the origin of layers 1 and 2a as earlier pulses during the emplacement of Huichapan ignimbrite.

The main differences observed between the Donguinyó and Huichapan tuffs may have been mainly influenced by their differences in chemical composition and temperature of emplacement of the respective magmas. Donguinyó caldera's products are in general mafic to intermediate, from basaltic andesite to trachydacite. This includes the Donguinyó tuff and the post-collapse rim lavas erupted from shield volcanoes and scoria cones. Huichapan tuff is all rhyolitic, pumice-rich, crystal-poor, and the post-collapse degassed magmas were viscous enough to form dacitic lava domes. Both deposits were formed within a time difference of less than 1 Ma, and were derived from the same site, the Donguinyó-Huichapan caldera complex. Timing between them is within the normal life time of calderas of about 1 Ma. Thus, possibly both tuffs were related to a single magma chamber that after the first caldera collapse magma evolved from andesitic-trachydacitic to dacitic-rhyolitic between the last eruptive event of the Donguinyó caldera and the first event of the Huichapan caldera; then, the silicic magmas were quickly evacuated during the

second caldera cycle at about 4.2 Ma, since all the ages of Huichapan caldera products, from the first (Huichapan tuff) to the last event (Hualtepec dome), cluster around 4.2 Ma.

SE08-7

TRANSITION FROM VULCANIAN TO PLINIAN ERUPTIVE ACTIVITY AT CITLALTEPETL VOLCANO, EASTERN MEXICO

Rossotti Andrea¹, Carrasco Nuñez Gerardo¹, Rosi Mauro² y Di Muro Andrea³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Italy

³ Laboratoire de Physique et Chimie des Systèmes Volcaniques, IPGP, Francia
andrea.rossotti@geociencias.unam.mx

Pico de Orizaba (Citlaltépetl) is the highest (5674m) active volcano belonging in North America, presently in a dormant state. A highly explosive event occurred at 8.5-9.0 ky BP producing a thick fallout sequence with associated pyroclastic flows outcropping all around the main cone with dispersion axes bearing toward E and SE. Based on granulometric, geochemical and componentry data of 107 vertical sections we divided the fallout sequence into three distinct eruptive episodes separated by thin humified horizons although the whole sequence shows vertical and lateral variation related to an unsteady eruptive plinian column. After the deposition of a thin ash horizon, representing the first phreatic eruption that unclogged the conduit, a series of topographically-controlled bread-crust, dense-scoria flows seemed to be originated from a multiple vulcanian eruptive phase that gradually turned into a plinian phase as shown by the deposition of a metric thick pumice fallout sequence. Such a transition is suggested by the presence of highly vesiculated black juvenile scoria interbedded with white pumice lapilli in the lowermost pumice fallout deposit. The discovery of a few dense, cooling-jointed dacitic clasts in the basal fallout layer indicates that a still hot, gas-depleted dacitic dome was in place at the time of the starting of the fallout deposition which corresponds to the paroxysmal eruption period of the volcano (aprox. 8660 years BP).

We propose here a model of the eruptive column associated to the recent most explosive event of the Citlaltépetl volcano as a first step for future volcanic hazard assessment.

SE08-8

PETROGRAFÍA DE LA PÓMEZ SIBINAL, VOLCÁN TACANÁ, MÉXICO-GUATEMALA

Arce Saldaña Jose Luis¹, Macias Vázquez Jose Luis², Gardner James³, Garcia Palomo Armando¹, Mora Chaparro Juan Carlos², Saucedo Giron Ricardo⁴ y Escobar Rudiger⁵

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ University of Texas at Austin, USA

⁴ Universidad Autónoma de San Luis Potosí

⁵ CONRED, Guatemala

jlarce@geologia.unam.mx

El Tacaná (15°08'N; 92°06'W; 4060 msnm) se localiza en el límite internacional entre Guatemala y México. Es un volcán activo con dos erupciones históricas ocurridas en 1950 y 1985. De acuerdo con el registro estratigráfico, el Tacaná ha tenido al menos tres erupciones de tipo pliniano, cuyos depósitos de caída fueron emplazados hacia el

sector noreste. Estos depósitos tienen espesores de hasta 3 m a distancias de 3 km del volcán y de edad aún desconocida. Uno de estos depósitos ha sido denominado informalmente como la "Pómez Sibinal", cuyos constituyentes juveniles son fragmentos de pómez blanca y escasos fragmentos densos de color gris, ambos de composición andesítica (59 % en peso SiO₂). La textura de estas rocas es porfídica, con fenocristales de plagioclasa > dos piroxenos > óxidos de Fe y Ti y raramente anfíbol, inmersos en una matriz vítrea. La plagioclasa generalmente es euhedral con zoneamiento normal (An53 núcleo–An48 borde) y en ocasiones con zoneamiento inverso (An49 núcleo–An63 borde). Los microcristales tienen una composición promedio de An60, los piroxenos presentan una composición homogénea de diópsida y enstatita, los óxidos de Fe y Ti son ilmenita y titanomagnetita. La temperatura del magma que originó esta erupción fue calculada en 854-861°C (log fO₂ de –10.81 a –10.85). La composición del núcleo de las plagioclasas (An49) y la de los microcristales relativamente más anortíticos (An60), así como el intervalo de temperaturas obtenidas (31°C) sugieren la inyección de un nuevo magma relativamente más básico, como disparador de la erupción.

SE08-9 CARTEL

ANÁLISIS GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO DE MAARES DE VALLE DE SANTIAGO, CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO

Oviedo Padrón Edgar Gerardo¹, Aranda Gómez José Jorge², Chávez Cabello Gabriel³ y Carrasco Núñez Gerardo⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Depto. de Geología Económica, IPICYT

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

⁴ Centro de Geociencias, UNAM
ecaco3@hotmail.com

El Complejo de Maares de Valle de Santiago se encuentra ubicado en el extremo septentrional del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) y abarca parte de los municipios de Abasolo, Irapuato y Salamanca (Gto). El CVMG contiene más de 1000 centros volcánicos monogenéticos del Plio-Cuaternario. Aproximadamente el 90% de los volcanes del CVMG son conos cineríticos, aunque también existen conos de lava, conos de escoria y estructuras freatomagmáticas como anillos de toba o maares. En el CVMG también se han identificado cerca de 400 volcanes escudo que aparentemente son más antiguos que los volcanes monogenéticos. El Complejo de Maares de Valle de Santiago es un alineamiento NNW-SSE de estructuras volcánicas monogenéticas (maares y conos cineríticos), burdamente paralelo a la Falla de Penajamillo y al Sistema de Fallas Querétaro-Taxco. Dentro de un área de 50 x 70 km, que se extiende desde Yuriria hasta Irapuato, hay al menos 20 maares y más de 40 conos cineríticos y en las cercanías de la cabecera municipal de Valle de Santiago se encuentran 13 de los 20 maares conocidos en la región, concentrados dentro de un área de 14 x 16 km. Se cree que el alineamiento que definen estas estructuras volcánicas refleja una zona de debilidad cortical orientada de manera casi perpendicular al patrón estructural dominante de la parte central de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Inmediatamente al sur del Complejo de Maares de Valle de Santiago, en la región de Moroleón (Gto) están expuestas las trazas ENE de fallas normales pertenecientes al sistema Chapala-Tula.

Los resultados de fotointerpretación de pares estereoscópicos y de reconocimiento de campo indican que muchos de los volcanes monogenéticos del Complejo de Maares de Valle de Santiago se desarrollaron sobre volcanes escudos más antiguos. Análisis preliminar de la degradación de conos cineríticos del CVMG sugiere que en el área la actividad monogenética ha sido prolongada, ya que en una misma región se encuentran conos bien preservados, posiblemente del Cuaternario, y cuellos volcánicos y diques rodeados por vestigios de conos cineríticos que se cree son del Plioceno. Un análisis de la distribución de los distintos tipos de volcanes indica que los volcanes freatomagmáticos definen claramente un alineamiento NNW y ENE, mientras que los conos cineríticos yacen sobre alineamientos NNW y ENE, aunque la primer tendencia es más fuerte. El número, comparativamente más bajo, de volcanes escudo (¿Plioceno temprano?) dentro del área de estudio no permite establecer con certeza si su distribución corresponde con los alineamientos de volcanes cuaternarios.

SE08-10 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA E HISTORIA ERUPTIVA DEL CRATER DE EXPLOSIÓN "HOYA LA CÍNTORA, GTO."

Puente Solís Rafael y Carrasco Núñez Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
rpunte@geociencias.unam.mx

El cráter de explosión Hoya La Cíntora se encuentra dentro del campo volcánico de Valle de Santiago (CVVS), localizado al NW del campo volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG), dentro de la parte central de la Faja Volcánica Mexicana (FVTM). Es uno de los 13 cráteres de explosión (maares) que caracterizan al CVVS alineados en una franja de 14 km x 6 km, con una orientación NNW-SSE. Hoya La Cíntora presenta una forma circular, elongado burdamente hacia el SW, con un diámetro de hasta 2030 m y profundidad de 180 m.

El estudio estratigráfico de La Cíntora se encuentra definido por 3 grandes etapas que representan las diferentes fases evolutivas del cráter; éstas son: a) Etapa precursora de maar, b) Etapa formadora de maar y c) Etapa post-maar. Además, se reconoce una unidad basáltica pre-maar, que aunque no tiene relación con la evolución eruptiva del cráter Hoya La Cíntora, representa el evento volcánico más antiguo en la secuencia expuesta. Dichas etapas representan la historia eruptiva del maar, que varía desde actividad efusiva, y estromboliana, hasta freatomagmática pura, aunque suele estar intercalada con actividad estromboliana hacia la parte media superior de la secuencia, presentando un comportamiento diferente a la del modelo tradicional.

Este maar fue construido por erupciones freatomagmáticas de varias intensidades, reflejando la estrecha interacción entre un antiguo acuífero con cuerpo magmático ascendente, manifestándose en la variabilidad de sus depósitos de brechas, tobas y oleadas piroclásticas. Se asume que las primeras explosiones aumentaron la fragmentación del substrato rocoso, facilitando el flujo y, por consiguiente, el aporte de agua al sistema magma-agua, logrando una mezcla óptima hacia el final de la etapa formadora de maar, reflejándose en erupciones más explosivas, lo que también se manifiesta con un mayor aporte de material juvenil.

SE08-11 CARTEL

EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL MAAR JOYA SOLÍS, VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO, MÉXICO

González Becerra Paula Cecilia¹, Aranda Gómez José Jorge²,
Chávez Cabello Gabriel³ y Carrasco Nuñez Gerardo⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Depto. de Geología Económica, IPICyT

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias,
UNAM

⁴ Centro de Geociencias, UNAM
paugonzalez@geociencias.unam.mx

La Joya Solís es uno de los 20 volcanes tipo maar de la región de Valle de Santiago. Se ubica en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), en el sector nororiental del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG). El CVMG contiene más de 1000 conos cineríticos, cientos de volcanes escudo y solo unas docenas de maares, distribuidos sobre un área de aproximadamente 40,000 km². Las rocas volcánicas en el CVMG varían de basaltos a andesitas basálticas y son, en promedio, menos silíceas que los volcanes compuestos de la FVTM. Los maares de Valle de Santiago se localizan en un área de 7 x 50 km y definen un alineamiento NNW, que contrasta con las fallas normales E-W del sector central del CVMG. Este alineamiento NNW ha sido atribuido a un sistema de fallas o a una zona de debilidad en la corteza profunda (Murphy, 1982; Uribe-Cifuentes y Urrutia-Fucugauchi, 1992). La gran abundancia de maares en Valle de Santiago posiblemente se debe a que esta es una zona con una concentración alta de volcanes y a condiciones hidrogeológicas locales que debieron haber controlado el estilo de erupción de los magmas. De esto se infiere que las condiciones hidrogeológicas en el área de Valle de Santiago debieron haber sido distintas a aquellas en el resto del CVMG. A menos de 1500 m de la Joya Solís se ubica el centro de otros dos maares: la Joya Blanca y la Joya La Cíntora. Dentro de esta misma área también se encuentran al menos tres conos cineríticos independientes de los maares (CC-1 a CC-3) y un conjunto de conos cineríticos (CC-4) ubicados dentro de la Joya Blanca. Fotointerpretación de pares estereoscópicos muestra que no existe la posibilidad de establecer la edad relativa de estos volcanes empleando únicamente relaciones de corte ya que los cráteres de los maares no se intersectan, siendo la única excepción la Joya Blanca y el cono cinerítico CC-2, que es más antiguo que el maar. En la pared oriental de la Joya de Solís está expuesta una secuencia piroclástica compleja, posiblemente formada por la sobreposición de capas de tefra proveniente de varios centros eruptivos cercanos. En la secuencia hay varias capas de escoria de caída, probablemente provenientes de uno o más conos cineríticos cercanos y al menos una discordancia angular dentro de la secuencia de oleadas piroclásticas. Asimismo, se observó que las capas de oleadas piroclásticas contienen un buen número de estructuras sedimentarias que se emplean para determinar la dirección de transporte de las mismas e inferir su procedencia.

SE08-12 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA DEL CRÁTER DE EXPLOSIÓN HOYA LA ALBERCA, GTO.

Rincon Herrera Nelly Everlyn y Carrasco Nuñez Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
nelly@geociencias.unam.mx

La Hoya La Alberca es uno de los cráteres de explosión (maars) que conforman el campo volcánico de Valle de Santiago (CVVS), Gto. La Alberca se ubica en el extremo nororiental del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, en la parte central de la Faja Volcánica Transmexicana. El CVVS está compuesto por alrededor de 13 maares, los cuales se encuentran ubicados dentro de una franja con orientación NW-SE que contrasta grandemente con la trama tectónica de la región.

El cráter Hoya La Alberca es de forma circular y en su interior hay un lago que hasta hace poco tiempo era perene. La secuencia volcánica asociada a la formación del cráter descansa directamente sobre un paleosuelo que la separa de un flujo potente de lava de composición andesítica con una edad isotópica (⁴⁰Ar/³⁹Ar) de 0.25 ± 0.02 Ma. La base de la secuencia piroclástica asociada al maar inicia con un horizonte de escoria basáltica (sensu lato) derivada de un cono cinerítico que se encuentra parcialmente expuesto en la pared norte del cráter y que fue parcialmente destruido por la actividad freatomagmática. Sobre la escoria descansa un depósito piroclástico que dividimos en tres secuencias. La secuencia inferior consiste de una alternancia de brechas volcánicas, capas laminares de ceniza de caída y algunos depósitos de oleadas con lapilli acrecional. En esta parte sobresalen varias estructuras de impacto causadas por fragmentos balísticos que deformaron a las capas saturadas con agua. En la parte media las capas de tefra presentan una estructura masiva con bloques grandes, brechas heterolitológicas (basalto-andesita) soportadas por clastos y algunas capas de oleada piroclástica con lapilli acrecional y con una granulometría fina que les da un aspecto limo-arcilloso. La secuencia superior presenta también capas de oleada limo-arcillosas y brechas, aunque los clastos de esta secuencia son los de mayor tamaño que los de las secuencias basal e intermedia. Las brechas de la secuencia superior contienen mayor cantidad de material juvenil, que es altamente vesicular y que contrasta grandemente con la textura de los clastos accidentales derivados del derrame de lava andesítica. La secuencia estratigráfica expuesta en el camino de acceso al cráter hace evidente la transición rápida de actividad estromboliana inicial a actividad freatomagmática cuya intensidad cambió con el tiempo debido a la inyección periódica de magmas basálticos y/o a las fluctuaciones en el abastecimiento de agua al sistema.

SE08-13 CARTEL

LAS PARAGÉNESIS MINERALES EN TEFRAS ASOCIADAS A ACTIVIDAD FREATOMAGMÁTICA COMO CRITERIO DE CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA: COMPLEJO DE MAARES DE VALLE DE SANTIAGO, GUANAJUATO, MÉXICO

Peñaloza Turrubiates Nora Elvia¹, Aranda Gómez José Jorge²,
Chávez Cabello Gabriel³ y Carrasco Nuñez Gerardo⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

² Depto. de Geología Económica, IPICYT

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias,
UNAM

⁴ Centro de Geociencias, UNAM
nept@geociencias.unam.mx

El Complejo de Maares de Valle de Santiago está ubicado en la región centro-septentrional del Cinturón Volcánico Mexicano, en la porción que se conoce como el Campo Volcánico Michoacán – Guanajuato. En los alrededores de la ciudad de Valle de Santiago, dentro de un área de 14 x 16 km, existe una concentración anómalamente alta de estructuras freatomagmáticas y de conos cineríticos. Estos volcanes forman varios grupos, ubicados a distancias variables entre sí. Dentro de cada grupo a veces se observan relaciones de corte entre los cráteres de uno o varios maares y/o entre conos cineríticos y maares, lo que permite establecer con un buen grado de certidumbre la edad relativa de algunos de los volcanes dentro de ese grupo. Cuando los grupos de maares/conos cineríticos están separados entre sí es más difícil determinar sus edades relativas ya que no existen relaciones de corte entre ellos. En las áreas ubicadas entre los grupos de estructuras freatomagmáticas existen afloramientos de una o más secuencias intermedias o distales de capas de nube rasante, depósitos de caída asociados a los maares o a conos cineríticos, y es común observar discordancias angulares o erosionales y/o paleosuelos entre las secuencias. Aunque en estos afloramientos es posible establecer con certeza la edad relativa de los paquetes de tefra y la existencia de hiatos significativos en la actividad volcánica, señalados por los paleosuelos, en muchos casos las fuentes de los materiales piroclásticos es desconocida, por lo que no es posible extrapolar los resultados a sus fuentes.

Los magmas que produjeron los maares de Valle de Santiago varían en composición de félsicos a máficos, pasando por composiciones intermedias y, consecuentemente, los clastos juveniles tienen paragénesis minerales distintas. Además, se ha notado que las rocas pre-maar expuestas en las paredes de los cráteres también tienen mineralogías variables. La paragénesis mineral de las rocas piroclásticas asociadas a la formación de los maares es, por tanto, producto de la mezcla de minerales accidentales provenientes de las rocas pre-maar y fenocristales primarios, característicos del magma involucrado en la actividad freatomagmática. También se ha observado que algunos depósitos de tefra asociados a los maares contienen xenolitos de granulitas feldespáticas provenientes de la parte media o profunda de la corteza continental. En esos sitios estos materiales también debieron contribuir a la mineralogía de las rocas piroclásticas y su presencia en la tefra puede ser diagnóstica de su fuente.

El estudio consiste en determinar la mineralogía en rocas pre-maar, fragmentos juveniles asociados a la actividad freatomagmática y en los xenolitos de cada maar y compararla con aquella presente en capas de tefra en depósitos proximales expuestos en las paredes del cráter. Con estos datos se establece la mineralogía característica del maar en cuestión y, posteriormente se compara con la paragénesis en muestras de tefra colectadas en depósitos intermedios/distales para

tratar de establecer su fuente. Las edades relativas obtenidas en este estudio serán importantes para comprender la evolución geológica y petrogenética del complejo de maares y conos cineríticos de Valle de Santiago.

SE08-14 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA DEL CRÁTER DE EXPLOSIÓN "HOYA DE ESTRADA", GTO.

Cano Cruz Marisol y Carrasco Nuñez Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
mcano@geociencias.unam.mx

Hoya de Estrada es uno de los cráteres de explosión (maars) que conforman al campo volcánico de Valle de Santiago (CVVS), Gto. Se ubica en el extremo nororiental del Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato, en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano. El CVVS está compuesto por alrededor de 13 maares, los cuales se encuentran orientados en la dirección preferencial NW-SE. El cráter Hoya de Estrada se caracteriza por ser uno de los pocos maares de composición riolítica del CVVS, además de ser una de las estructuras más someras que carece de un lago interno.

La secuencia estratigráfica fue agrupada en tres diferentes unidades. La base de la secuencia estratigráfica fue dividida, a su vez, en dos miembros: 1) Secuencia de capas limo-arcillosas a arenosas con presencia de lapilli acrecional, con algunas intercalaciones de gravas gruesas, compuestas por pómez riolítica y líticos; presentan una estratificación laminar y ondulante. 2) Capas de gravas gruesas, algunas veces intercaladas con arenas gruesas; presenta una estructura que varía de masiva a estratificada, rica en líticos y pómez y con algunos líticos oxidados. La parte media de la secuencia estratigráfica fue también dividida en dos miembros. El inferior presenta capas estratificadas (ondulantes y cruzadas) de arenas, limos y arcillas, con algunas capas de gravas gruesas soportadas clasto a clasto. Sobreyace discordantemente un depósito con estratificación burda con algunos clastos de riolita de hasta 12 cm de diámetro y capas de gravas gruesas. La parte superior de la secuencia presenta una capa que va de masiva a burdamente estratificada compuesta por gravas gruesas, rica en líticos y con pómez pequeñas. Sobreyace concordantemente un suelo café que indica un tiempo de reposo, seguido por un horizonte de escoria limitado por arenas e, inmediatamente después, por una secuencia estratificada de ceniza fina ondulante con presencia de lapilli acrecional. Estos últimos depósitos se cree que provienen del cráter "Hoya Blanca", que se encuentra al sur de la Hoya de Estrada. La secuencia estratigráfica indica fluctuaciones en el estilo eruptivo, con erupciones freatomagmáticas, que varían en la relación agua/magma y presentan inyecciones periódicas de magma riolítico, que gradualmente disminuyen en intensidad hacia el final de la etapa eruptiva.

SE08-15 CARTEL

LA IGNIMBRITA SAN MIGUEL CAÑADAS, TEPOZOTLÁN, EDO. DE MÉXICO

Gutiérrez Palomares Isaac y Aguirre Díaz Gerardo J.
Centro de Geociencias, UNAM
ger@geociencias.unam.mx

La ignimbrita San Miguel Cañadas (SMC) está asociada a la formación de la caldera La Muerta, la cual se localiza junto a Tepozotlán, Edo. de México, a 40 km del centro de la Cd. de México.

La caldera es una de varias estructuras volcánicas con evidencia de colapso lateral que se encuentran en la parte norte de la Sierra de las Cruces. La ignimbrita SMC se encuentra principalmente al WNW de la caldera La Muerta, cubre un área aproximada de 264 km² y con un volumen físico estimado en 6.3 km³. Catorce secciones estratigráficas medidas indican un espesor máximo de 61 m en las facies proximales y de 25 m en las partes más distales, a 17 km al W de la fuente, donde la unidad está desplazada por una falla normal orientada al NE que la pone en contacto tectónico con depósitos piroclásticos más recientes de otras fuentes. En las facies distales al NNW, a 9 km de la fuente, presenta espesores de 20 m, el cual parece ser el espesor del frente del depósito. La ignimbrita SMC es probablemente del Plioceno tardío (fechamiento en proceso).

La ignimbrita SMC se caracteriza por un abundante contenido de líticos, con los siguientes valores: 13-37 vol.% de líticos de lavas, 2-3 vol.% de clastos de pómez, y 62-84 vol. % de matriz pumítica. Los líticos son predominantemente de lavas de composición intermedia, con textura porfirítica rica en fenocristales de plagioclasa, gris oscuro a gris claro, o rojizos, con bandeamiento de flujo, y tamaños de gravas a bloques de 1.5 m. Los fragmentos de pómez son subangulosos, blancos, con tamaños de 1 a 30 cm, y con fenocristales de sanidino y hornblenda euhedral. En algunos sitios se observa que los clastos de pómez aumentan en proporción hacia la cima en relación a los líticos, los cuales son más abundantes hacia la base. La matriz es poco cohesiva y esta compuesta principalmente por ceniza de vidrio, y cuarzo, sanidino y hornblenda. En general, la ignimbrita es café claro a amarilla a la intemperie y gris claro al fresco.

Por su distribución y características físicas, la ignimbrita SMC aparentemente se formó durante el colapso hacia el oeste de un antiguo estratovolcán andesítico-dacítico, dejando en éste una amplia cicatriz con forma de herradura abierta hacia el W, que marca la traza de la caldera La Muerta. Posterior al colapso, se emplazaron algunos domos de composición intermedia en el anillo y centro de la caldera.

SE08-16 CARTEL

LAS IGNIMBRITAS HIPERALCALINAS DEL MIOCENO MEDIO EN SONORA CENTRAL, NW MÉXICO: ELEMENTOS DISCRIMINATORIOS

Vidal Solano Jesús Roberto¹, Paz Moreno Francisco Abraham² y Demant Alain¹

¹ Laboratoire de Pétrologie Magmatique, Université Aix-Marseille III, Marseille, France

² Depto. de Geología, Universidad de Sonora
chuyvidal@yahoo.com.mx

El volcanismo ignimbrítico está particularmente bien representado en el noroeste de México, donde conforma gran parte de la Sierra Madre Occidental (McDowell & Clabaugh, 1979). En las zonas costeras, afectadas por la tectónica distensiva de tipo Basin and Range, un volcanismo ignimbrítico de edad Mioceno Medio ha sido también reconocido en la Sierra Libre (Cochemé, 1981) y en la Sierra Santa Ursula (Mora-Alvarez & McDowell, 2000). Este volcanismo ácido tiene características calco-alcalinas y ha sido clásicamente relacionado con la subducción del Pacífico.

En un trabajo de tesis realizado en la zona de El Pinacate (Vidal-Solano, 2001), se caracterizaron por primera vez en Sonora riolitas del Mioceno Medio con afinidades hiperalcalinas. Rocas similares se encontraron en Sonora central y han sido fechadas en 12 Ma (Paz Moreno et al., sometido). La aparición de rocas hiperalcalinas en un

periodo que precede a la fase de extensión que dio lugar al Golfo de California no es fortuita: es el resultado de un proceso de adelgazamiento importante de la corteza continental. Es por lo tanto particularmente importante reconocer a estas ignimbritas.

Por lo general, las ignimbritas hiperalcalinas de Sonora central corresponden a una unidad de enfriamiento simple de algunas decenas de metros de espesor. Es frecuente encontrar en la base de ésta un vitrófiro, con textura perlítica, lo que subraya la presencia de agua en estas cuencas invadidas por flujos piroclásticos de alta energía. Encima del vitrófiro se observa una zona rica en litofisas pero la mayor parte de la unidad la conforma una zona compacta con flamas (fiammes) alargadas. El carácter soldado del material explica la morfología en mesetas de estas ignimbritas. Son sin embargo las características mineralógicas y geoquímicas las que distinguen claramente a estas ignimbritas. En lámina delgada se observa una asociación: fayalita + ferrohedenbergita + feldespato alcalino sódico, típica de líquidos hiperalcalinos (Macdonald, 1974). Considerando los resultados de la geoquímica, se puede precisar que estas rocas ácidas son riolitas de tipo comendita (Le Maitre, 1989) con SiO₂ ~73-76%, Al₂O₃ ~11-13%, valores elevados en hierro (1.8-3.3%) y en álcalis (Na₂O + K₂O = 8-10%). Los diagramas de tierras raras discriminan de manera clara a estas rocas, con respecto a las riolitas calcoalcalinas de otras regiones del Estado.

SE08-17 CARTEL

ESTUDIO VULCANOLÓGICO DE LA PÓMEZ EZEQUIEL MONTES, QUERÉTARO

Hernández Rojas Javier, Carrasco Núñez Gerardo y Aguirre Díaz Gerardo J.

Centro de Geociencias, UNAM
jhernandez@geociencias.unam.mx

Extensos depósitos de caída de pómez fueron producidos por la Caldera Amazcala hace aproximadamente 7.3 Ma. Esta caldera es una de varias que han sido reconocidas en el sector central del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Tiene una forma elíptica de 11 x 14 km de diámetro y está localizada a 30 km al NE de la ciudad de Querétaro. La unidad más antigua de la caldera es la Pómez Ezequiel Montes (PEM), la cual consiste de una secuencia de capas de caída de pómez. Una de las características principales de la PEM es su gran espesor, además de su amplia distribución, a lo largo de 2 ejes principales de dispersión orientados tanto al SW como al SE con respecto a la caldera, por lo cual representa un buen horizonte indicador estratigráfico. La localidad tipo se encuentra cerca del pueblo de Ezequiel Montes (Qro.). La secuencia tiene 32 m de espesor mínimo, ya que no está expuesta su base, y consiste de una alternancia de depósitos de caída, cuyos clastos van de lapilli fino hasta lapilli grueso, intercalados con depósitos de oleada de unos cuantos cm de espesor y horizontes con características que semejan depósitos de flujo. La secuencia es similar en composición (riolita), desde la base hasta la parte superior, y litológicamente está dominada por pómez gris a gris oscuro, mostrando en ocasiones una superficie de alteración hidrotermal, con menores cantidades de líticos. El trabajo granulométrico y de componentes realizado a detalle a la PEM hace más comprensible la dinámica de la erupción, revelando que fue producida por una secuencia de erupciones de tipo Pliniana. Además, las caídas de pómez en la secuencia representan condiciones de columnas altas que causaron una amplia dispersión de los productos piroclásticos. Aparentemente esta actividad fue pulsante, dado el carácter estratificado de algunas capas, su menor espesor, y su alternancia con depósitos interpretados como flujos piroclásticos.

SE08-18 CARTEL

**IMPACTO AMBIENTAL POR LLUVIA DE CENIZA
VOLCÁNICA EN EL VALLE DE COLIMA**Navarro Ochoa Carlos¹, Cortés Cortés Abel² y Dominguez
Reyes Tonatihu²¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima² Universidad de Colima
naoc@cgic.ucol.mx

La erupción del 20 de Enero de 1913, se caracterizó por desarrollar una columna eruptiva de tipo subpliniano con alturas probables entre 15 a 20 km sobre la cima (3,860m.s.n.m). La columna fue afectada por vientos dominantes hacia el ENE. Estos vientos soplan durante los meses de Octubre a Mayo sobre el volcán, con velocidades de hasta 35 m/s en alturas cercanas a los 30 km. Las referencias históricas indican que en 1913, la nube de ceniza generada por la columna eruptiva, descargó un espesor de alrededor de 8 cm sobre la ciudad de Zapotlán El Grande, Jal., la cual se encuentra a 25 km al Noreste del volcán de Colima. Se considera que el peso de la ceniza pudo haber alcanzado valores de 51 a 86 kg/m², prueba de ello, es el gran número de techos de teja colapsados reportados durante la erupción. Existen reportes de lluvia de ceniza sobre la ciudad de Colima, durante pequeñas erupciones en los siglos XVIII y XIX, con valores menores a 12 g/m². Los vientos que traen la ceniza en esta dirección, tienen una ocurrencia menor al 13% durante el año, con preferencia en los meses de septiembre y octubre, meses en que ocurrieron estas lluvias de ceniza históricas sobre Colima. Explosiones pequeñas recientes, entre 2003-04, han depositado entre 15 a 230 g/m² de ceniza, en radios de 8 a 13 km a partir de la cima del volcán.

Para determinar la cantidad de ceniza que pudiera precipitarse sobre la ciudad de Colima (32 km al SSW del volcán), se aplicó el modelo físico simple de sedimentación de Bursik, et. al, (1994), para el caso de un escenario 1913 y en presencia de vientos de baja altura con dirección al SSW. Se estima una velocidad promedio de viento de 7 m/s, con rangos de tamaño de grano de 3 a 4 phi (0.125 a 0.065 mm), tiempos de residencia en el aire de 2 a 9 horas y con velocidades de caída entre 0.64 a 0.15 m/s, entre otros parámetros a considerar. El peso de la ceniza sería de 2 a 2.8 kg/m² con un espesor de 3 a 5 mm. Estos valores no representan peligro por colapsamiento de techos frágiles, sin embargo, si representan riesgos principalmente a la salud en vías respiratorias, cutánea y oftálmica. Además de representar daños y molestias en automotores, vías de comunicación aérea, terrestre, y electrónica. En un escenario tipo 1913 (erupción Subpliniana), en un radio de 10 a 20 km del volcán, la cobertura vegetal sería sepultada por la ceniza con varios centímetros de espesor, afectando al bosque y zonas de cultivo de café, caña, y otros, con perdidas multimillonarias.

Sesión Especial

**Peligros y Riesgos Geológicos de la Cuenca
de México: Hacia una visión integral**

Viernes 5

Salón Claustro 3

SE09-1

EL SISTEMA DE ALERTA SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE MÉXICO: LA EVALUACIÓN DE SU DESEMPEÑO Y UNA ESTRATEGIA PARA MEJORARLA

Iglesias Mendoza Arturo¹, Singh Shri Krishna.¹, Pacheco Alvarado Javier E.¹, Santoyo García-Galeano Miguel A.¹ y Ordaz Schroeder Mario²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Ingeniería, UNAM
amg@ollin.igeofcu.unam.mx

Si bien la Ciudad de México se encuentra a no menos de 300 km de la interfase entre las placas de Cocos y Norteamérica, esta ciudad ha sufrido importantes daños por sismos provocados en el contacto mencionado. La principal razón de estos daños es la dramática amplificación sufrida por las ondas sísmicas en el Valle de México.

La gran distancia entre la fuente de este tipo de temblores y la Ciudad de México, representa una excelente oportunidad para contar con un sistema de alerta temprana. En 1993, el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES) implementó un sistema de alerta sísmica ("Sistema de Alerta Sísmica", SAS) que ha venido operando y manteniendo desde entonces a base de un gran esfuerzo tecnológico. El SAS, cubre gran parte de la costa de Guerrero, incluyendo la zona conocida como "la brecha de Guerrero" que representa un peligro importante para la ciudad de México.

Llevando a cabo una evaluación del desempeño del SAS desde 1993 hasta el 2004, se encontró una alta tasa de fallas debida principalmente a:

a) El algoritmo de discriminación entre los eventos pequeños (que apenas son perceptibles en la ciudad) de los eventos grandes que originan importantes aceleraciones y por lo tanto daños materiales y pérdidas humanas.

b) La cobertura limitada del SAS (solamente la costa de Guerrero).

Derivado del análisis de cerca de 1000 acelerogramas registrados cerca de los epicentros, se propone una estrategia diferente. Esta consiste en el cálculo de Arms para una ventana de 10 segundos después del arribo de S. El uso de un filtro pasabandas (entre 0.2 y 1.0 Hz) sobre los sismogramas permite establecer una mejor correlación entre Arms y Amax en la ciudad de México. Este filtro está basado en el hecho de que las ondas sísmicas sufren amplificación sobre esta banda de frecuencias, especialmente en aquellas zonas propensas a sufrir daños.

Esta propuesta presenta mejor comportamiento que el SAS con respecto de falsas alertas y fallos (eventos importantes para los cuales no se disparo el sistema). Además de lo anterior, nuestros resultados muestran que, con la estrategia probada, se necesitaría menor número de estaciones por área cubierta, lo que representa un importante ahorro económico y logístico y por lo tanto una mejor manera para extender el sistema a otras zonas de alto potencial sísmico.

SE09-2

DETERMINACIÓN DEL TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO PARA EVENTOS DE LA CUENCA DE MÉXICO

Ortega Ruiz Roberto¹, Quintanar Robles Luis² y Jiménez Jiménez Zenón²

¹ Unidad La Paz, CICESE

² Instituto de Geofísica, UNAM
ortega@cicese.mx

La sismicidad originada en la Cuenca de México, aunque de baja magnitud, representa un aspecto importante dentro de los riesgos geológicos que afectan a la región dado que ahí se concentra casi el 20% de la población nacional además de ser el centro político y económico del país. En este trabajo presentamos resultados de ~10 años de registros sísmicos dentro del valle con equipos instrumentales de período corto y algunos de banda ancha; estos resultados se enfocan principalmente en la caracterización del tipo de fallamiento en algunas zonas dentro de la cuenca. Si bien se ha determinado en el pasado los mecanismos focales de algunos sismos moderados (M ~3.5) por el método de polaridades de primeros arribos, en este trabajo pretendemos complementar esta técnica con la determinación del Tensor de Momento Sísmico (TMS) modelando las formas de onda registradas en estaciones de banda ancha. La determinación del TMS para eventos moderados requiere de un análisis detallado. Se ha desarrollado de esta manera un método que calcula un conjunto de soluciones TMS a partir del modelado conjunto de formas de onda y de polaridades de primeros arribos. El método está basado en una búsqueda global minimizando los errores en las normas L1 y L2 de las cuales se elige aquélla que es acorde con la distribución de polaridades de todas las estaciones que registran el sismo. Se implementó un programa de cómputo que muestra las soluciones con los errores mínimos y que permite escoger visualmente el mecanismo más adecuado. El cálculo de los parámetros focales producto de la determinación del TMS nos permitirá determinar el estado de esfuerzos regional prevalente en la Cuenca de México.

SE09-3

DETERMINACIÓN DE UNA ESCALA DE MAGNITUD PARA TEMBLORES CORTICALES EN LA PARTE CENTRAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Chavacán Avila Marcos¹, Lermo Samaniego Javier Francisco¹ y Quintanar Robles Luis²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM
MchavacanA@iingen.unam.mx

La caracterización sismotectónica en el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) y en especial en la Cuenca de México (CM), es poco conocida por la escasa cobertura sismológica que hasta hace 20 años existía en la zona. Otro problema que impide un mejor conocimiento de la sismicidad (y por ende del peligro sísmico) de la CM, es la falta de una escala de magnitud adecuada. Los catálogos existentes reportan la magnitud de duración (Md) utilizando diferentes valores (Lee et al., 1972; Havskov y Macías, 1983) las cuales sobreestiman su valor con respecto a la magnitud de momento (Mw). En este trabajo se propone una nueva escala de magnitud utilizando 22 sismos locales que fueron registrados en una estación sismológica de banda ancha localizada en terreno firme dentro de la CM:

$$Md^* = -1.61947 + 0.00052 D + 2.336177 \log 10(T)$$

La escala obtenida es una Md corregida, calculada a partir del método clásico de Lee et al. (1972) y calibrada con Mw. La relación empírica obtenida reduce considerablemente la sobreestimación observada de la magnitud de los eventos locales en la CM.

SE09-4

SISMOLOGÍA URBANA. LA CONTRIBUCIÓN DEL AMBIENTE URBANIZADO EN EL MOVIMIENTO DE CAMPO LIBRE

Cárdenas Soto Martín¹ y Chávez García Francisco²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Ingeniería, UNAM
martinc@servidor.unam.mx

Los efectos de interacción suelo-estructura (ISE) en el comportamiento dinámico de los edificios han sido estudiados extensivamente. Sin embargo, la radiación de ondas producida en la interface suelo-cimentación ha recibido poca atención. Estudios recientes señalan que la ISE en un ambiente urbano puede modificar el movimiento del terreno registrado en el llamado "campo libre". Esas modificaciones serán importantes cuando dos condiciones estén presentes: a) edificios localizados en suelos blandos y b) coincidencia entre los periodos de vibrar del edificio y aquellos de las capas superficiales del suelo. Ambas condiciones están presentes en la zona de lago de la ciudad de México. En este estudio exploramos la posible influencia de la presencia de los edificios en el movimiento de campo libre. Presentamos los resultados del análisis de mediciones de vibración ambiental en y entorno a dos edificios situados en suelos blandos de la ciudad de México. El objetivo fue identificar las modificaciones al movimiento de campo libre causado por los edificios circundantes. Los resultados a partir de mediciones de vibración ambiental, muestran que la estimación de la función de transferencia (definida por la amplitud relativa y frecuencia predominante del cociente espectral del componente horizontal entre vertical) en sitios dentro de la ciudad presenta variaciones importantes, tanto entre componentes horizontales como en la amplificación para puntos muy cercanos entre sí. Estos resultados son confrontados con aquellos obtenidos en un área libre de estructuras. En el caso de sitios densamente urbanizados, dichas variaciones desaparecen con las prácticas usuales de calcular promedios entre componentes horizontales y de aplicar un suavizado espacial a las mediciones antes de elaborar curvas de isoperiodos, las cuales son una de las bases para conformar códigos de construcción. No fue posible identificar ondas radiadas desde los edificios. El campo de ondas de la vibración ambiental resulta de las contribuciones de diferentes efectos. Es posible también que el movimiento del terreno incluya contribuciones de otros edificios, dada la densidad de estructuras en la ciudad de México. Además, los efectos de ISE son esperados a ser mayores en la frecuencia donde los efectos de sitio son considerables, lo cual hace difícil separar los dos efectos. Finalmente, los resultados de este estudio sugieren que el movimiento sísmico del suelo registrado en la vecindad de los edificios debe ser tratado con precaución antes de considerar a éste como representativo de las condiciones de campo libre.

SE09-5

ANÁLISIS DE SUBSIDENCIA EN LA CD DE MÉXICO: UNA COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROVENIENTES DE ERS-1/2 Y ENVISAT-ASAR

Cabral Cano Enrique¹, Miralles Wilhelm Fernando y Dixon Timothy²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami
ecabral@igeofcu.unam.mx

Este trabajo analiza la subsidencia en la Ciudad de México por medio de Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) usando imágenes de archivo ERS-1/2 y ENVISAT-ASAR programadas. Las tasas de extracción de agua subterránea en la Cuenca de México han excedido la recarga natural, provocando un abatimiento del nivel entre 0.1-1.5 m/año, reduciendo la presión de fluido de poro en el acuífero/acuitardo y eventualmente induciendo una compactación de las arcillas con la consecuente subsidencia del suelo. Este proceso, aunque ha sido reconocido por más de un siglo, se ha acelerado en los últimos 50 años debido a la expansión urbana en la Cuenca de México.

La Ciudad de México ha tenido una cobertura de imágenes ERS-1/2 en la última década mucho mayor que el promedio comparado con otras ciudades del centro de México. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el lapso entre imágenes capturadas no es adecuado y se presenta una falta de coherencia, no siendo aceptables para aplicaciones de monitoreo y determinación de posibles variaciones estacionales en las tasas de subsidencia.

Las nuevas imágenes Envisat-ASAR programadas han mejorado sustancialmente esta situación y han permitido una cobertura periódica del área de estudio. Estos datos han permitido una mejor definición temporal de la subsidencia que se presenta en la Cuenca de México. Los resultados muestran que la subsidencia afecta un área mayor de la que se ha detectado con métodos tradicionales topográficos. El análisis de InSAR indica que la subsidencia en la Cd de México muestra tasas que llegan a los 380 mm/año en la zona Este, mientras que la zona del Centro Histórico muestra tasas cercanas a los 115 m/año durante la segunda mitad del la década de los 90's. El análisis de InSAR a partir de imágenes Envisat-ASAR indica que estas tasas de subsidencia se mantienen para el 2004. Los datos de niveles piezométricos muestran una caída en el nivel que es concurrente con la subsidencia de una manera casi lineal. El modelado de estos datos utilizando la teoría de consolidación de Terzaghi muestra una correspondencia con la subsidencia observada y provee de una buena aproximación para determinar la compresibilidad del acuitardo. El monitoreo continuo de los patrones espaciales y temporales de la deformación superficial utilizando las técnicas descritas, puede llevar a la implementación de acciones de mitigación que son necesarias para prevenir la integridad estructural y la calidad del agua en el sistema acuífero de la Cuenca de México.

SE09-6

LA ESTRUCTURA CENOZOICA DE LA PORCIÓN SUR DE LA CUENCA DE MÉXICO DESDE UNA PERSPECTIVA GRAVIMÉTRICA DE 3D

Díaz Molina Oscar, Cabral Cano Enrique, Chávez Segura Rene Efraín y Correa Mora Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
oscard@igeofcu.unam.mx

Este trabajo describe la interpretación estructural de un modelo gravimétrico de 3D para una región que cubre la mayor parte de la zona metropolitana de la Ciudad de México. Estos resultados se correlacionan con la información de subsuelo de Pérez-Cruz (1988) para obtener una visión de la estructura del subsuelo de la porción sur de la Cuenca de México lo cual nos ha permitido reconocer varias fallas cenozoicas que definen su estructura. La imagen gravimétrica muestra fuertes indicios de sistemas de fallas normales con orientación E-W y NE-SW las cuales ejercen un control sobre el depósito de paquetes sedimentarios y volcánicos bajo la ciudad de México. Algunas de las fallas reportadas previamente como es el caso de la falla Mixhuca representan solo un segmento de un sistema mayor que define un alto estructural (Alto Mixhuca) que se extiende sobre una gran parte de la Ciudad de México. Este estilo estructural se continua al sur hacia la región de Xochimilco-Chalco donde se define un geometría de graben y horst que afecta el paquete de basaltos de edad Mioceno-Oligoceno. Se presentan además los resultados preliminares de la modelación de nuevos transectos gravimétricos que cruzan estas estructuras.

SE09-7

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE FRACTURAMIENTO EN SEDIMENTOS. CASOS DE ESTUDIO EN LA CUENCA DE MEXICO

Carreón Freyre Dora Celia
Centro de Geociencias, UNAM
freyre@geociencias.unam.mx

El fenómeno de fracturamiento de sedimentos en cuencas volcánicas es ampliamente conocido y ha sido el objeto de estudio en México desde 1947 en que Nabor Carrillo realizó el primer análisis para fracturamiento por tensión, debido a la depresurización ocasionada por la extracción de agua subterránea. Desde entonces especialistas en diferentes áreas han reportado casos de fracturamiento tanto en la Cuenca de México como en otras cuencas del centro del país. Se han llevado a cabo cartografías detalladas que han sido relacionadas con patrones estructurales regionales, se han realizado modelos numéricos para evaluar el estado de esfuerzos del sistema y modelos analíticos para relacionar cuantitativamente el potencial de fracturamiento con el agua extraída en un sistema acuífero. Sin embargo, todavía no se ha generado un mapa de riesgo de fracturamiento en una zona urbana en el que se puede delimitar la magnitud del daño real y potencial causado por este fenómeno y que por tanto sea útil para llevar a cabo una delimitación adecuada del uso de suelo y para proponer una estrategia de mitigación. Cabe remarcar que en este trabajo se entiende por Riesgo al producto de la probabilidad de que ocurra un fenómeno por el monto de los daños causados por el mismo. Así, la cartografía de un sistema de fracturamiento no es suficiente para establecer una zona de riesgo ya que no permite evaluar cuantitativamente la causa del mismo, ni sus

condiciones de propagación y en consecuencia tampoco la probabilidad de que afecte una determinada zona. El modelado numérico y/o analítico tampoco es suficiente si se basa en hipótesis alejadas de la realidad, como el planteamiento de medios elásticos, isotropos e infinitos. Para poder ser utilizado el modelo debe integrar las heterogeneidades geológicas del sistema y además considerar las variación de sus propiedades con el tiempo. Debido a su complejidad, este fenómeno es tema de investigación en muchas partes del mundo y la tendencia es integrar análisis multidisciplinarios para caracterizar casos específicos de fracturamiento. Se ha demostrado que existen tantos tipos de fracturamiento como variación en las condiciones geológicas, mecánicas e hidráulicas de un determinado lugar.

En este trabajo se propone una metodología de análisis del fracturamiento encaminada hacia la evaluación cuantitativa de su origen y de sus condiciones de propagación. Se reportan los resultados obtenidos en campo y laboratorio para diferentes sitios de la Cuenca de México: en la Delegación Iztapalapa, en la Subcuenca de Chalco y en la zona central de la Ciudad de México. Como trabajo de campo se integraron la cartografía geológica del sitio y del fracturamiento existente, el registro litológico de pozos y la prospección con Radar de Penetración Terrestre, mediante un Sistema de Información Geográfica. Para el trabajo de laboratorio se utilizaron técnicas de análisis Edafológicas, Sedimentológicas y de Mecánica de Suelos para determinar las propiedades de una determinada unidad estratigráfica. Los resultados presentados comparativamente permiten evaluar las condiciones de variación de los factores que han inducido el fracturamiento en los sedimentos lacustres de la Cuenca.

SE09-8

LA GEOLOGÍA AMBIENTAL Y LA PREVENCIÓN DE DESASTRES EN LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS DEL PAÍS Y LA CUENCA DE MÉXICO

Sánchez Pérez Juan y Garrido Uribe José Luis
Comisión Federal de Electricidad
juan.sanchez@cfe.gob.mx

En este trabajo se comentan las fuertes precipitaciones que afectaron a la Ciudad de México en enero de 2000, así como los efectos de los huracanes Paulina (en Guerrero y Oaxaca) en 1997 y Mitch (en Chiapas, Tabasco, Oaxaca y Honduras, C.A.) en 1998.

Las lluvias torrenciales de febrero de 2000 afectaron la zona de Chalco, Estado de México, donde se tuvieron precipitaciones de más de 350 mm en 24 horas, las cuales ocasionaron que el río "La Compañía" tuviera grandes escurrimientos de agua y que rompiera el canal por donde fluye, lo cual ocasionó inundaciones en la zona, con tirantes de agua de hasta 2 m. Además, de los impactos socio-económicos tan agudos en la zona, sólo se han tenido paliativos para el problema y en la temporada de lluvias 2004 han ocasionado nuevas fisuras en el bordo del canal, a pesar de los intentos por solucionar de una vez por toda el problema.

El Huracán Paulina tuvo sus principales efectos en el Arroyo Camarón (Acapulco), así como en los ríos Omitlán, Papagayo, Ometepec y San Pedro, en los cuales se tuvieron grandes flujos de agua; en la estación hidrométrica El Puente de CFE, a 280 msnm, se tuvieron tirantes de agua de hasta 5,50 m y caudales de 900 m³/s; en el Río Papagayo, cerca de la costa, el gasto máximo fue de 1100 m³/s, unos 600 m³/s más que el normal. La carretera hacia Xochistlahuaca, cuenca del Ometepec, fue afectada por grandes deslizamientos que arrastraron los gneises intemperizados del

Complejo Xolapa (Pxo) y los flujos de agua rebasaron el cauce de los principales arroyos. En el río San Pedro han sido afectados cuatro puentes carreteros desde el año 1892. En la parte baja de la cuenca del Río Ometepec, el agua subió hasta 1,5 m y afectaron la planta de bombeo que surte de agua potable al poblado del mismo nombre.

En Oaxaca las principales afectaciones fueron en las zonas del río La Arena, Tres Ríos y Bahías de Huatulco. En varias regiones del país se tienen estudios geológico, geohidrológicos y geotécnicos, para proyectos de la CNA y de la CFE, a nivel de Factibilidad Geológica, que de construirse aumentarían la infraestructura hidráulica de los estados que son afectados por inundaciones y otros que sufren por la carencia de agua durante el estiaje.

Asimismo el Huracán Mitch, arrastró grandes volúmenes de agua y sedimentos el Río Novillero, Chis., con los que destruyó el poblado Valdivia, con pérdidas importantes de vidas humanas y materiales para la nación.

Finalmente, se proponen algunos trabajos geológico ambientales en las cuencas hidrológicas afectadas recientemente, a fin de identificar zonas de riesgo y planear un uso de suelo más adecuado. También se recomiendan trabajos preventivos, como la construcción de presas, vasos reguladores, diques y muros de contención, con el propósito de utilizar de forma más eficiente e integral los recursos de agua, contribuir al desarrollo sustentable de las regiones y evitar afectaciones a obras de ingeniería civil importantes.

SE09-9

EVALUACIÓN DE PELIGROS Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN EL DISTRITO FEDERAL

Wintergerst Toledo Luis y Avila Bravo Verónica
Dirección General de Protección Civil, Gobierno del Distrito
Federal
lwintergerst@df.gob.mx

El punto de partida para la puesta en práctica de las acciones de Protección Civil y estrategias de prevención y mitigación es un diagnóstico de riesgos y el conocimiento de los orígenes causas y efectos de los fenómenos que causan daño, lo anterior significa, conocer las características de los eventos que pueden afectar y la forma en que inciden en los asentamientos humanos e infraestructura. Una manera efectiva para integrar dicha información son los mapas de peligros y riesgos.

La experiencia nos ha conducido a hacer uso de una metodología de trabajo que implica el análisis del riesgo en las siguientes fases principales:

1. Detección de los fenómenos perturbadores que causan el peligro.
2. Estudio y análisis de los fenómenos perturbadores identificados, reconociendo dónde, cuándo y como afectan.
3. Construcción de mapas de peligros, que plasman en un plano la posible trayectoria y distribución de los procesos que afectan una región dada y que podrían representar una amenaza para la sociedad.
4. Elaboración del mapa de riesgos, donde se refleja el impacto que tienen los fenómenos naturales en los habitantes y la sociedad como un todo, infraestructura, economía, etc. al momento de ocurrir un fenómeno perturbador.

5. Mitigación y prevención, incluye medidas para la reducción de la vulnerabilidad o la intensidad con que impacta un fenómeno entre otras: planeación de uso de suelo, obras de protección, educación y capacitación a la población, elaboración de planes operativos de protección civil, implementación de planes de monitoreo y alerta temprana, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación, preparación para atender emergencias (refugios temporales, simulacros, rutas de evacuación, etc.).

6. Verificación o comprobación de las medidas tomadas y su efectividad en la mitigación del riesgo y puesta en práctica de los planes de emergencia.

La Dirección General de Protección Civil, se ha basado en estas fases que van desde la detección del fenómeno hasta la comprobación de la efectividad de las obras y acciones llevadas a cabo describiendo un proceso que debe concluirse.

La metodología de construcción de mapas de riesgo geológico, es uno de los lazos que unen fuertemente el estudio de fenómenos naturales y las geociencias con la sociedad. Reconocer la distribución de la ocurrencia de los procesos naturales permite a las autoridades y a la población planear la mitigación de los riesgos.

SE09-10 CARTEL

EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR DESLIZAMIENTO Y CAÍDA DE ROCAS EN LA PORCIÓN SUR DEL CERRO CHIQUIHUIE, DELEGACIÓN GUSTAVO A. MADERO, D.F.

Carlos Valerio Victor¹, García Palomo Armando² y López Miguel Celia¹

¹ Servicio Geológico Metropolitano

² Instituto de Geología, UNAM
huaterio@yahoo.com

El crecimiento irregular de la mancha urbana en el Distrito Federal ha ocasionado que se urbanicen zonas de laderas potencialmente inestables. Un caso típico es el cerro Chiquihuite, donde existen asentamientos irregulares que están en zonas de peligro por deslizamiento, volteo y caída de rocas. El Cerro Chiquihuite forma parte de la Sierra de Guadalupe y está localizado al norte del Distrito Federal, en la Delegación Gustavo A. Madero. Geológicamente se trata de un domo volcánico de carácter exógeno constituido por rocas dacíticas dispuestas en unidades de flujo con espesores variables, muy intemperizadas y fuertemente fracturadas y falladas.

Las colonias Candelaria Ticomán y San Juan y Guadalupe, ubicadas en la porción sur del cerro Chiquihuite están expuestas a deslizamiento y caída de rocas por lo que se llevó a cabo un estudio por parte del Servicio Geológico Metropolitano conjuntamente con la delegación Gustavo A. Madero. Como parte de la metodología se realizó un levantamiento a detalle y un inventario de los bloques potencialmente inestables, se tomaron datos de fracturamiento y se caracterizaron los sitios mediante fichas de control y mosaicos fotográficos. Una vez que se integró la información se realizaron dos tipos de zonificación: geológica y geotécnica. La primera consistió en sobreponer en un sistema de información geográfica variables como pendiente, litología y características del fracturamiento, con el fin de generar un mapa de peligros. La segunda zonificación consistió en la caracterización de zonas de bloques con el fin de identificar el mecanismo potencial de falla y establecer las soluciones geotécnicas. Los principales mecanismos de falla que se detectaron son:

deslizamiento rotacional y rodamiento de rocas. Por último se formuló una propuesta geotécnica de mitigación la cual incluía el diseño y el procedimiento constructivo.

SE09-11 CARTEL

HACIA EL PLANO DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

García Palomo Armando¹, López Miguel Celia², Morales Barrera Wendy², Valerio Carlos Victor², Rueda Galeano Hernando², Tapia Cruz Miguel Ángel², Galván García Adriana Haydee², Concha Dimas Aline¹ y Campos Milagros²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Servicio Geológico Metropolitano
 apalomo@geologia.unam.mx

La Ciudad de México junto con el área conurbana es una de las ciudades mas pobladas del mundo, con una población mayor a los 20 millones de habitantes y con una gran expansión a futuro. Sin embargo, el entorno geológico en la que se encuentra ha traído desde hace tiempo problemas que han afectado a la población y a las obras civiles en general. Esta problemática seguirá en aumento si continúa el crecimiento urbano, sin control y planificación adecuada. Para ayudar a este grave problema, la Dirección General de Protección Civil del Departamento del Distrito Federal a través del Servicio Geológico del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, están llevando a cabo la realización del mapa de peligros geológicos del Distrito Federal. Dicho mapa incluirá en su primera etapa: 1) Peligros por deslizamiento de las laderas de las sierras que circundan a la ciudad. 2) Hundimientos y 3) Agrietamiento ambos localizados principalmente en la parte plana de la ciudad. Este mapa de peligros es fundamental ya que permitirá que las autoridades de Protección Civil: 1) Conozcan la localidad, extensión y tipo de peligro geológico que afectan a las diferentes delegaciones que constituyen al Distrito Federal a fin de llevar a cabo las políticas de mitigación en caso de una contingencia. 2) Tener las herramientas necesarias para una mejor planificación de las obras civiles a proyectar en la Ciudad de México y así evitar al máximo el crecimiento urbano hacia zonas de alto peligro, zonas de reserva ecológica o bien, hacia zonas de recarga de los mantos acuíferos.

SE09-12 CARTEL

JERARQUIZACIÓN DE PELIGROS EN LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Galván García Adriana Haydee, López Miguel Celia, García Palomo Armando y Morales Barrera Wendy
 Servicio Geológico Metropolitano, Protección Civil, GDF
 agalvan@geologia.unam.mx

La Delegación Álvaro Obregón se encuentra al poniente de la Ciudad de México, entre las coordenadas 19°14', 19°25'N y 99°10', 99°20'W. Limita al norte con la Delegación Miguel Hidalgo, al oriente con las Delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, al sur con Magdalena Contreras y Tlalpan y al poniente con la Delegación Cuajimalpa y Estado de México. Su extensión territorial es de 96.17 km², presenta una forma alargada con dirección NE-SW y el desnivel topográfico con respecto a la planicie lacustre es de 1,560 m.

La delegación Álvaro Obregón geológicamente se localiza sobre las laderas del volcán San Miguel, perteneciente a la Sierra de las Cruces, el tipo de roca son derrames de lavas, productos piroclásticos y vulcanoclásticos fuertemente fracturados y afallados. Estas características, conjuntamente con la altimetría, pendientes, densidad de drenaje, ocasiona que la zona sea susceptible a presentar inestabilidad en los taludes. El crecimiento irregular de la mancha urbana ha ocasionado que las viviendas sean construidas en laderas abruptas que representan peligro por procesos de remoción en masa.

En base a estas características se propone la jerarquización de peligro en la delegación Álvaro Obregón, a partir de la utilización de Sistemas de Información Geográfica, para la elaboración de un mapa de peligros por deslizamiento.

SE09-13 CARTEL

EVALUACIÓN, CARTOGRAFÍA, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE PELIGROS POR CAÍDA DE ROCAS EN EL CERRO EL PANAL, EN EL NORTE DEL DISTRITO FEDERAL

Delgado Granados Hugo¹, Herrera Castañeda Sergio Raúl², Farraz Montes Isaac Abimelec¹, Nieto Obregón Jorge², Mendoza Rosales Claudia Cristina², Cabral Cano Enrique¹ y Correa Mora Francisco¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM
 hugo@geofisica.unam.mx

Se reportan los resultados de un estudio completo del flanco oriental del Cerro El Panal en la Delegación Gustavo A. Madero, en el Distrito Federal. La ladera está caracterizada por la presencia de bloques inestables de roca de diferentes tamaños. Se realizó el reconocimiento geológico, estudios geotécnicos, simulaciones por computadora, cartografía de peligros, diseño de protecciones y la verificación de las soluciones dadas para mitigar los peligros. Grandes asentamientos humanos han ocupado el piedemonte del Cerro El Panal, un lugar donde la caída de rocas es un proceso constante. El peligro geológico inherente a la caída de estos bloques de roca inestables representa un riesgo importante que afecta constantemente la vida y las propiedades de los vecinos. El reconocimiento geológico mostró que la inestabilidad de los bloques de roca se debe a la intersección de planos de las fracturas con la foliación de rocas dacíticas que conforman la sierra. Al realizar el catálogo de bloques inestables, se identificaron los posibles mecanismos de falla para cada bloque de roca. Para la evaluación de peligros se tomó en cuenta el concepto de probabilidad de alcance de las rocas al fallar y se utilizó el software Rockfall® para simular la caída aleatoria de bloques. Adicionalmente, se estudiaron las trayectorias preferenciales de las rocas al rodar por la ladera, utilizando un modelo digital de elevación y un simulador de computadora (Flow3D, desarrollado por la Universidad de Nueva York-Búfalo). Para las simulaciones por computadora se calibró el software con rocas encontradas durante el trabajo de campo. Las simulaciones por computadora permitieron construir un mapa de peligros, traducirlo en un mapa de riesgos y definir los lugares donde pudiesen construirse protecciones para salvaguardar la seguridad de la población circundante. Con base en estos análisis se diseñaron muros de protección que las autoridades decidieron construir. Desde entonces diferentes eventos de caída de rocas han ocurrido y el muro ha probado su eficiencia para mitigar el peligro.

SE09-14 CARTEL

MÉTODO SPAC: UNA ALTERNATIVA PARA LA ESTIMACIÓN DE MODELOS DE VELOCIDADES EN EL VALLE DE MÉXICO

Flores Estrella Hortencia¹, Lomnitz Aronsfrau Cinna¹ y Yussim Guarneros Sergio²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
hcflorese@yahoo.com.mx

En los últimos años se ha presentado un auge en el uso de los registros de microtemores, que se han convertido en una importante herramienta, que analizada con los métodos convenientes provee la información necesaria para estimar el modelo de velocidades, que es un elemento indispensable para estudios de microzonificación, localizaciones epicentrales o para modelar la respuesta de un sitio ante la incidencia de un evento sísmico.

Uno de los métodos frecuentemente utilizados para el análisis de los registros de microtemores en países con un riesgo sísmico elevado, es el desarrollado por Aki (1957), llamado Spatial Autocorrelation Method o Método de Autocorrelación Espacial (SPAC, por sus siglas en inglés). Uno de los objetivos de este método es obtener los datos de la velocidad de fase de Ondas Rayleigh, a partir de los cuales se estima el modelo de velocidades del sitio.

En este trabajo se presentan las experiencias obtenidas en el análisis de registros de microtemores en dos sitios de la Ciudad de México: Ciudad Universitaria, localizada en Zona de Lomas, y la zona federal del Lago de Texcoco en el Estado de México, ubicado en Zona de Lago, de acuerdo con la división geotécnica del Valle de México (Marsal y Masari, 1969).

El análisis de los datos de microtemores estuvo dividido en tres etapas: la primera consistió en analizar la variación diurna de la amplitud y del contenido de frecuencias de los registros; la segunda fue estudiar la relación del coeficiente de correlación con la distancia entre estaciones; y, en la última etapa se aplicó el método SPAC a los registros obtenidos, utilizando un programa desarrollado en Matlab6 para tal fin; una ventaja de este programa es su fácil aplicación para obtener datos in situ con los que se puede conocer si la distancia entre estaciones del arreglo instrumental es la más adecuada para los objetivos del estudio.

Los resultados obtenidos son comparables con los modelos teóricos propuestos con otras técnicas indirectas (por ejemplo el método F-K) y, particularmente en el caso de la curva de dispersión del Lago de Texcoco se correlaciona con los datos del modelo de velocidades obtenido de manera directa por perforación. En ambos casos los modelos también concuerdan con la geología de ambas zonas.

SE09-15 CARTEL

HACIA UN CATÁLOGO SÍSMICO COMPLETO PARA LA PARTE CENTRAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO (CVM)

Lermo Samaniego Javier Francisco¹, Quintanar Robles Luis², Chavacán Avila Marcos¹ y Antayhua Vera Yanet¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM
jles@pumas.iingen.unam.mx

En este trabajo se presenta un catálogo de la sismicidad ocurrida desde 1887 al 2003, utilizando diversas fuentes de información, como son redes temporales, permanentes (SISMEX, SSN, CENAPRED) y estudios particulares. De acuerdo con este catálogo se pueden determinar las siguientes zonas sismogénicas: 1) región de Zimpan; 2) región de Sanfandila, Qro.; 3) región de Ixmiquilpan-Cardonal; 4) región de Actopan-Tepatepec; 5) región de Tula-Tlaxcoapan-Ajacuba; 6) región del volcán Tancítaro; 7) región Zinapécuaro-Maravatío ; 8) graben de Acambay; 9) subcuenca de Toluca; 10) cuenca del D.F.; 11) región de la Sierra Chichinautzin; 12) región de Apan-Zumpango; 13) región de Tlaxcala-Puebla; 14) Volcán Popocatepetl-Atlixco y 15) región de los Humeros, Ver.

Las zonas 1, 2 y 15 mencionadas, probablemente estén asociadas a la deformación de la provincia de valles y montañas, caracterizada por una extensión ortogonal a lo largo de fallas normales con dirección aproximadamente norte-sur. Esta afirmación se basa en la orientación de las réplicas y mecanismos focales de dos secuencias sísmicas analizados en las regiones 1 y 3 (temblores de Sanfandila, Qro. del 18 y 23 enero de 1998 (MI=4.1 y 3.7) y los temblores de Bellavista, Qro. del 3 y 5 junio de 1997 (MI=4.2 y 4.3), respectivamente). La actividad sísmica de las demás regiones, probablemente está asociada a la deformación del CVM; la cual esta caracterizada, por una extensión ortogonal a lo largo de fallas normales con orientación aproximada este-oeste. En las regiones 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 15 se ha podido confirmar esta orientación con base en las localizaciones de secuencias sísmicas registradas en cada una de ellas. En particular dentro de la cuenca de México, los sismos se pueden agrupar igualmente en alineamientos con tendencia este-oeste de diferentes longitudes; estos alineamientos tectónicos están apoyados por rasgos estructurales y mecanismos focales simples y compuestos desarrollados recientemente.

Sesión Especial

El Clima Espacial

Martes 2

Salón Claustro 2

SE10-1

CADENA MAGNETOSÍSMICA MERIDIONAL (MCMAC)

Chi Peter¹, Engebretson M.J., Moldwin M.B.¹, Samson J.C.², Mann I.R., Russell C.T.¹, Lopez R.E., Cruzabeyro J.L.³, Yumoto K. y Lee D.H.

¹ IGPP, UCLA

² Geophysical Institute, Canada

³ Centro de Geociencias, UNAM

pchi@igpp.ucla.edu

La cadena Magnetosísmica Meridional (McMaC) es un proyecto de la National Science Foundation (NSF) que realiza investigación de sondeo magnetosférico utilizando observaciones en tierra del campo magnético. Nosotros nos referimos a la metodología utilizada en esta investigación como "magnetosismología", por su parecido con la sismología terrestre y la heliosimología. La investigación magnetosísmica consta de dos partes: el análisis de modo normal que deduce la densidad de plasma a lo largo de una línea de campo a partir de sus frecuencias de resonancia, y el análisis de tiempo de vuelo que infiere la distribución de densidad en una región extensa al medir el tiempo de arribo de impulsos de señal en múltiples lugares. Para obtener los datos necesarios para aplicar los métodos magnetosísmicos, se instalarán 9 nuevos magnetómetros en los Estados Unidos y en México. Estos nuevos magnetómetros y parte de sus estaciones existentes en los arreglos CANOPUS e IGPP-LANL formarán el McMaC, una larga cadena norte-sur de 22 magnetómetros cuyos valores L van de 1.3 a 11.7. Se establecerá una base de datos de la densidad de masa del plasma magnetosférico derivada de los métodos magnetosísmicos para investigar la dinámica magnetosférica bajo diferentes condiciones ionosféricas y de viento solar.

SE10-2

ANÁLISIS LATITUDINAL DE FLUCTUACIONES DE PERIODOS MEDIOS EN EL FLUJO MAGNÉTICO

Valdés Galicia José Fco., Mendoza Ortega Blanca y Velasco Suarez Victor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
jvaldes@geofisica.unam.mx

En años recientes se han encontrado fluctuaciones en diversos parámetros asociados a la actividad solar y la dinámica de la Heliosfera (cavidad dominada por el Sol), con periodicidades menores a la del ciclo solar de 11 años. La emergencia flujo magnético solar es un parámetro clave para relacionar el interior solar con los fenómenos de actividad que se dan en la superficie.

Mediante un análisis de la evolución de la emergencia de flujo magnético solar a latitudes bajas y altas se ha podido determinar la diversa influencia que las bajas y las altas latitudes ejercen sobre la cavidad dominada por el sol: La Heliosfera. Adicionalmente, éste análisis nos proporciona claves para dilucidar el transporte de flujo magnético desde el interior solar.

SE10-3

CARACTERÍSTICAS DE LAS EYECCIONES DE MASA CORONAL DEL TIPO HALO

Lara Sánchez Alejandro¹, Michalek Grzegorz², Gopalswamy Nat³ y Xie Hong⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Astronomical Observatory of Jagiellonian University, Cracow, Poland

³ NASA Goddard Space Flight Center, USA

⁴ The Catholic University of America, USA

alara@geofisica.unam.mx

Las eyecciones de masa coronal (EMC) son grandes cantidades de material ionizado (10^{16} g) y campo magnético que se desprenden de la corona baja y salen a grandes velocidades (hasta más de 2000 km/s) hacia el medio interplanetario. En particular las EMC que se dirigen a la Tierra y que modifican en gran medida el clima espacial se conocen como EMC del tipo halo (EMCH). Por lo tanto, entender las características de la EMCH es muy importante en términos de la posibilidad de predicción de su posible impacto en el entorno terrestre. Se cree comúnmente que las EMCH son eyecciones comunes de baja latitud y que se viajan en dirección al observador o en la dirección opuesta. Sin embargo, existen varias evidencias observacionales que sugieren que las EMCH son de un tipo muy particular de EMC y no solamente producto de un efecto geométrico. En este trabajo revisamos las características especiales de las EMCH y su proponemos un escenario que explica la mayor parte dichas manifestaciones.

SE10-4

ESTUDIO DE RÁFAGAS SOLARES, EYECCIONES DE MASA CORONAL, PARTÍCULAS ENERGÉTICAS SOLARES Y TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS

Ontiveros Hernández Verónica y González Esparza Américo
Instituto de Geofísica, UNAM
veronica@fisesp.igeofcu.unam.mx

El Sol tiene diversas manifestaciones de actividad como ráfagas solares (RS) y eyecciones de masa coronal (EMC). estas manifestaciones producen ondas de choque en el medio interplanetario, partículas energéticas solares (PES) y tormentas geomagnéticas. Las perturbaciones en el campo geomagnético y el aumento en el flujo de partículas de alta energía pueden tener serios efectos sobre nuestra tecnología, por lo que la investigación y predicción del clima espacial se vuelve cada vez más importante. En este trabajo analizamos la relación entre las EMC, sus ondas de choque asociadas que se registran a 1 unidad astronómica, eventos PES y tormentas geomagnéticas registradas durante la fase ascendente del ciclo solar 23 (1997-2002). Encontramos que la EMC con mayor velocidad de salida tienden a generar las tormentas más intensas y que conforme se avanza hacia el máximo del ciclo solar, los eventos aumentan tanto en frecuencia como en intensidad. Para los casos donde es posible asociar una RS a una EMC, analizamos la relación de la intensidad y duración de la RS con la velocidad inicial de la EMC y las características del evento PES, así como su geoeffectividad. En el estudio se utilizan las bases de datos de los coronógrafos C2 y C3 de LASCO-SOHO, de las misiones espaciales WIND y GOES y del Centro Mundial de Datos en Kyoto, Japón.

SE10-5

CARÁCTER FRACTAL DEL ÍNDICE G DE CENTELLEO INTERPLANETARIO PARA EL PERIODO 1991-1994, A PARTIR DL ANÁLISIS MULTIESCALA DE ONDELETAS

Pérez Enríquez Román¹, Carrillo Vargas Armando² y Rodríguez Jiménez César¹

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM
roman@geociencias.unam.mx

En el estudio del impacto de la actividad solar sobre la magnetosfera terrestre, el campo interplanetario juega un papel fundamental. El centelleo interplanetario (IPS) es una poderosa herramienta que puede ser utilizada para estudiar la estructura tridimensional de la heliosfera y monitorear la presencia de perturbaciones de gran escala en el medio interplanetario que se originan en el Sol, como las eyecciones de masa coronal. En este trabajo utilizamos el cálculo del índice "G" de centelleo interplanetario, que resulta de la integración de todas las fuentes de centelleo que son medidas para conformar los mapas del cielo de irregularidades de densidad de plasma en el medio interplanetario. Por lo tanto, el índice G puede contener información tanto de la actividad de eyecciones de masa coronal como de la respuesta de la magnetosfera a esa actividad. Por esta razón, analizamos las correlaciones locales de fluctuaciones a diferentes escalas del índice diario G, correspondientes al arreglo de dipolos de Cambridge, Inglaterra, para el periodo 1991-1994. Encontramos evidencia de autoorganización en los datos y por tanto, en el caso de la heliosfera interna, nuestros resultados sugieren que, en ausencia de eyecciones de masa coronal, el medio interplanetario es fractal, multifractal, de hecho, de tal manera que el medio interplanetario se encuentra, al menos durante ciertos periodos, cercano a un estado crítico, y que esto puede explicar la componente no cíclica de las actividades solar y magnetosférica.

SE10-6

INSTRUMENTACION DEL MEXART

Andrade Mascote Ernesto¹, Carrillo Vargas Armando¹, Gonzalez Esparza Americo¹, Perez Enriquez Roman², Kurtz Stan³, Blanco Cano Xochitl¹ y Casillas Perez Gilberto A.¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
eandrade@geofisica.unam.mx

El MEXART es un radiotelescopio para desarrollar estudios de centelleo interplanetario que se construye en Coeneo, Michoacán. El MEXART opera a una frecuencia de 140 MHz, con un ancho de banda de observación de 1.5 MHz. La antena está conformada por un arreglo plano de 4096 dipolos de onda completa, los cuales se agrupan formando una matriz de 64 filas orientadas en dirección E-W por 64 columnas en dirección N-S. Las señales recibidas por cada arreglo de antenas, una vez que han sido amplificadas, se envían a través de cable coaxial al sistema formador de haz, cuya función principal es realizar el control preciso de la fase y amplitud de la potencia de RF que pasa a través de este circuito. La implementación exitosa de cualquier proyecto en radioastronomía depende enteramente de la instrumentación asociada, la cual a longitudes de onda métricas, como es el caso del MEXART, comprende los siguientes elementos: 1) un arreglo de dipolos; 2) una red formadora

del haz; 3) un radio receptor ; y 4) un sistema adquisitor de datos. En este trabajo se describen los diferentes elementos del MEXART así como las pruebas de implementación y calibración que se han desarrollado en ellos.

SE10-7

CALIBRACIÓN DEL MEXART: OBSERVACIONES DE TRÁNSITO DEL SOL

Carrillo Vargas Armando¹, Andrade Mascote Ernesto¹, Rodríguez Jiménez César², González Esparza Américo¹, Pérez Enríquez Román², Blanco Cano Xóchitl¹, Kurtz Stan³ y Kotsarenko Anatoly²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
acvips@yahoo.com.mx

Se presenta una breve semblanza de los avances en el Observatorio de centelleo Interplanetario, incluyendo principalmente obras de infraestructura y el arreglo dipolar de gran área. Presentamos un detallado reporte de las pruebas de calibración del radiotelescopio, incluyendo resultados de ganancia, fase, directividad, temperatura, etc. además de la comparación de operación de 16 líneas del arreglo dipolar. También se presentan las observaciones de tránsito del Sol para 12 líneas y su importancia en la calibración del MEXART.

SE10-8

ADQUISICIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS EN MEXART

Kotsarenko Anatoly¹, Rodríguez Jiménez César², Pérez Enríquez Román¹, Carrillo Vargas Armando³, González Esparza Américo³, Andrade Mascote Ernesto³, Kurtz Stan⁴ y Blanco Cano Xóchitl

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

⁴ Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
kotsarenko@geociencias.unam.mx

Se presenta la estructura del software que permitirá adquirir y analizar los primeros datos obtenidos por el MEXART. La paquetería y herramientas, construidas en MATLAB, se han desarrollado para manipular información de 16 canales independientes de datos. Actualmente tenemos aplicaciones que permiten graficar en tiempo real 4, 8 y hasta 16 canales simultáneamente. También se presentan las aplicaciones para edición y reducción de datos, análisis espectral, escalamiento de series, etc. Se presentará un estudio de las observaciones más recientes del MEXART empleando el software desarrollado.

SE10-9

NUBES MAGNÉTICAS OBSERVADAS CERCA DE LA TIERRA DE 1996 A 2002

López Portela Cynthia y Blanco Cano Xochitl

Instituto de Geofísica, UNAM

cynthia.soho.igeofcu.unam.mx

Las nubes magnéticas son perturbaciones en el medio interplanetario detectadas in situ por diversas naves espaciales. Estas perturbaciones cumplen con tres características: (1) un campo

magnético mayor al del viento solar ambiente, (2) el campo magnético rota suavemente en un plano, (3) la temperatura es menor que la del viento solar. En este trabajo estudiamos las características de las nubes magnéticas observadas durante los años 1996-2002 por la nave WIND. Esta misión espacial, como otras, se encuentra localizada a unos cuantos kilómetros de la magnetosfera terrestre. Un punto interesante de las nubes magnéticas es que algunas de ellas al llegar a la Tierra alteran el entorno geomagnético. Estas alteraciones se manifiestan como tormentas geomagnéticas y provocan dificultades en las telecomunicaciones; por lo que es importante estudiar este tipo de perturbaciones tanto en el medio interplanetario como el de su asociación con eventos solares. Adicionalmente, las nubes magnéticas son observadas como una componente de las ahora llamadas eyecktas complejas, por lo que en este trabajo estudiamos posibles diferencias entre las características de estos eventos y de las nubes magnéticas aisladas.

SE10-10

A NUMERICAL STUDY OF THE INTERACTION BETWEEN TWO EJECTA IN THE INTERPLANETARY MEDIUM: ONE AND TWO DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC SIMULATIONS

Gonzalez Esparza Americo¹ y Santillan Alfredo²¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Computo Aplicado, DGSCA, UNAM
americo@geofisica.unam.mx

We studied the heliospheric evolution in one and two dimensions of the interaction between two ejecta-like disturbances beyond the critical point: a faster ejecta~2 overtaking a previously launched slower ejecta 1. The study is based on a hydrodynamic model using the ZEUS-3D code. This model can be applied to those cases where the interaction occurs far away from the Sun and there is not merging (magnetic reconnection) between the two ejecta. The simulation shows that when the faster ejecta 2 overtakes ejecta 1 there is an interchange of momentum between the two ejecta, the leading ejecta 1 accelerates and the trailing ejecta 2 decelerates. Both ejecta tend to arrive at 1 AU having similar speeds, but with the front of ejecta 1 propagating faster than the front of ejecta 2. The momentum is transferred from ejecta 2 to ejecta 1 when the shock initially driven by ejecta 2 passes through ejecta 1. Eventually the two shock waves driven by the two ejecta merge together into a single stronger shock. The 2-D simulation shows that the evolution of the interaction can be very complex and there are very different signatures of the same event at different viewing angles; however, the transferring of momentum between the two ejecta follows the same physical mechanism described above. These results are in qualitative agreement with in-situ plasma observations of 'multiple magnetic clouds' detected at 1~AU.

SE10-11 CARTEL

RÁFAGAS SOLARES COMO POSIBLES FACTORES DE RIESGO EN ALGUNOS CASOS DE MUERTES POR INFARTO AL MIOCARDIO EN MÉXICO

Mendoza Ortega Blanca¹, Díaz Sandoval Rosa² y Rodríguez Taboada Ramón³¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Instituto Politécnico Nacional³ Instituto de Geofísica y Astronomía de la Habana, Cuba
blanca@geofisica.unam.mx

En estudios previos se observó un gran cambio en la incidencia de algunas enfermedades días antes de la ocurrencia de tormentas magnéticas, en particular este cambio se encontró en muertes por infarto al miocardio (MIM) en relación con el índice geomagnético Ap. Una ráfaga solar es un evento que puede ocurrir días antes de una tormenta geomagnética, es por eso que evaluamos la sugerencia de que las ráfagas pueden estar relacionadas con los cambios notables observados en MIM. Para esto analizamos durante el periodo 1996-1999 el comportamiento tanto de MIM en México (agrupadas por sexo y edad) y de ráfagas solares cuya emisión se encuentra en la banda centimétrica ($\lambda=2-10$ cm) y para tres niveles de densidad de flujo ($>100\text{sfu}$, $>500\text{sfu}$, $>1000\text{sfu}$; where $1\text{sfu}=10^{-22}$ W/(m² Hz)), además consideramos tres intensidades (baja, moderada y fuerte) de actividad geomagnética medidas con el índice Ap. Considerando ráfagas solares se observa un aumento de las mismas dos días antes de actividad geomagnética baja, con 99% de confianza bajo la prueba t de Student, para todo el periodo, en el año del mínimo solar (1996) y cerca del máximo solar (1998-1999); para actividad geomagnética más intensa los resultados indican niveles de confianza no satisfactorios ($< 60\%$). Cuando se considera las MIM hay un incremento previo a una tormenta geomagnética señaladamente para el grupo de edades de 25 a 44 años; el incremento ocurre un día antes de actividad geomagnética baja durante el mínimo solar. Para otros grupos de edades y sexos que muestran un cambio notable en la ocurrencia de MIM previo a actividad geomagnética, este cambio se muestra tres días antes de actividad baja y moderada. La coincidencia de comportamientos entre ráfagas y MIM previo a actividad geomagnética para el grupo de edades de 25 a 44 años sugiere que las ráfagas pudieran ser un factor de riesgo en la incidencia de dicha patología.

SE10-12 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE DENSIDAD ELECTRÓNICA EN DIFERENTES ESTRUCTURAS CORONALES

Sosa Maya Lol Sosa y Lara Sanchez Alejandro
Instituto de Geofísica, UNAM
mayalol@geofisica.unam.mx

Basados en los modelos de dispersión de luz fotosférica por partículas coronales, desarrollamos un modelo de dispersión para distribuciones electrónicas de diversas geometrías, que simulan diferentes estructuras coronales, tanto estáticas como dinámicas. Se presentan los resultados preliminares de la geometría más simple que representa un eyección de masa coronal. Este tipo de estudio nos permitirá conocer la geometría y estructura interna de las Eyecciones de Masa Coronal, lo que a su vez, nos ayudará a predecir parcialmente su geoelectividad, cuestión de suma importancia para el clima espacial.

SE10-13 CARTEL

THE HELIOSPHERIC MAGNETIC FIELD FROM 850 TO 2000 ADCaballero Lopez Rogelio¹, McDonald Frank B., Moraal Harm² y
McCracken Kenneth G.³¹ Instituto de Geofísica, UNAM² Northwest University, South Africa³ University of Maryland, USA

rogelioc@geofisica.unam.mx

^{10}Be found in ice cores is an indicator of cosmic ray intensity in the past. We use this isotope to study cosmic ray transport and the heliospheric magnetic field before the advent of instrumental cosmic-ray measurements in the modern space era. We model the cosmic ray intensity changes observed at Earth with solutions of the cosmic ray transport equation. Then we calculate the diffusion mean free paths that explain the variations in the ^{10}Be concentration during the last millennium, and use the space-era calibration to infer heliospheric magnetic field since 850 AD. It is shown how this inversion of the ^{10}Be data depends on the strength of the heliospheric magnetic field and variations in its turbulence, both of which are quite uncertain. Nevertheless, the results show that for a wide range of parameters, there was a significant heliospheric magnetic field of 2 to 5 nT during the so-called Grand Minima of solar activity. It is also shown that the strength of the heliospheric magnetic field has attained six maxima in the past 1150 years, all approximating the present-day field strength, and we speculate that a limiting mechanism may be in operation. On several occasions the strength of the field has switched rapidly from ~ 2 nT to ~ 6 nT within 40 years. During the Grand Minima the total field derived from the ^{10}Be data differs significantly from the open solar magnetic field calculated from the models of Solanki et al. [2002] and Schrijver et al. [2002].

Sesión Especial

**Evolución magmatológica y geodinámica
Neogénica del sistema de subducción
Mexicano**

Miércoles 3

Salón Claustro 4

SE11-1

THE ANDESITE AQUEDUCT: EXAMPLES FROM THE MEXICAN VOLCANIC BELT

Carmichael Ian S.

Dept. of Earth & Planetary Science, University of California, Berkeley, CA, USA

The Mexican volcanic belt from Mexico City westwards to the Sea of Cortez is dominated by the eruption of calc-alkaline intermediate magma (52-63% SiO₂), although there are significant differences between the intermediate magmas of central and western Mexico. Experiments have now been made reproducing the conditions of phenocryst formation in several of these. I want to consider the characteristically porphyritic andesites (57-65% SiO₂) that form the large central volcanoes of the Mexican volcanic belt, because their volume and evolution represents a significant contribution to the return of water subducted in oceanic crust. In addition there are other far less voluminous magma types (alkaline varieties) that distinguish western Mexico from almost all other well studied volcanic arcs, and hydrous experiments on these have also reproduced their mineral assemblages, but their contribution to the water balance is small.

Experimental phase equilibria of these lavas relate water concentration to the phenocryst assemblages and to the degree of crystallinity, so that the abundance, composition and variety of phenocrysts can be used to constrain the amount of water dissolved in the magmas. Thus the plagioclase-rich andesites of Volcan Colima, Mexico, lose their dissolved water (2.5 to 4.5 wt.% H₂O), which is inversely proportional to the modal abundance of plagioclase. The feeding magma to V. Colima, North America's most productive central volcano, is represented by hornblende lamprophyre, a lava type without plagioclase phenocrysts, which requires at least 6 wt.% water to reproduce the phenocryst assemblage. Thus degassing of the V. Colima magmas, and of those of the other central volcanoes in the western-central Mexican volcanic belt, contributes essentially all their dissolved water to the conduit or to the atmosphere.

The source of this magmatic water is related to the source of the intermediate magmas. For some magmas this must lie in the mantle as the incorporation of hornblende-lherzolite nodules in a hydrous andesite with hornblende phenocrysts, could only have occurred while ascending through the mantle. The equilibration of intermediate magmas with the mantle, as illustrated by the experiments of Kawamoto and Holloway (1997) and Hirose (1997), requires that the magmas be hydrous at pressure. An additional constraint is that the activity of silica in the mantle must be equal to that in the hydrous magma at equilibrium. Using published and new experiments to define RTln γ_{SiO_2} in hydrous liquids, this quantity is shown to vary as a function of liquid composition (H₂O, MgO, Na₂O+K₂O). Using this relationship it can be shown that hydrous magmas with less than ~56% SiO₂, and more than 6.5% MgO could have equilibrated with a mantle source, but these limits are imposed by the water solubility of intermediate magma at 10 kb, a poorly known quantity.

If the lower limit of water dissolved in Mexican intermediate magmas is accepted as that required for phenocryst equilibration (~6 wt. % water), and the upper limit as saturation in the mantle source at 10 kb (~16 wt. %), then with an estimate of the volcanic and plutonic magma delivery rate (km³/my) per km of volcanic arc, the flux of water returned from the mantle along the 35,000 km global subduction-related arc system can be estimated. Of the magma flux ascending to the continental crust, only about a tenth reaches the

surface. If the dissolved magmatic water limits are coupled with the volcanic and plutonic emplacement rates, then the amount of water returned by magmatism to the crust is crudely in balance with that subducted.

SE11-2

TESTING THE LINK BETWEEN "INTRAPLATE" AND ARC MAGMAS IN THE MEXICAN VOLCANIC BELT: INSIGHTS FROM THE HIGH FIELD STRENGTH ELEMENTS

Gómez Tuena Arturo¹, Langmuir Charles², LaGatta Alexandra³ y Goldstein Steven³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Department of Earth and Planetary Sciences, Harvard University

³ Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University

tuena@geociencias.unam.mx

A common practice among arc geochemists is to rely on the concentrations and ratios of the high field strength elements (HFSE) and the heavy rare earths (HREE) to infer the characteristics of the mantle wedge, because these elements are largely insoluble in aqueous fluids and thus are not significantly incorporated into the subduction flux. Based on this principle, most arc magmas are thought to be primarily derived from the partial fusion of a depleted mantle source, because Nb/Ta ratios are usually low (<15) and tend to overlap with those observed in the ocean ridges.

New as well as published trace element data from several localities of the Mexican Volcanic Belt (MVB) show that Nb contents and Nb/Ta ratios of basalts and andesites are extremely variable (Nb=3-55, Nb/Ta=12-19). Yet, and contrary to what is commonly observed in most arcs, Nb, Ta and HREE contents, together with Nb/Ta ratios, tend to decrease with increasing SiO₂ contents (45-65 wt%) and subduction signatures (Ba/La=10-55). Notably, high-Nb "intraplate" basalts plot as an enriched end-member in a continuous trend with the rest of the sequences. Correlations like these cannot be explained by a simple liquid line of descent caused by crystallization of a low pressure mineral assembly, even one extensively modified by crustal assimilation. Additionally, Nb/Ta ratios should not be significantly fractionated during mantle melting, because the partitioning between these elements and the dominant mantle mineralogy is remarkably similar. Therefore, if the Nb/Ta variations of the Mexican magmas are indicative of an extremely heterogeneous mantle wedge, then rocks with SiO₂ contents as high as 65% should still represent primitive mantle melts. Nonetheless, to date, no hydrous mantle melting experiment has produced melts with such high silica contents.

An alternative explanation arises by considering that the slab-derived chemical flux in the Mexican arc is simply not an aqueous fluid (in which the HFSE and the HREE are immobile), but a water-rich silicate melt derived from the partial fusion of the subducted basalt and sediments. Low HFSE-HREE contents, together with low Nb/Ta ratios, high SiO₂ contents, and strong subduction signatures, are all typical characteristics of experimental slab-melts and adakites worldwide, in which a garnet-amphibolite residue has been assumed or modeled. Since slab-melts are silica saturated they should readily react with the mantle peridotite and be compositionally modified during ascent: SiO₂ should decrease, MgO and Nb should increase; and as the melt/peridotite ratio increases, we could expect the subduction signal to be gradually diluted, progressively adopting the chemical characteristics of the background mantle wedge. Thus, "intraplate" basalts should best represent the composition of the pre-subduction

mantle wedge in Mexico, whereas higher SiO₂ rocks are more likely to preserve the inherited characteristics of the slab-melts. If true, then there would be no need to call upon a highly heterogeneous mantle wedge, nor will it be necessary to envision the migration or intrusion of enriched mantle domains into a more typically depleted peridotite, because the background mantle wedge in Mexico could be intrinsically enriched and more homogenous than previously thought.

SE11-3

MANTLE WEDGE PERTURBATION INDUCED BY SLAB DETACHMENT AND THE MIO-PLIOCENE BIMODAL VOLCANISM IN THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT

Ferrari Luca¹, Orozco Esquivel María Teresa¹ y Petrone Chiara²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dipartimento di Scienze della Terra, Universidad de Florencia, Italia

luca@geociencias.unam.mx

Recent completion of the Geologic Information System of central Mexico shows that the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) began in Middle Miocene as a WNW trending arc of andesitic-dacitic polygenetic volcanoes. This relatively normal situation changed in Late Miocene, when mafic plateaus, cinder cones and fissural lava flows were emplaced to the north of the present TMVB with a clear eastward migrating pattern from ~11.5 and 6.5 Ma. This mafic volcanic pulse has been related to an eastward propagation of a slab detachment episode, initiated at about 13 Ma in the southern Gulf of California, which produced a transient thermal anomaly in the mantle (Ferrari, 2004, *Geology*). Following this episode, volcanism strongly decreased and becomes more evolved. Dacitic to rhyolitic domes and ignimbrites were emplaced in a belt located just to the south of the previous episode between 7.5 and ~3.0 Ma. Dome complexes dominate the western half of the TMVB (e.g. Guadalajara group, Jala group, Ayotlan domes) whereas caldera-forming ignimbrites are common to the east (e.g. Amazcala, Apaseo, Los Azufres, Amealco and Huichapan calderas, Pachuca-Tlanchinol ignimbrites). We analyzed the geochemical characters of this bimodal volcanism using new Sr and Nd isotope and our database of chemical data for the TMVB (2,700 samples). The mafic pulse has a basaltic composition [average SiO₂ = 50.7±4.0(1s)] readily distinguishable from the following volcanism. Most basalts have a subduction signature and their range of variation of geochemical parameters lies within that of the rest of TMVB, although they show no systematic correlation with distance from the trench. East of Long. 99° W, however, they are Ne-normative and display much lower to none influence of subducted sediments and fluids (lower Ba/Nb, La/Nb and Th/Nb). This geochemical boundary separates the region of Oligo-Miocene subduction metasomatism related to the Sierra Madre Occidental (to the west) from the region where the mantle was unaffected by subduction since the Permian. For the western TMVB rhyolites, the available isotope data (87Sr/86Sr = 0.70396-0.70597; εNd = 4.07-5.01) point to a mantle origin with variable lower crust assimilation. This suggests that the latest Miocene switch of volcanism toward more silicic composition was the effect of the slowing down of subduction of the Rivera plate (DeMets & Traylen, 2000), which is the expected consequence of the loss of slab pull after slab detachment. Decrease in convergence reduced flux of the mantle and amount of melting, so the magma started to pond in the lower crust and underwent fractional crystallization and variable assimilation. In the eastern half of the TMVB (between Long 101° and 96°) both basalts and rhyolites show the highest signature of crustal contamination in the 87Sr/86Sr vs. 143Nd/144Nd plane. This region corresponds to the area where crust is thicker and extension was much

less intense than in the west or totally absent. Here partial melting of the crust may play an important role in generating the dacitic to rhyolitic magmas, likely as a consequence of the rollback of the slab that exposed the base of the upper plate to hotter asthenosphere.

SE11-4

EVALUATING LINKS BETWEEN MAJOR ELEMENT COMPOSITION AND SUBDUCTION PARAMETERS IN VOLCANIC ARCS- A CASE STUDY IN THE MEXICAN VOLCANIC BELT

Straub Susanne M¹, Martin Del Pozzo Ana Lillian² y Charles Langmuir³

¹ Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University, New York

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Department of Earth and Planetary Sciences, Harvard University, Boston

smstraub@ldeo.columbia.edu

While the geochemical study of arc magmas has made major strides in recent years, there are a class of arc problems that require a closer integration of geochemistry with geology and volume of extrusive series emplaced through time. This is because the volume of the extrusive series is directly related to the magma volume generated by partial melting that in turn plays a vital role in controlling the magnitude of outfluxes of volcanic arcs. The extent of melting is influenced by subduction parameters, such as crustal thickness, convergence rate, distance from trench, but it is also reflected in the major element composition of arc magmas. Thus, understanding the interrelation between compositional, physical and structural variables that influence the major elements compositions of arc magmas should result in better constrained rates of the arc outfluxes that are essential for quantifying the impact of the subduction magmatism on the global geochemical cycle.

To address this question we are undertaking a comprehensive study of the causes of major element diversity in the Mexican Volcanic Belt (MVB) and their relationships to tectonic parameters. The MVB was targeted because it offers (1) a wide variety of mafic to evolved rocks that ranges from alkaline basalts of clearly mantle origin to the classical calc-alkaline andesites; (2) an excellent accessibility to all volcanic products, and (3) a comprehensive state of knowledge with respect to chemistry and structure reflecting years of dedicated work.

Our approach builds on a comprehensive analyses of the existing geochemical, structural and volcanological data of the MVB volcanic centers. The large amounts of data can only be efficiently managed and evaluated by means of relational databases. In recent years, relational databases like PETDB (<http://petdb.ldeo.columbia.edu/petdb/enterdatabase.htm>) and GEOROC (<http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc>) have demonstrated the power in the collection and dissemination of data, and much of the structure and contents of these efforts can be used. However, PETDB and GEOROC are geochemically oriented and lack entries for data specific to volcanic arcs. These are (1) the precise location of the eruptive centers, (2) the volume data of volcanic edifices and individual flows, and (3) the subduction parameters unique to volcanic arcs.

The integration of these variables into the existing schema can be achieved by adding a list of eruptive centers that are marked by a single set of geographic coordinates. To these eruptive centers (or 'vents') the chemical and volume data can be tied independent of the

location of the sample or deposits, and hence links between composition and erupted volume can be investigated. Furthermore, across-arc and along-arc geochemical can be resolved with a spatial resolution equals to those of the vents. This will also allow for establishing links between geochemistry and subduction parameters (e.g. crustal thickness, convergence rate, distance to trench etc.) specific to each vent location within the arc.

SE11-5

MAGMATOLOGICAL EVOLUTION OF SAN PEDRO-CERRO GRANDE VOLCANIC COMPLEX, NAYARIT, MEXICO

Petrone Chiara¹, Francalanci Lorella¹, Ferrari Luca², Schaaf Peter³ y Conticelli Sandro¹

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

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM
petrone@geo.unifi.it

The San Pedro-Cerro Grande Volcanic Complex (SCVC) is a Quaternary silicic to intermediate dome complex, with minor lava flows and pyroclastic products, located in the San Pedro-Ceboruco graben of western Mexico. Volcanic activity can be divided into three periods. Between 1,600 and 1,400 ka andesitic to dacitic magmas were emplaced along WNW trending faults. A pyroclastic sequence separates this episode from the following one (820-440 ka), when volcanism moved northward with the emplacement of andesite to rhyolite domes and lavas. The second period closed with the formation of the San Pedro caldera, which is presently partially buried by the younger volcanic products. In the third period of activity (280-30 ka) rhyolitic and dacitic domes mostly arose along the caldera rim and inside the caldera. In addition hawaiites and mugearites built the Amado Nervo shield volcano on the caldera rim.

Intermediate to high-silica lava and pyroclastic rocks are subalkalic whereas the Amado Nervo mafic lavas are transitional toward the alkalic series (Na-alkalic). No genetic relationships are found between subalkalic and transitional Na-alkalic rocks, which are thought to represent different batches of magma from different mantle sources. Clinopyroxene geobarometer indicates that the mafic magma formed at ~50 km of depth. Petrographic, geochemical, and isotopic variations observed in the transitional Na-alkalic Amado Nervo lavas point to a mantle melt parental magma that undergone limited olivine fractionation during its ascent and was only slightly modified by low-pressure evolution processes. Among subalkalic rocks two groups showing contrasting petrographic and geochemical features are recognized based on the presence of amphibole. Amphibole-bearing intermediate to silicic rocks are characterized by lower Ce and other incompatible trace element contents compared to amphibole-free rocks with similar silica contents. Amphibole-bearing rocks also show lower $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ (0.70382-0.70401) compared to amphibole-free rocks (0.70411-0.70424). On the basis of petrological and geochemical characteristics, the two groups of magmas are interpreted to have evolved in different magmatic reservoirs in the mid-upper crust. Both groups differentiated in open-system reservoirs. AEC (assimilation and equilibrium crystallization) processes are proposed for the amphibole-bearing rocks. Hotter and less evolved magmas interacted to a higher degree with the crust than more evolved and colder magmas. This produces the observed higher $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ in the less differentiated rocks of the amphibole-bearing group. On the other hand, amphibole-free rocks have chemical and isotopic characteristics modeled by an AFC (assimilation and fractional crystallization)

process. All data suggest that the two groups of subalkalic rocks have been generated by a common parental magma but evolved in two different reservoirs. Amphibole-bearing magmas underwent amphibole fractionation in a mid-upper crustal reservoir and show assimilation of two type of basement: one akin to Oaxaquia and another akin to the Guerrero terrane. Amphibole-free magma only shows assimilation of an Oaxaquia-type basement.

SE11-6

VOLCANISMO ALCALINO DEL EXTREMO ORIENTAL DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA Y SU RELACIÓN CON LA RUPTURA DE LA PLACA DE COCOS

Orozco Esquivel Maria Teresa¹, Ferrari Luca¹ y Petrone Chiara²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dipartimento di Scienze della Terra, Universidad de Florencia, Italia

torozco@geociencias.unam.mx

En el extremo oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), un pulso de volcanismo alcalino inició en el Mioceno tardío a aprox. 7.5 Ma en la Sierra de Chiconquiaco, el campo volcánico de Álamo, la Sierra de Tantima y las mesas de Tlanchinol. En estos campos se presentan rocas de tipo OIB y rocas con contribución variable de componentes de subducción. El análisis geoquímico de muestras fechadas permitió establecer con mayor precisión las variaciones espaciales y temporales en la composición de las lavas y su relación con el magmatismo de la FVTM.

Los productos más antiguos del pulso alcalino tienen valores bajos de Ba/Nb, Th/Nb, La/Nb, entre otros, así como relaciones relativamente bajas de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y altas de $143\text{Nd}/144\text{Nd}$ (0.70292-0.70372; 0.51286-0.51296), indicando una contribución nula a baja de componentes de subducción. La contribución de dichos componentes aumenta en las rocas del Plioceno terminal-Cuaternario, con valores elevados de las relaciones elementales antes indicadas, y valores más altos de $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ y ligeramente menores de $143\text{Nd}/144\text{Nd}$ (0.70362-0.70461; 0.51283-0.51290). Se observa también que las lavas del área de Chiconquiaco, más cercana a la trinchera, muestran una mayor contribución de componentes de subducción que las rocas de los otros tres campos más alejados de la trinchera.

Las variaciones espaciales y temporales en la contribución de componentes de subducción a los magmas se pueden relacionar con el ascenso de manto astenosférico por la ruptura de la placa de Cocos subducida, que habría iniciado en el occidente de México, propagándose lateralmente hacia el Este entre ~12.5 y 6.5 Ma. El abrupto inicio de volcanismo alcalino en el extremo oriental de la FVTM es indicativo de un mecanismo regional común, y la nula o baja contribución de componentes de subducción en los primeros productos de este pulso volcánico coincidiría con la infiltración de manto astenosférico a la cuña del manto.

Este modelo puede explicar la presencia de rocas tipo OIB del Mioceno tardío de los campos más alejados de la trinchera, donde la ausencia de magmatismo de arco desde el Pérmico indica que el manto no había sido metasomatizado por material derivado de la placa subducida. El pulso volcánico en esta área fue corto y de volumen limitado, y los productos son más alcalinos indican que el ascenso de material astenosférico dio lugar a la generación de pequeños volúmenes de magma, a grados de fusión bajos, por descompresión en un manto seco. Por el contrario, en el área de Chiconquiaco, la cuña del manto había sido previamente metasomatizada por fluidos y

fundidos de la placa subducida, como lo indica un episodio inmediatamente anterior de volcanismo calcalcalino de arco. La infiltración de astenósfera en un manto metasomatizado hidratado da lugar a un volcanismo voluminoso, de más larga duración y con variables señales de subducción. En el Plioceno tardío-Cuaternario aumenta la contribución de componentes de subducción a las lavas, lo cual es esperado al reestablecerse el escenario de subducción. Se observa que se mantiene la variación geográfica con señales de subducción menores a mayor distancia a la trinchera.

SE11-7

VULCANISMO CENOZOICO Y SEDIMENTACIÓN EN LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO

Silva Romo Gilberto, Mendoza Rosales Claudia Cristina y Miguel Pérez Fernando
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM
silvarg@servidor.unam.mx

En la Planicie Costera de Golfo, en las cercanías del sector más Oriental de la Faja Volcánica Transmexicana se reconoce la influencia que tuvo el volcanismo en la sedimentación a través del Cenozoico. En la franja costera comprendida entre, entre Palma Sola y Tuxpam, Ver., se presenta una discordancia entre la sucesión argílica eocena de la Formación Guayabal y la secuencia siliciclástica de la Formación Tuxpam. Dicha discordancia se formó debido a los bajos niveles medios de los mares oligocenos, provocados por el desarrollo de grandes casquetes glaciales en respuesta al cambio climático inducido por la voluminosa producción volcánica silícica del Oligoceno temprano de la Sierra Madre Occidental, cuyos productos piroclásticos disminuyeron la insolación efectiva en la Tierra. De tal forma que la línea costa durante el Oligoceno se ubicaba en una posición muy parecida a la actual, de tal forma la acumulación marina oligocena, si la hubo, fue muy escasa y pronto estuvo sujeta a erosión y retrabajo.

Durante el Mioceno ocurrió una transgresión, de modo que la secuencia miocena cubre discordantemente a las secuencias eocenas. Este evento transgresivo se debió en parte al aumento en los niveles del mar a nivel global ya que las condiciones climáticas del Mioceno fueron cálidas. La transgresión se reconoce claramente en el sector sudeste de la zona, donde se observan sobre las lutitas eocenas, los estratos conglomeráticos basales de la Formación Tuxpam de edad Mioceno medio; posteriormente se generalizaron condiciones de acumulación en aguas someras con gran producción de invertebrados bentónicos y con esporádicos eventos volcánicos explosivos que matizan la secuencia de la Formación Tuxpam con horizontes de tobas silícicas, uno de ellos intercalado en la base de la unidad tiene una edad K-Ar en hornblenda de 15.3 ± 0.6 Ma. Mientras que hacia el noroeste, donde aparentemente no se registró una marcada discontinuidad estratigráfica, continuó la sedimentación marina con la acumulación de los sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Escolín.

En la secuencia Tuxpam, se reconocen líticos de rocas volcánicas, que atestiguan actividad magmática durante el Mioceno tardío, a la cual deben pertenecer los intrusivos hipabisales emplazados en la Formación Guayabal en las cercanías de Juchique de Ferrer, Ver., como diques andesíticos alcalinos con edades K-Ar de 9.1 ± 0.6 Ma y 5.9 ± 0.4 Ma.

El Plioceno fue un tiempo de dramáticas transformaciones en el paisaje regional, causadas por la intensificación del vulcanismo iniciado en el Mioceno tardío. Se reconocieron intercalaciones de lahares y derrames de composición andesítica a basáltico-andesítica; estas secuencias expresan la actividad volcánica que conformó el sector más oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Algunos derrames se encuentran emplazados a lo largo de los valles del Río Nautla y del Río Colipa. También se identificaron lahares alojados en los valles fluviales en el sector sudeste donde forman extensos abanicos. Finalmente cubriendo a los derrames basálticos se identificaron flujos ignimbriticos de carácter silícicos los cuales se extienden sobre el valle del Río Bobos, aparentemente desde Perote, Ver., estas ignimbritas se encuentran intercaladas con abanicos aluviales PlioCuaternarios.

SE11-8

CARTOGRAFÍA, PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PARTE ORIENTAL DEL MACIZO DE PALMA SOLA, COSTA CENTRAL DEL ESTADO DE VERACRUZ

Amador Luna Domingo Antonio
Instituto de Geología, UNAM
tonioaluna@hotmail.com

Las rocas magmáticas de la FVM son de composición andesítica y de edad del Mioceno Medio, diferentes a las rocas del MPS donde se presenta un magmatismo básico a intermedio de características calcoalcalinas del Mioceno Medio variando de rocas alcalinas a ligeramente subalcalinas en el Mioceno Tardío. Pruebas de que el magmatismo de la FVM y del MPS no es contemporáneo, son las intrusiones y las lavas alcalinas que están extensamente desarrolladas a lo largo de la planicie costera del Golfo de México y la orientación estructural de cada uno de ellos, ya que la FVM tiene una dirección E-W y el MPS tiene una dirección N-S extendiéndose hasta el Sur de Tamaulipas. La actividad volcánica del Plioceno - Cuaternario representada en la FVM hasta la costa del Golfo de México, geoquímicamente es muy similar en toda su extensión, ya que desde el Mioceno se produjo un volcanismo de rocas ígneas alcalinas y calcoalcalinas en el MPS y calcoalcalinas en la sección occidental de México, debido a la migración W-E de la subducción de la placa del Pacífico. En el mapa geológico realizado a semidetalle se diferencian siete unidades magmáticas que varían ampliamente en composición y afinidad geoquímica desde básicas a ácidas y de alcalinas a subalcalinas, y en edad desde el Mioceno Medio hasta el reciente, teniendo una distribución muy general E-W con respecto a la edad y composición. Las principales unidades representadas en la zona son grandes extensiones de lavas basálticas y andesíticas que se encuentran intrusionadas por una serie de diques de diferentes composiciones dispuestos en una orientación E-W, encontrándose los diques más ácidos hacia la costa y los más básicos hacia el continente, pasando desde rocas ultramáficas con 40% de clinopiroxenos, gabros y microgabros con texturas doleríticas y porfídicas, dioritas y microdioritas con texturas porfídicas hasta una roca muy ácida que aflora en una basta extensión hacia la costa encontrándose emplazada en lavas andesíticas. Esta última roca es la llamada Silexita, que es una roca con más del 85% de sílice y que su origen todavía está discusión. Los datos geoquímicos demuestran que en los diferentes diagramas Binarios y Ternarios, no se puede hacer mención de una serie magmática dominante ya que las muestras se ubican heterogéneamente en ocasiones en formas dispersas y hasta en conjuntos como aglutinaciones en algunos sectores de algunos gráficos. En los diagramas de ambiente tectónico, se pueden ver

comportamientos anormales, pues las rocas ocupan el lugar de las intersecciones que diferencia a cada ambiente tectónico, lo que indica que los procesos tectónicos presentes en la formación de las rocas del MPS pueden ser combinados, pasando de un volcanismo de trasarco a volcanismo de la fusión parcial de la corteza proveniente de la base de la misma, que se puede explicar temporalmente como procesos alternados entre la subducción en la trinchera del Pacífico, magmatismo en la cuña del manto y los procesos de distensión E-W en la costa del Golfo de México.

SE11-9

GEOLOGÍA Y PETROLOGÍA DEL ARCO VOLCÁNICO CHIAPANECO

Jaimes Viera María del Carmen¹, Mora Chaparro Juan Carlos¹, Layer Paul², Rueda Rojas Antonio³ y Sánchez Gómez Silvia³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universidad de Alaska, Fairbanks

³ Instituto Politécnico Nacional
cjames@geofisica.unam.mx

El Arco Volcánico Chiapaneco (AVCH) consiste de una alineación irregular de volcanes con extensión de 150 km que cruza el estado de Chiapas en dirección SE-NW. El AVCH esta compuesto por los volcanes Huitepec, Santa Fe, Tzontehuitz, Zinacantan, Navenchaut, El Chichón, Venustiano Carranza, El Boquerón, Rancho Quemado y San Luis Chiquinchaque. Estos son estratovolcanes de pequeñas dimensiones (3-4 km³) y cuyos productos son calciocalcino. La rocas emitidas por estos centros eruptivos presentan rasgos similares a magmas emitidos en arcos volcánicos de tipo continental, solo existen algunas heterogeneidades en su grado de evolución y notables diferencias en la situación tectónica. Este trabajo presenta una cartografía preliminar y la geología de cada uno de los volcanes que conforman este Arco Volcánico, así como la petrografía y geoquímica de los productos asociados.

SE11-10 CARTEL

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DEL VOLCÁN TANCÍTARO (MICHOACÁN, MÉXICO): UNA NUEVA LOCALIDAD DE MAGMATISMO ADAKÍTICO EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Cavazos Tovar José Guadalupe¹, Gómez Tuena Arturo¹, Carrasco Núñez Gerardo¹ y Langmuir Charles²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dept. of Earth and Planetary Sciences, Harvard University
gcavazos@geociencias.unam.mx

El estratovolcán Tancítaro es el pico más elevado del estado de Michoacán, y uno de los pocos ejemplos de vulcanismo poligenético cuaternario del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG). El Tancítaro se encuentra ubicado en el frente volcánico de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), y está claramente alineado con el resto de los grandes estratovolcanes activos. Por este motivo, el Tancítaro representa un eslabón en la continuidad del vulcanismo poligenético en el arco mexicano, y una importante anomalía vulcanológica con respecto a la gran parte de la actividad magmática monogenética del CVMG. En este trabajo se presentan los primeros resultados de un estudio petrográfico y geoquímico que se está realizando en el estratovolcán Tancítaro, y conos cineríticos aledaños, que tiene la finalidad de comprender mejor el origen del vulcanismo del CVMG, y su relación con el resto del arco magmático.

Petrográficamente, las rocas del volcán Tancítaro presentan texturas porfídicas con fenocristales euhedrales a subhedrales de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno y ocasionalmente hornblenda, embebidos en una matriz de plagioclasa y minerales opacos. En cambio, la gran mayoría de los conos cineríticos emplazados en sus alrededores presentan texturas porfídicas con cristales de olivino, clinopiroxeno, ortopiroxeno y plagioclasa, englobados por una matriz de plagioclasa, clinopiroxeno y minerales opacos.

En términos de los elementos mayores, las rocas de Tancítaro se clasifican como andesitas a dacitas calciocalcinas, mientras que los conos cineríticos del CVMG son mucho más variables, encontrándose basaltos a andesitas con afinidades calciocalcinas y alcalinas. En términos de los elementos traza, las rocas de Tancítaro tienen características típicas de arco magmático (Ba/Nb = 68-136 y Ba/La 17-36), con patrones de REE moderadamente fraccionados (La/Yb = 11-16). Destacan sobre todo los valores bajos de Y (10-15), las altas concentraciones de Sr (500-1535 ppm) y los valores altos en la relación Sr/Y (36-116). Aunque los conos cineríticos muestran también características típicas de arco (Ba/Nb = 35-133, Ba/La = 14-30), las concentraciones de Y tienden a ser ligeramente mayores (12-20 ppm), y los valores de Sr (1355-440) y Sr/Y (21-79) tienden a ser menores que en Tancítaro. Sin embargo, los datos de ambas secuencias muestran una clara correlación positiva en el diagrama de Sr/Y contra La/Yb.

Las características geoquímicas del volcán Tancítaro son similares a las reportadas en rocas adakíticas alrededor del mundo, en donde se ha inferido la fusión parcial de la corteza oceánica subducida (Defant y Drummond, Nature, 347: 662-665, 1990). En cambio, los conos cineríticos tienen una composición mucho más variable, y aunque tienen características afines a la gran mayoría de los arcos en el mundo, la existencia de conos con valores altos de Sr/Y y La/Yb indica que la señal adakítica también se verifica en ellos. En ese sentido, los resultados preliminares del presente estudio permiten añadir una localidad más de magmatismo adakítico al arco mexicano.

SE11-11 CARTEL

EL MAGMATISMO MIOCÉNICO DEL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO

Mori Laura¹, Gómez Tuena Arturo¹, Langmuir Charles² y Goldstein Steven³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Dept. of Earth and Planetary Sciences, Harvard University

³ Lamont Doherty Earth Observatory, Columbia University
lmori@geociencias.unam.mx

Se muestran los primeros resultados de un estudio petrográfico y geoquímico de las rocas del complejo volcánico poligenético Palo Huérfano-La Joya-Zamorano (PH-LJ-VZ; edad ~9-11 Ma) del estado de Querétaro, y de las rocas básicas de la Secuencia Volcánica de Querétaro (SQV; edad ~8-9 Ma), una estructura tipo plateau que cubre estratigráficamente a los productos de los estratovolcanes.

El estudio petrográfico permite clasificar las rocas del complejo PH-LJ-VZ como andesitas y dacitas: se trata de rocas volcánicas de textura porfídica con fenocristales de plagioclasa ± clinopiroxeno ± ortopiroxeno ± anfíbol ± biotita ± xenocristales? de cuarzo en una matriz de plagioclasa ± clinopiroxeno ± óxidos. En cambio, los

productos de la SVQ son basaltos caracterizados por una textura porfídica con fenocristales de plagioclasa y olivino en una matriz de plagioclasa \pm olivino \pm clinopiroxeno \pm óxidos.

El análisis químico indica que las rocas de los estratovolcanes tienen una composición andesítica y dacítica ($\text{SiO}_2=59-66\%$) con afinidad calcalina, mientras que los productos de la SVQ tienen un carácter más máfico (basaltos calcalinos con $\text{SiO}_2=51-56\%$). En términos de elementos traza, las rocas del complejo PH-LJ-VZ tienen características típicas de rocas de arco ($\text{Ba/Nb}=64-273$), y patrones de REE extremadamente fraccionados ($\text{La/Yb} \sim 17$). Además están caracterizadas por un marcado empobrecimiento en Y y HREE, y altas relaciones de Sr/Y (22-133). Los basaltos de la SVQ muestran una señal de la subducción más moderada ($\text{Ba/Nb}=27-70$), con un ligero fraccionamiento de REE ($\text{La/Yb} \sim 7$), patrones planos de HREE y relaciones bajas de Sr/Y (6-28). En los diagramas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, los datos de ambas secuencias se sobreponen y están limitados por la composición isotópica del MORB y un componente isotópicamente enriquecido, probablemente asociado a los sedimentos subducidos y/o a la corteza continental superior. Es notable también que la relación Sr/Y muestra una correlación positiva con $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ y negativa con los isótopos de Pb y Sr.

El estudio petrográfico y geoquímico permite afirmar que los productos del complejo PH-LJ-VZ y los basaltos de la SVQ representan dos procesos petrogenéticos distintos. Los valores altos de Sr/Y y el empobrecimiento isotópico observado en los estratovolcanes podrían indicar la fusión parcial de la corteza oceánica subducida, en donde el granate y/o el anfíbol son fases residuales ($\text{DY} > 1$; $\text{DSr} < 1$). En cambio, las características geoquímicas de los basaltos de la SVQ (relaciones bajas de Sr/Y y ausencia de empobrecimiento en HREE) parecen indicar que, en este caso, el componente isotópicamente empobrecido representa un fundido de la cuña del manto, aunque claramente modificado por efecto de la subducción.

SE11-12 CARTEL

COMPARACIÓN GEOQUÍMICA E ISOTÓPICA ENTRE EL COMPLEJO VOLCÁNICO IZTACCÍHUATL Y EL POPOCÁTÉPETL, SIERRA NEVADA

Solis Pichardo Gabriela¹, Martínez Serrano Raymundo², Sosa Ceballos Giovanni³, Hernández Treviño Teodoro² y Schaaf Peter²

¹ LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
gsolis@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

La Sierra Nevada, con una orientación casi N-S, es el límite sureste de la Cuenca de México y forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT). Esta Sierra ha sido formada por una gran diversidad de eventos eruptivos como son: flujos de lava, flujos piroclásticos, erupciones plinianas, formación de domos, lahares y avalanchas. El Complejo Volcánico Iztaccíhuatl (CVI) y el estratovolcán Popocatepetl son las estructuras mayores de esta Sierra. La actividad volcánica parece haber iniciado hace más de 1.7 Ma en el CVI (Nixon, 1988) y actualmente continúa en el Popocatepetl. Existe evidencia de que entre hace 5,000 y 12,000 años, coexistieron eventos volcánicos del Popocatepetl y los últimos eventos de estructuras "parásitas" al SE del CVI.

Aunque se han desarrollado numerosos trabajos sobre la caracterización volcánica y geoquímica de estas dos estructuras mayores, aún existen diversas interrogantes como son el definir el tipo de basamento presente debajo de éstas, definir el comportamiento petrogenético de los estratovolcanes y la migración de la actividad volcánica hacia el sur, entre otras.

El grupo de trabajo del LUGIS nos hemos dado a la tarea de contribuir al conocimiento geoquímico e isotópico de las rocas y productos piroclásticos que componen estas estructuras, con el fin de contar con un panorama magmático evolutivo de la región. Aquí presentamos una comparación de algunos de los resultados geoquímicos e isotópicos ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) obtenidos de diversas rocas provenientes de ambas estructuras. Las concentraciones de SiO_2 y álcalis del CVI y Popocatepetl son muy similares (54-68% en peso de SiO_2 y 5-7% de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$); con un claro comportamiento calcalino en los diagramas AFM. Sin embargo, se notan ciertas diferencias en el comportamiento de los demás elementos mayores con respecto al silice. De igual manera, los valores isotópicos de Sr para las rocas del CVI y del Popocatepetl son similares ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0.70404 a 0.70463 y de 0.70397 a 0.70463, respectivamente).

Los resultados isotópicos aunados al comportamiento geoquímico de las rocas de las dos estructuras, sugieren que los magmas fueron producidos a partir de la fusión parcial de un manto empobrecido, relativamente heterogéneo (evidenciado por las ligeras variaciones isotópicas independientes de las variaciones de silice), asociado a fenómenos de subducción. Los magmas así formados han sufrido importantes efectos de cristalización fraccionada y una relativa contaminación cortical. Las rocas de las dos estructuras volcánicas a menudo presentan xenolitos de rocas sedimentarias, algunos esquistos y rocas ígneas volcánicas e intrusivas. Actualmente, nos encontramos evaluando el efecto que pudo haber tenido la corteza de donde se derivaron estos xenolitos sobre la composición magmática.

SE11-13 CARTEL

OCURRENCIA DE XENOLITOS GRANÍTICOS Y DE LAMPRÓFIDO EN LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA HIDALGUENSE

Ortiz Hernández Luis Enrique¹, Flores Castro Kinardo¹, Castro Mora Jesús², Acevedo Sandoval Otilio Arturo¹, Ramírez Cardona Marius¹ y Solana López Javier³

¹ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM

³ Gerencia de Evaluación de Proyectos, Consejo de Recursos Minerales

leoh@uaeh.reduaeh.mx

La Faja Volcánica Transmexicana (FVT) atraviesa la porción meridional del estado de Hidalgo, constituyendo una provincia volcánica orientada NW-SE. Está formada de un conjunto de complejos volcánicos entre los que destacan en su sector oriental los domos riolíticos de Tulancingo, la caldera de Chichicuahtla, el campo basáltico de Singuilucan y el complejo riolítico peralcalino de la sierra de Las Navajas.

En la FVT hidalguense se consigna por primera vez la ocurrencia de xenolitos graníticos y de lamprófido en dos afloramientos de domos andesítico-dacíticos que sobreyacen a rocas piroclásticas. Los domos presentan un patrón de fracturas verticales y estrías de falla.

Los xenolitos encontrados son de forma ovoide o irregular y corresponden a granitoides de hornblenda (los más abundantes) o de biotita, así como lamprófidos con abundante hornblenda. Son de varios tamaños (12 cm hasta 1 cm) y exhiben diferentes grados de reabsorción por el encajonante, así como alteración a caolinita, alunita y/o epidota. Algunos de ellos son fácilmente disgregables, en virtud de su alteración.

La importancia de estos xenolitos es que dan evidencia directa del basamento de la FVT en la entidad hidalguense, ya que los únicos afloramientos de rocas graníticas se localizan en la porción noroccidental del Estado.

El estudio en curso de estos xenolitos permitirá dilucidar nuevos datos acerca de la evolución de la FVT.

Sesión Especial

Meteorítica

Martes 2

Salón Juárez 2

SE12-1 CARTEL

LAS EDADES DE LOS METEORITOS: ¿QUÉ SIGNIFICAN Y CÓMO SE OBTIENEN?

Hernández Bernal María del Sol
 Instituto de Geología, UNAM
 msol@geologia.unam.mx

Las edades obtenidas en los meteoritos fechan eventos específicos en su historia. La mayoría de los meteoritos muestran que sus cuerpos parentales han sufrido cambios considerables desde su origen. Unos cuantos, como las condritas tipo 3, son prístinas, mostrando muy pocos cambios. Esas son las usadas para determinar el período más temprano de acreción en la primitiva Nebulosa Solar. Otros grupos de meteoritos muestran calentamiento, fusión y diferenciación posteriores a la formación del cuerpo parental condritico. Otros más muestran episodios de impacto revelados por sus texturas y brechamiento. El rompimiento de los cuerpos parentales libera fragmentos más pequeños al espacio que son irradiados por rayos cósmicos que producen ciertas firmas isotópicas, dando un estimado del período entre el rompimiento y su arribo a la Tierra. Se enlista una serie de episodios en la historia de los meteoritos, susceptibles de ser fechados, aunque no son los únicos:

1. Edad Pre-solar
2. Formación de los materiales precursores más antiguos CAI's
3. Formación de condros y material de la matriz
4. Acreción de cuerpos parentales condriticos
5. Metamorfismo térmico y diferenciación del núcleo metálico
6. Actividad hidrotermal
7. Fusión por impacto y brechamiento
8. Tiempo transcurrido entre la fragmentación del cuerpo parental y la liberación de meteoritos
9. Edad de arribo a la Tierra

En algunos casos, es necesario que se consideren lapsos grandes de tiempo y en otros, lapsos relativamente cortos. Los episodios 2-4 se remontan a miles de millones de años (Ga) con el episodio 5 inmediato al episodio 4, el cual ocurrió probablemente unos pocos millones de años después de la acreción. El episodio 7 pudo ocurrirle varias veces a un cuerpo en su historia. El episodio 8 en promedio pudo durar unos pocos millones de años y el episodio 9 unos cuantos miles de años. Esas variaciones tan amplias de duración de tiempo requieren el uso de isótopos muy específicos que determinen mejor el período de tiempo para cada evento. Así, para la edad más antigua, la formación de condros y la acreción de cuerpos parentales condriticos se requiere del uso de isótopos de vida media muy grande. Los pares isotópicos más usados son: U-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd, Re-Os, Hf-W, U-He, Be-B, Al-Mg, I-Xe y Mn-Cr.

Los materiales meteoríticos más antiguos son los CAI's (Calcium-Aluminium rich inclusions), que tienen edades en el rango de 4.568 a 4.565 Ga. Las edades en fosfatos secundarios en condritas ordinarias varían desde 4.563 hasta 4.504 Ga y las acondritas basálticas varían desde 4.558 hasta 4.53 Ga. Estas edades sugieren escenarios para la formación de los primeros objetos del sistema solar. La formación de los CAI's de Allende ocurrió hace 4566 Ma. La acreción de los cuerpos condriticos aproximadamente 3 Ma después. 5 Ma más tarde ocurrieron eventos de actividad magmática en los cuerpos planetarios. Durante los siguientes 200 Ma estos cuerpos sufrieron impactos y metamorfismo.

SE12-2 CARTEL

EL ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR: PAPEL DE LAS METEORITAS PETREAS

Ortega Gutiérrez Fernando
 Instituto de Geología, UNAM
 fortega@servidor.unam.mx

El sistema solar se formó por colapso de una nube molecular hace más de 4,560 millones de años. El proceso de transformación de esa nube a una estrella central llamada sol y su séquito de planetas, lunas, cometas, asteroides y otros objetos sólidos, tuvo lugar bajo condiciones físicas y químicas que no existen más en nuestro entorno cósmico desde ese pasado tan remoto. Por esta razón, para conocer dichas condiciones y procesos, se tiene que recurrir al registro parcialmente escrito en ciertos cuerpos planetarios del sistema. Entre ellos, indudablemente las meteoritas son los cuerpos sólidos que contienen el registro más antiguo y accesible sobre el origen del sistema solar, pues los planetas terrestres se formaron posteriormente por el aglutinado de un grupo especial de meteoritas denominado condritas, por estar formado de estructuras esféricas y subesféricas denominadas condros, inmersos en una matriz fina de cristalinidad y composición variables. El origen y evolución de estas meteoritas han desafiado por siglos la imaginación y la explicación científica porque contienen, además de esos condros de origen todavía desconocido, otros objetos submicroscópicos que anteceden a la formación del sol y al colapso de la nube molecular, registrando eventos que difieren totalmente de los conocidos en la tierra.

El estudio multidisciplinario desarrollado en decenas de países avanzados sobre las condritas ha logrado exponer hipótesis muy detalladas sobre la naturaleza de la materia original que formaba la nebulosa solar, las temperaturas y presiones que prevalecieron durante las primeras etapas de colapso de la nube hasta la aparición de los planetas, así como los tiempos y duraciones en que se dieron estos fenómenos. En términos generales, el modelo que prevalece actualmente es de carácter catastrófico por la rapidez relativa del proceso de formación planetaria, el cual habría tomado escasos millones de años involucrado choques entre cuerpos protoplanetarios en el interior del sistema solar, lo que tal vez explique anomalías aparentes tales como la formación de la luna, la composición casi totalmente metálica de mercurio y el movimiento retrógrado de venus. Incluso estas hipótesis dejan ver la posibilidad de la creación y destrucción sucesiva de océanos y atmósferas primitivos donde pudo haber florecido la vida mucho antes de lo que se cree en la actualidad, para luego ser destruida por esos eventos catastróficos.

Afortunadamente México tiene un campo fértil para el estudio moderno de sus meteoritas, pues posee algunos de los ejemplares más importantes del mundo como Allende y Acapulco; la primera por ser la roca más antigua del sistema solar y la segunda porque proviene del interior caliente de un cuerpo planetario destruido posteriormente por impactos de muy alta energía.

SE12-3 CARTEL

¿EXISTIÓ VIDA EN MARTE?

Hernández Barosio Antonio
 Instituto de Geofísica, UNAM
 ahb@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Los meteoritos SNC (Shergotita, Nakhilita y Chassigny) son un grupo de doce especímenes petrologicamente similares. La principal evidencia experimental, entre otras, de que los SNC vienen de Marte se basa en mediciones de Argón, Kriptón y Xenón en Sherogititas colectadas en la Antártida, cuya abundancia es semejante a la de la atmósfera marciana según el reporte de la misión Vikingo. Uno de estos meteoritos conocido como ALH 84001 fue colectado en la Antártida en 1983 y en 1993 se reconoció como miembro de este grupo. Utilizando un microscopio electrónico y un espectrómetro de masa, David McKay y su equipo identificaron en este meteorito Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), glóbulos de carbonato, magnetita y sulfuro de hierro. Todos estos compuestos se asocian con actividad bacteriana en la Tierra (desechos de microorganismos y bacterias anaeróbicas), lo cual llevó a McKay y al expresidente William Clinton a anunciar que se habían encontrado rasgos de vida en Marte.

Sin embargo, la presencia de estos compuestos no necesariamente implica la presencia de bacterias. McKay y su equipo parecen haber excluido la posibilidad de que sus resultados representen contaminación terrestre. Además, recientemente, Jull et al realizaron mediciones de isótopos de carbono en varios SNC y de acuerdo con sus interpretaciones, el meteorito ALH 84001 podría no provenir de Marte como otros SNC. Consideramos que mientras no se traigan muestras de roca marcianas mediante una nueva misión, solo podemos estudiar más a fondo los SNC y coleccionar otros nuevos que nos ayuden a dilucidar la verdadera historia del planeta rojo.

SE12-4 CARTEL

QUÉ SON LOS CONDROS Y CÓMO SE ORIGINAN

Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth
 Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
 kecervan@hotmail.com

Las meteoritas condriticas son nombradas así debido a la presencia de su componente más característico: los condros (del vocablo griego "chondros", el cual significa grano). Los condros son cuerpos subsféricos, de tamaño milimétrico, cuya geometría y texturas sugieren que estuvieron fundidos en su génesis. Los fechamientos realizados en este tipo de materiales los ubican entre los materiales más primitivos del Sistema Solar; por esta razón la importancia de difundir su estudio radica en interpretar las condiciones en que se formaron, las cuales son las condiciones de formación del Sistema Solar.

Los minerales principales que constituyen estos cuerpos pequeños son olivinos, piroxenos y pueden contener o no pequeñas cantidades de minerales opacos tales como aleaciones de hierro-níquel (kamacita, taenita), cromita y sulfuros, como la troilita. Por las texturas que estos cuerpos presentan se puede deducir que el material precursor estuvo total o parcialmente fundido. Dependiendo de su mineralogía y textura (ver Gooding y Keil, 1981) los condros con material precursor parcialmente fundido se clasifican en: condros porfídicos de piroxeno, porfídicos de olivino y porfídicos de olivino y

piroxeno. Para el grupo de condros cuyo material precursor estuvo totalmente fundido se clasifican en barrados de olivino, radiales de piroxeno, criptocristalinos y granulares de olivino y piroxeno.

Las hipótesis principales de formación de estas estructuras se agrupan en (Zanda, 2004): a).- condensación directa de la nebulosa o b).- fusión de cuerpos preexistentes por diferentes mecanismos. De estos modelos los de fusión de cuerpos preexistentes debido a ondas de choque, son los más favorecidos por los astrofísicos. En cuanto a los estudios experimentales, los métodos principales de fusión del material precursor son: fusión del material precursor en un arco eléctrico, con láser y en estufas con mezclas de gases. Todas estas hipótesis han sido abordadas con modelos numéricos y experimentales, los cuales son comparados y limitados con las evidencias petrológicas y geoquímicas.

SE12-5 CARTEL

ELECTROQUÍMICA APLICADA A METEORITAS MEXICANAS

Reyes Salas Octavio¹, Arreguín Molina Gilberto², Reyes Salas Adela Margarita³ y Ortega Gutierrez Fernando³

¹ Facultad de Química, UNAM

² Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

³ Instituto de Geología, UNAM
 oresal@servidor.unam.mx

Las meteoritas consisten de materia sólida primitiva, similar a la que originalmente formaba el sistema solar. El estudio de minerales metálicos en meteoritas puede ser usado para inferir su historia física y térmica e inferir su origen en los asteroides padres.

Las meteoritas, son objetos de constitución metálica ó pétreo, que caen a la Tierra procedentes del espacio interplanetario.

Las meteoritas pétreas se dividen en Acondritas (no poseen condros en su estructura) y Condriticas. Éstas últimas, se caracterizan por poseer condros (del griego Chondro, grano), que son pequeñas partículas de forma esférica ó cuasiesférica de tamaño milimétrico a submilimétrico. Se estima que un 85 a 90% de las meteoritas que caen a la Tierra son condriticas. Se argumenta que los condros se formaron en la nebulosa solar más que en un medio ambiente asteroidal/planetario. Las teorías más recientes señalan que los condros se formaron por un "flash" de calor, por un mecanismo de choque de ondas nebulares. Sin embargo, hay un gran número de interpretaciones al respecto por las propiedades y detalles de los condros.

Las meteoritas metálicas, se pueden dividir de acuerdo a su contenido de Galio, Germanio, Iridio e Indio con respecto al contenido de Níquel. Otra clasificación de las meteoritas metálicas se basa en su mineralogía y textura. Las meteoritas metálicas suelen estar constituidas mineralógicamente de dos polimorfos de Hierro-níquel, que son Kamacita y Taenita. Su proporción, y también sus relaciones texturales, dependen de la abundancia del Níquel en la meteorita.

En México, el estudio de la Meteorítica ha sido más riguroso, puesto que ahora se disponen de técnicas más precisas, como consecuencia del desarrollo de equipos con mayor capacidad de resolución. Así, se puede realizar el análisis de elementos que son difícilmente cuantificables, por su contenido relativamente bajo en la muestra.

En el estudio de la composición química de meteoritas se emplean generalmente técnicas por vía húmeda (valoraciones), y técnicas espectroscópicas. Sin embargo, la cuantificación de pequeños componentes metálicos en presencia de componentes mayoritarios, presenta mayores complicaciones.

Los métodos electroquímicos, son relativamente sencillos, económicos y permiten alcanzar excelentes límites de detección, además de poseer un buen poder de resolución. Desde luego la dificultad está en la preparación de las muestras y en la interpretación de resultados. Cabe señalar que todavía no se ha informado de trabajos en los que se utilice la electroquímica como método analítico de meteoritas.

La coulombimetría es considerada el único método absoluto y las microcoulombimetrías empleadas en muchos métodos electroquímicos presentan como ventaja adicional, el permitir trabajar con volúmenes pequeños de muestra (mililitros o microlitros). Esto es de suma importancia, ya que las meteoritas son muestras únicas y sólo se dispondrá de una cantidad muy pequeña para su análisis. Bajo esta técnica se pueden realizar cuantificaciones del orden de partes por millón (ppm), e incluso partes por billón (ppb).

En el presente trabajo se presentan las características fundamentales de los métodos electroquímicos típicos para la determinación de pequeñas cantidades de especies metálicas con el fin de aplicarlos a las meteoritas mexicanas.

SE12-6 CARTEL

COSMOQUÍMICA DE LANTÁNIDOS

Pi Puig Teresa
Instituto de Geología, UNAM
tpuig@geologia.unam.mx

Los lantánidos son un grupo de elementos con propiedades químicas similares. En los sistemas geoquímicos estos elementos se usan para deducir el origen y los procesos que afectaron a las rocas que intentamos caracterizar. En los sistemas cosmoquímicos su distribución es muy distinta a la terrestre ya que depende en gran medida de su volatilidad. Estos elementos se encontraban como gases en la nebulosa solar y se condensaron.

Los coeficientes de distribución sólido/gas de los lantánidos nos indican el orden de condensación de los mismos a partir de la nebulosa solar y nos informan de cómo se produjo el fraccionamiento de éstos elementos en este medio.

Las propiedades cosmoquímicas de los lantánidos dependen del estado (monóxido, dióxido o especies monoatómicas) en que estos elementos se presentan en la fase de gas. En la forma condensada se presentan como sesquióxidos (+3) y para pasar de gas a sólido se ven obligados a modificar su configuración electrónica, fenómeno que no sucede en medios terrestres al pasar de líquido a gas.

Son importantes porque nos permiten diferenciar sin ambigüedad procesos de fraccionamiento nebuloso (gas/sólido) y de fraccionamiento planetario (sólido/sólido; sólido/líquido) por lo que son una herramienta básica en el estudio del Sistema Solar.

Los meteoritos son las mejores muestras que tenemos de material solar primitivo. El estudio de los lantánidos de los diferentes tipos de meteoritos nos proporciona información importante de cómo se formaron.

Así por ejemplo el estudio de lantánidos en condritos (en especial los de tipo C1) nos permite encontrar evidencias de cuales fueron los primeros eventos del Sistema Solar y de la formación de los planetas. En el caso de los acondritos vamos a encontrar pruebas de los procesos de diferenciación ígnea ocurridos en cuerpos diferentes a la Tierra.

Los condritos están formados por diferentes componentes en desequilibrio. Algunos de éstos se formaron a alta temperatura (CAI, condros) y otros (matriz) a menor temperatura. También coexisten materiales formados en condiciones oxidantes (silicatos) con otros formados en condiciones reductoras (hierro metálico). Algunos componentes pueden considerarse condensados que incorporaron lantánidos según su volatilidad y otros se formaron por fusión de componentes preexistentes. El estudio de lantánidos en los componentes de un condrito puede aportar información muy interesante sobre su formación.

Dentro del marco del Seminario Mexicano de Meteorítica estamos iniciando estudios de lantánidos en meteoritos condriticos mexicanos ya que hasta el momento solo dos de ellos (Allende y Acapulco) han sido caracterizadas por investigadores de otros países con esta metodología.

SE12-7 CARTEL

ORIGEN, VIDA Y MUERTE DE LOS COMETAS

Solé Viñas Jesús
Instituto de Geología, UNAM
jsole@geologia.unam.mx

Los cometas han sido definidos como "los supervivientes de una vasta distribución de cuerpos sólidos que se formaron en las regiones frías de la nebulosa solar" (Brownlee 2003). Estos cuerpos han sido observados desde tiempos antiguos, creando gran expectación. Durante los últimos años se ha revitalizado el interés por su observación y estudio detallado ya que se supone que preservan algunos de los materiales más primitivos y poco modificados del Sistema Solar. Hasta que las sondas espaciales en tránsito nos envíen de vuelta a la Tierra material cometario para compararlo con los meteoritos conocidos o con las pocas partículas de polvo interplanetario capturadas sin alteración en la Tierra, no podemos hacernos una idea completa de los sólidos que los constituyen.

Mostraré en ésta presentación una visión sintética de su formación, vida y muerte. Así mismo se presentarán algunas observaciones astronómicas que dan pistas sobre la composición de los cometas (volátiles y silicatos).

Se conoce que los cometas contienen partículas de olivino y piroxeno, minerales muy comunes en meteoritos condriticos, pero se desconoce en qué proporción. Tampoco está claro si contienen otros silicatos, metales, óxidos, etc. Se conoce mucho mejor su composición en elementos volátiles, pues son proporcionalmente mucho más abundantes y se volatilizan durante el paso de los cometas por el perihelio, formando las espectaculares colas. Esto permite una buena caracterización espectral de la luz emitida.

Los cometas se encuentran principalmente en dos grandes grupos de órbitas (llamados también reservorios), la nube de Oort y el cinturón de Kuiper. Cada uno de ellos tiene características particulares que serán descritas en detalle.

La conclusión preliminar obtenida del estudio de la bibliografía sobre cometas es que es poco probable que hayan caído a la Tierra fragmentos de material cometario recuperable (es decir, meteoritos), pero no puede excluirse que algunos meteoritos muy primitivos, especialmente de los grupos de condritos CI, CM y quizás CV puedan ser fragmentos de material sólido no volátil de cometas.

SE12-8 CARTEL

CRÁTERES DE IMPACTO: DESTRUCTORES Y PRODUCTORES

Lounejeva Elena¹, Cordero Tercero Ma. Guadalupe² y Caballero Corona Julio³

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Museo de Geología, Instituto de Geología, UNAM
elenal@servidor.unam.mx

Meteoritas y cráteres de impacto son los principales testigos del bombardeo continuo de la Tierra por objetos cósmicos, proceso geológico formativo, tan actual como el de mayor antigüedad. Si bien las meteoritas se conocían desde la edad de hierro, los cráteres de impacto llamaron la atención de los científicos con el análisis de las superficies de los planetas del sistema Solar. En los últimos 45 años se han registrado más de 170 cráteres de impacto en la Tierra, desde unos 15 metros (Haviland, EUA) hasta centenas de kilómetros (Vredefort, África del Sur). Un cráter de impacto natural es la estructura producida por el encuentro violento de dos objetos cósmicos, uno de los cuales, el proyectil, es de tamaño mucho menor que el otro, el blanco. El encuentro es forzado por la gravedad, de tal manera que la masa y la velocidad relativa de los objetos determinan la magnitud del evento (explosivo o no). La estructura producida (simple o compleja) o su ausencia dependen también del material del blanco.

Una estructura simple de impacto se asemeja a un tazón similar a un cráter volcánico. Sin embargo, los cráteres de impacto difieren de los volcánicos en varias características, entre los más notorios: la ausencia de raíces en el manto y los rasgos de metamorfismo de choque. Una estructura compleja se distingue por una elevación central, puede tener más de un anillo periférico y concéntrico, e implica una mayor energía.

En un impacto explosivo las temperaturas pueden superar los 10000°K, calor suficiente para convertir una roca en plasma; por otro lado, la presión de la onda de choque puede alcanzar cientos de GPa, ordenes de magnitud mayor a la presión en el centro de la Tierra.

Los valores tan grandes de estos parámetros tienen su origen en la energía cinética del proyectil al momento de impacto. Esta energía comparable o mayor a la de un evento tectónico o sísmico, se transfiere al blanco en fracciones de segundos, comprimiéndolo, fracturándolo, excavándolo, fundiéndolo, evaporándolo, revolviéndolo y eyectando todo tipo de materiales del blanco, dejando por un instante al desnudo los estratos más profundos y produciendo las metamorfosis macro y microscópicas también de las rocas que quedan en su lugar. Todos estos fenómenos se consideran catastróficos para la humanidad no tanto por la rapidez con que suceden, sino por los efectos destructivos que pueden tener para la vida misma, y las extinciones masivas de especies enteras.

Una vez pasado el desastre asociado a un evento explosivo, quedan cráteres y la eyecta del impacto, los cuales representan estructuras fracturadas y/o porosas, prolíferas para la circulación y el entrapamiento de fluidos hidrotermales y orgánicos. El potencial económico de las estructuras de impacto fue reconocido con el descubrimiento de una relación directa entre cráteres de impacto y yacimientos de petróleo (Avak, EEUA; Chicxulub, México), hierro (Ternovka, Ucrania), níquel (Sudbury, Canadá), oro (Vredefort, África del Sur) y gemas semipreciosas (moldavitas). El estudio de cráteres de impacto aporta información sobre la física espacial y sobre el interior de la Tierra.

SE12-9 CARTEL

CLASIFICACIÓN DE LAS METEORITAS

Angeles García Sonia y Reyes Salas Adela Margarita
Instituto de Geología, UNAM
ags@servidor.unam.mx

Una meteorita es cualquier objeto natural que cae del espacio a la tierra y que puede reconocerse como extraterrestre. Las meteoritas son los únicos objetos no terrestres disponibles para estudiar directamente las composiciones químicas y los minerales de cuerpos del Sistema Solar.

Una forma de clasificar a las meteoritas, de acuerdo a sus orígenes, es agruparlas en Diferenciadas e Indiferenciadas.

Los planetas y los grandes asteroides muestran un proceso de diferenciación dentro de un núcleo metálico, un manto y una corteza, en donde todo el material original ha sido separado por calentamiento y gravitación. Las meteoritas metálicas, mixtas y acondritas provienen de estos cuerpos diferenciados.

Meteoritas Diferenciadas:

Metálicas (muestras de núcleo). Sus principales minerales son aleaciones de Fe-Ni: kamacita y taenita

Meteoritas Mixtas:

Consisten de una fracción metálica en forma de fragmentos dispersos de hierro níquel y una fracción de silicatos que pueden ser olivino, hiperstena y plagioclasa en proporciones aproximadamente iguales. Existen tres grupos: Palasitas, Mesosideritas y Lodranitas.

Acondritas:

Ricas en sílice con bajo contenido de metales.

Meteoritas Primitivas o Indiferenciadas.

Preservan las características adquiridas durante la acreción del Sistema Solar.

Dentro de las condritas esta presente polvo interestelar condensado de nuestra primera nebulosa solar, gotas metálicas, matriz de grano fino y pequeños cuerpos esféricos de silicatos llamados condros.

Condritas:

Ordinarias COs (más comunes) según su contenido de hierro total y metálico en H, L y LL

Enstatita CEs (elementos litófilos como Mn ó Ca), Carbonáceas CCs se ha detectado materia orgánica, magnetita

CEs: EH alto Fe enstatita, hierro metálico, sulfuros, plagioclasa y olivino

EL bajo Fe

COs: H Fe total y contenido metálico (% Fs y %Fa –ferrosilita y fallalita en olivino

L

LL

Rumurutiites (Rs)

CCs: CI (Ivuna) filosilicatos, magnetita

CM (Murria) filosilicatos, tochilinita, olivino

CV (Vigano) olivino, piroxeno, ICAS (inclusiones de Ca, Al)

CO (Ornans) olivino, piroxeno, ICAS, hierro metálico

CR (Renazzo) filosilicatos, piroxeno, olivino, hierro metálico

CK (Karoonda), ICAS, olivino

CH (extremadamente alto contenido metálico), piroxeno, hierro metálico, olivino.

Para completar la clasificación se usan los tipos petrológicos (de acuerdo al metamorfismo térmico) del 1 al 3 para las condritas carbonosas y del 3 al 6 para las ordinarias.

S1 a S6 se utiliza para indicar la intensidad de choque. Las colisiones entre asteroides producen presiones 750 000 veces la presión atmosférica de la superficie de la Tierra y las condritas guardan trazas de estos eventos de impacto.

Los efectos de intemperismo están indicados por W. Las meteoritas de caída reciente son generalmente W0 ó W1, lo que significa poca o ninguna oxidación de metálicos y sulfuros. Una alteración completa de estos produce una alteración de W4 y cuando hay un reemplazamiento masivo de silicatos por arcillas y óxidos de W6.

SE12-10 CARTEL

METEORITAS MEXICANAS DE IMPORTANCIA MUNDIAL

Reyes Salas Adela Margarita, Barrientos Bernabé Ofelia y
Sánchez Rubio Gerardo
Instituto de Geología, UNAM
adelars@servidor.unam.mx

Las meteoritas son el material extraterrestre natural más idóneo para hacer estudios y entender el origen y la evolución de nuestro Sistema Solar. México cuenta con varias meteoritas muy importantes que están entre las más estudiadas por la comunidad científica internacional. Hemos seleccionado cuatro de ellas que se describen brevemente a continuación.

Allende, del tipo pétreo, cayó el 8 de febrero de 1969 en el Pueblito de Allende, Chihuahua, como una lluvia meteorítica con más de 5,000 individuos, y está clasificada como una condrita carbonosa CV3. Desde el punto de vista científico es probablemente la más importante del mundo, tal como lo muestran más de 1,000 publicaciones en las que se estudió o se hace referencia a esta meteorita.

Allende contiene una gran cantidad de materia orgánica, enigmáticos objetos esféricos llamados condros con diversas composiciones y texturas muy variadas. Conserva características muy primigenias además de los ICAs (materiales refractarios como inclusiones de calcio y aluminio). Tiene una edad de unos 4,600 millones de años, representando algunos de los primeros materiales que se condensaron en la nebulosa solar y por lo tanto el material más antiguo en el Sistema Solar.

Acapulco, también pétreo, cayó en el año de 1978 cerca de la población El Quemado en Acapulco, Guerrero. Forma parte del grupo de acondritas pues no presenta condros, es considerada como única o anómala, ya que presenta características de condrita en cuanto a su composición química, lo que dio pauta a que encabezara un nuevo grupo llamado Acapulcoitas.

Por sus minerales y textura es similar a la roca terrestre llamada metaperidotita de baja presión, con textura granoblástica. Formada por minerales de olivino (Mg,Fe)2O4, piroxena Mg(Fe, Ca)Si2O6, plagioclasa CaAl2 Si3O4; en menor cantidad minerales de Fe-Ni, cromita (FeCr2O4) y troilita (FeS).

Toluca se considera una lluvia meteorítica por la gran cantidad de piezas individuales (miles) caídas, con un total aproximado 2.5 toneladas. Es un hallazgo prehispánico en las cercanías del pueblo de Xiquipilco, Estado de México. Las piezas de meteorita fueron usadas como yunques, cuchillos e instrumentos de labranza. Ejemplares de esta meteorita se encuentran en la mayoría de las colecciones del mundo y corresponde a una octaedrita media cuya edad K-Ar es de 4,500 Ma.

Bacubirito es una meteorita metálica octaedrita muy fina, químicamente anómala ya que no se conoce otra meteorita férrea similar. Fue reportada como hallazgo en 1863 al sur del poblado minero de Bacubirito, en el Estado de Sinaloa, y desenterrada en 1902 en una sola pieza con un peso aproximado de 22 toneladas. Se considera la quinta meteorita más grande del mundo.

SE12-11 CARTEL

HIPÓTESIS DE LA PANSPERMIA U ORIGEN DE LA VIDA EN EL ESPACIO EXTERIOR

Gómez Caballero Arturo y Pantoja Alor Jerjes
Instituto de Geología, UNAM
gomezcab@servidor.unam.mx

La panspermia, o hipótesis extraterrestre, está cobrando impulso debido a los diversos problemas que enfrentan las hipótesis sobre el origen de la vida en la propia Tierra, y a descubrimientos recientes, como el de la presencia de moléculas orgánicas complejas en el espacio exterior. La presencia de materia orgánica en meteoritos se conoce desde el siglo XIX, pero el aporte a la Tierra de material extraterrestre no sólo consiste en los meteoritos; quizá de mayor importancia sea la presencia de polvo cósmico, estimada en unas 40,000 toneladas anuales, que empezó a caer desde los inicios del planeta.

Los antecedentes de esta hipótesis se remontan hasta Anaxágoras, en la Grecia clásica. En los albores del siglo XX, el químico sueco Arrhenius propuso la teoría de la panspermia (semillas en todas partes), según la cual la vida no se originó en la Tierra sino que provino del espacio exterior en forma de esporas que viajan por todo el espacio impulsadas por la presión ejercida por la radiación proveniente de las estrellas. El interés en la panspermia fue renovado por la identificación de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) en el meteorito Allende, caído cerca del poblado homónimo en el estado de Chihuahua, el 8 de febrero de 1969.

Recientemente, se ha desatado una gran controversia a raíz del anuncio, efectuado por la NASA en 1996, de hipotéticas bacterias fósiles, más pequeñas que las terrestres, en el meteorito Allan Hills (ALH 84001), caído hace 13,000 años en la Antártida. Los

investigadores a cargo basan su aseveración en la conjunción de cuatro evidencias: (1) La presencia de sustancias orgánicas complejas (PAHs). (2) Una asociación mineral en desequilibrio (presencia de glóbulos de carbonatos). (3) Nanofase de cristales de magnetita elongados, semejantes a las producidas por bacterias terrestres. (4) Presencia de estructuras con forma de bacteria.

En contra de lo anterior, se ha aducido que la forma elongada de la magnetita, hábito que se creía de origen biótico exclusivamente, también puede ser producida por procesos inorgánicos. Los carbonatos en el ALH 84001 se hallan tanto rellenando fracturas o intersticios como en rosetas; su composición varía de calcita a magnesita con un contenido apreciable de hierro, formando generaciones sucesivas. Los carbonatos serían precipitados a 150°C a partir de un fluido saturado y, por un calentamiento posterior, el hierro formaría la magnetita elongada. Así, los carbonatos, cuya edad varía de 3.83 a 4.04 Ga, mientras que la edad isotópica del meteorito es de 4.5 Ga, indicarían que en toda su historia, Marte ha tenido agua en su superficie sólo durante algunos períodos.

Nuevos descubrimientos de meteoritos de Marte han sido hechos en el norte de África y en la misma Antártida. En el meteorito NWA 3171 (shergottita), caído en Argelia en febrero de 2004, se ha observado la presencia de fracturas revestidas con hidróxidos de hierro, similares a goethita, atribuidos a la acción de hidrotermalismo. Asimismo, en el meteorito MIL 03346 (nakhlita), caído en la Antártida el 15 de diciembre de 2003, se observó un estado de oxidación similar.

SE12-12 CARTEL

RASGOS DISTINTIVOS DE METAMORFISMO DE IMPACTO

Lounejeva Elena, Macias Romo Consuelo y Sánchez Rubio Gerardo

Instituto de Geología, UNAM
elenal@servidor.unam.mx

El metamorfismo de impacto como proceso petrogenético se asocia al paso de la onda de choque (presión dinámica) y resulta progresivamente en transformaciones diapléticas, fusión (parcial o completa) y evaporación (parcial o completa) de las rocas del blanco.

El término de metamorfismo de impacto durante muchos años fue aplicado para describir el origen de todo tipo de productos de impacto. En los últimos años dicho término (shock metamorphism) cada vez más se reserva en la literatura para la formación de conos de trituración al nivel macroscópico y para las transformaciones diapléticas y de polimorfos de alta presión al nivel microscópico, mientras que los rasgos causados por el calor generado por la onda de choque se describen bajo el término de fusión por impacto (impact melting).

Las transformaciones diapléticas (del griego diaplesso: destruido a golpes) abarcan procesos diferentes en su naturaleza física pero en conjunto conducen a la degeneración de la materia cristalina. Las transformaciones diapléticas incluyen fracturas, deformaciones plásticas, isotropización y descomposición térmica de minerales. Las deformaciones plásticas presentan una variedad de rasgos entre los cuales los planos de deformación son los más documentados debido al control cristalográfico de su desarrollo y la relación estadística con la presión a la que fue sometido el mineral.

Los productos de fusión por impacto se asemejan a las rocas volcánicas con alta contribución de la corteza. Para distinguir una roca de fusión por impacto por métodos petrográficos no hay nada mejor que encontrar fragmentos de rocas originales con rasgos de metamorfismo de choque. Sin embargo, la geoquímica de elementos traza al nivel de roca entera o de minerales y, en especial, la geoquímica isotópica de los platinoides, ofrece métodos alternativos no solamente para detectar la génesis de la roca sino también para inferir el tipo del proyectil generador del impacto.

Los condensados de los productos de evaporación se están estudiando a nivel experimental y los pocos resultados obtenidos hasta ahora son poco utilizados en estudios de impactitas naturales.

Debido al altísimo gradiente de presión y a la complejidad de rutas de propagación de la onda de choque, el conjunto de rasgos de impacto varía no solamente de un componente al otro de una estructura o meteorito, pero aun a escala microscópica es común encontrar juntos los fragmentos intactos y los severamente afectados por la onda de choque o por el calor que genera a su paso.

Los rasgos distintivos de metamorfismo de impacto fueron observados tanto en las meteoritas como en las estructuras gigantes de impacto de la Tierra y de la Luna, y representan el criterio petrológico principal para confirmar el origen de una estructura sospechosa y evaluar la escala del evento.

SE12-13 CARTEL

PROPUESTA DIDÁCTICA: EL CONOCIMIENTO DE LAS METEORITAS PARA ENTENDER EL SISTEMA SOLAR

Rodríguez Díaz Beatríz
Museo de Geología
ollin9@yahoo.com

El objetivo del presente trabajo es ilustrar acerca de los aportes que a dado el estudio geoquímico y petrológico de la meteorita de Allende en México y su relación con la composición de la atmósfera solar, pretendiendo abordar temas que se abarcan en el temario de geografía a nivel preparatoria ya que se consideran las ideas previas (preconcepción) propias de los alumnos en los niveles escolares de secundaria.

Asimismo, la meteorita de Allende es una de las rocas más antiguas que se tenga registro del Sistema Solar, lo que arroja nueva luz acerca de la edad tanto de la Tierra como de los demás planetas. Estos dos factores son determinantes en dar a conocer los aportes que ha presentado la investigación de las meteoritas en este país, y dar un paso mas adelante al relacionarla con la enseñanza.

Los temas abordados en enseñanza abarcan el origen del sistema solar, y su composición química. Dicha propuesta cubre parte de los objetivos de los programas de estudio tanto de geografía como de química desde un enfoque constructivista, que es la corriente más aceptada actualmente en el campo de la investigación pedagógica para la enseñanza de la ciencia, esta se basa en el hecho de que todas las personas construyen su conocimiento a través de la interacción con el ambiente socio-cultural en el que se encuentran inmersos elaborando explicaciones sobre los fenómenos que observan. Es decir, los alumnos aprenden en cualquier instante y construyen nuevas ideas que los llevan hacia un aprendizaje significativo.

Dicho aporte didáctico servirá no sólo para los alumnos sino para los profesores ya que estos últimos sólo cuentan con información de libros con datos en ocasiones obsoletos pues estamos hablando del estudio de la naturaleza como un ente dinámico y de cambio.

SE12-14 CARTEL

METEORITOS EN EL MUNDO MESOAMERICANO

Flores Gutiérrez Daniel
Instituto de Astronomía, UNAM
daniel@astroscu.unam.mx

Sabemos que entre los grupos humanos que habitaron Mesoamérica, existió un gran interés por las cosas del cielo. Sabemos de la existencia de diversos métodos de observación cotidiana de la bóveda celeste. Sabemos del interés por los fenómenos atmosféricos y que distinguían entre lo que ocurría con los fenómenos meteorológicos en el entorno humano, y de lo que ocurría en la bóveda celeste. Ejemplo de ello es la representación pictórica de los cometas.

En este trabajo presentaremos algunas evidencias del interés, en el mundo prehispánico, por los objetos que caían desde las alturas, los meteoritos.

SE12-15 CARTEL

ANÁLISIS TEXTURAL Y PETROGÉNESIS DE LA METEORITA COSINA

Macías Romo Consuelo¹, Reyes Salas Adela Margarita¹, Ortega Gutiérrez Fernando¹ y Victoria Morales Alfredo²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM
mcmr@servidor.unam.mx

Cosina es una meteorita pétreo del grupo de las condritas ordinarias clasificada como H5 por su contenido en hierro y grado metamórfico. Cayó en enero de 1844 en la localidad de la Loma la Cosina al oriente de Dolores Hidalgo, en el estado de Guanajuato.

La meteorita se distingue de la mayoría de las condritas ordinarias por su gran porosidad y friabilidad, similar a las condritas carbonosas ya que los cálculos de la porosidad para Cosina es superior al 25% basado en conteo de puntos en lámina delgada y en fragmentos observados en el microscopio electrónico de barrido. Los tamaños medidos de la porosidad intergranular van de 5 a 140 μm , mientras que para la porosidad intragranular es de 3 a 35 μm .

Trabajos realizados recientemente sobre la porosidad en numerosas condritas dio como resultado una porosidad modal del 10% para las meteoritas ordinarias y 25% para las carbonosas, lo cual nos muestra la importancia de Cosina por tener una porosidad anómalamente tan alta dentro de las condritas ordinarias.

Otros rasgos texturales importantes de Cosina son la presencia de drusas rellenas de cristales euhedrales de olivino y cristales de Fe-Ni, así como de minerales sostenidos por un pequeño "apéndice o pie", como es el caso de minerales de Fe-S que se presentan como cordones muy finos y de cristales de olivino con maclas complejas. También se observan tubos huecos de vidrio, de composición feldespática, en cuyo interior crecieron pequeños cristales <1 μm -2 μm de Fe-Ni y de vesículas desarrolladas en material amorfo de

composición ultrabásica. Pueden observarse texturas de exolución de dos componentes: olivínica y material enriquecido en Fe y Ni. Igualmente, son interesantes los precipitados esferulíticos de piroxeno cálcico sobre piroxeno ferromagnésico, así como condros cubiertos de esférulas vítreas.

La alta porosidad intergranular e intragranular así como la presencia de vesículas en el material vítreo, hacen suponer que posiblemente esos espacios fueron ocupados inicialmente por material y gases condensados durante las primeras etapas de conformación del material primogénico dentro de la nebulosa solar.

En cuanto al origen de las drusas y material tubular semisuspendido en las oquedades, se sugiere un evento posterior a la conformación del material primogénico, por vaporización del material condensado incluido en las oquedades que probablemente fue de azufre formado a partir de FeS como resultado del calentamiento solar durante una de sus fases T Tauri o FU Orionis.

Sesión Especial

Registros marinos y continentales del
Cuaternario

Martes 2 — Miércoles 3

Salón Claustro 3

SE13-1

CIRCULACIÓN OCEÁNICA E HIDROGRAFÍA DEL OCÉANO PACÍFICO NORORIENTAL: HOLOCENO VS ÚLTIMO GLACIAR

Sanchez Gonzalez Alberto

Instituto de Investigaciones Oceanologías, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
 asanchez@uabc.mx

El Océano Pacífico nororiental es un componente clave de la circulación oceánica global. A pesar de su importancia, la reconstrucción paleoceanográfica regional del Océano Pacífico nororiental ha recibido muy poca atención comparado con su contraparte occidental y mucho menos con el Océano Atlántico. Nuevos registros isotópicos $\delta^{18}O$ y $\delta^{13}C$, medidos en Foraminíferos bentónicos (*Cibicides mckannai* y *Uvigerina peregrina*), de la margen Magdalena en el Pacífico nororiental mexicano, son combinados con datos isotópicos de otros estudios, para reconstruir las condiciones oceanográficas del Océano Pacífico durante Holoceno y último glaciario, a partir del $\delta^{18}O$ de la calcita en equilibrio con el agua de mar y $\delta^{13}C$ del SCO_2 .

La reconstrucción de los perfiles $\delta^{18}O$ y $\delta^{13}C$, a diferente profundidad a lo largo de la columna de agua, en el Pacífico nororiental muestran la existencia de una barrera hidrográfica ca. 2 km de profundidad durante el último glaciario, sugiriendo que esta frontera es una característica oceanográfica global. De manera particular, la reconstrucción del perfil $\delta^{13}C$ del SCO_2 , por encima de los 2 km de profundidad, denota un gradiente isotópico de 0.4‰ entre el Pacífico occidental y nororiental, indicando que la circulación oceánica regional en el Océano Pacífico fue distinta en el último glaciario con respecto al Holoceno. Esto sugiere que el Pacífico nororiental mantiene una columna de agua con una menor ventilación que su contraparte occidental. Los registros isotópicos del Océano Pacífico nororiental sugieren que esta cuenca estuvo bien ventilada en periodos fríos (glaciario) que cálidos (interglaciario). En base a esta evidencia, nosotros sugerimos que el gradiente isotópico entre ambas regiones del Pacífico pudo ser ocasionado por una mayor productividad y/o que predomina agua de origen ecuatorial sobre aguas bien ventiladas del Pacífico norte.

SE13-2

INTERDECADAL BIOLOGICAL PRODUCTIVITY VARIABILITY OF THE CALIFORNIA CURRENT DURING WARM AND COLD PERIODS: PATTERNS FROM HIGH RESOLUTION LAMINATED SEDIMENTS FOR THE LAST TWO MILLENNIA

Herguera Juan Carlos¹, Bernal Gladys², Olivier Salome Branly³,
 Ramos Sanchez Sara¹ y Molina Cruz Adolfo⁴

¹ CICESE² Universidad Nacional de Colombia, Colombia³ Universidad de Puebla⁴ ICMYL, UNAM

herguera@cicese.mx

Here we present results derived from a high resolution reconstruction of sea surface properties for the southern boundary of the California Current with the goal of reconstructing the biological productivity response to oceanographic changes on interannual to decadal timescales. Our study site the San Lazaro Basin (25°N, 112°W), located in the southern dynamic boundary of the California

Current, is characterized by relatively high levels of primary production, a consequence of the advection of cold nutrient rich California Current waters and associated upwelling processes, that control the production and high export of organic matter, opaline and calcitic shells from the mixed layer and its transfer to the sea-floor. We present the biogenic opal record from a collection of box, kasten and long piston core MD02-2505 retrieved from the San Lazaro Basin which we interpret as a phytoplankton productivity proxy. The reconstructed fluctuations in relative abundance of biogenic opal for the past century seem to be modulated by the Pacific's large scale variability at interdecadal time scales, associated with large scale oceanic current patterns captured by the Pacific interDecadal Oscillation index (PDO) and ENSO events. We will discuss the relative contributions of changes in other sedimentological and geochemical components in the sediments of San Lázaro Basin to explain the strong interdecadal periodicity observed in the biogenic opal record and its implications for the stability of the strongly oxygen depleted waters at intermediate depths for selected time slices during warm and cold periods.

SE13-3

EVOLUCIÓN OCEANOGRÁFICA DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE LOS ÚLTIMOS 40,000 AÑOS

Machain Castillo Maria Luisa, Arellano Torres Elsa, Cuesta Castillo Lara Bárbara y Monreal Gómez Maria Adela
 ICMYL, UNAM
 machain@mar.icmyl.unam.mx

El Golfo de Tehuantepec presenta una compleja dinámica oceánica ya que se encuentra sujeto a cambios en la posición del sistema de vientos alisios y la Zona de Convergencia Intertropical. Es un área de alta productividad biológica debido, entre otros factores, a la presencia de surgencias inducidas por vientos provenientes del Golfo de México. La alta productividad biológica, aunada a la presencia de agua de bajo contenido de oxígeno en el fondo, mantiene condiciones de disóxicas a anóxicas a profundidades entre 50 y 1000m.

Con el objeto de conocer las variaciones de dichos factores a través del tiempo, se analizaron las asociaciones de foraminíferos planctónicos y bentónicos en tres núcleos sedimentarios colectados en la plataforma y talud continental del Golfo de Tehuantepec.

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos indican que la presencia de surgencias ha sido variable a través del período estudiado, sugiriendo que durante el último máximo del glaciario las surgencias fueron menos prominentes, intensificándose durante la deglaciación y el Holoceno.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de fondo también presentó variaciones. De acuerdo con las asociaciones de foraminíferos bentónicos, durante la deglaciación y el Holoceno se encuentran valores mínimos de oxígeno, mientras que durante el último máximo del glaciario el agua de fondo presenta las condiciones de mayor oxigenación.

Las variaciones en el patrón de surgencias y en los niveles de oxígeno disuelto en el agua de fondo, lo que sugiere que la intensificación de la zona de oxígeno mínimo está influenciada por la presencia de surgencias y la productividad biológica de la zona.

Los cambios ocurridos en el patrón de surgencias, indican cambios en la intensidad o localización geográfica de los principales sistemas de vientos.

SE13-4

RECONSTRUCCIÓN DE LA ZONA DE OXÍGENO MÍNIMO DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE LOS ÚLTIMOS 44,000 AÑOS AP, A TRAVÉS DE LAS ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS

Cuesta Castillo Lara Barbara, Machain Castillo Maria Luisa y Arellano Torres Elsa
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
cuesta@icmyl.unam.mx

El Golfo de Tehuantepec es una zona que se caracteriza por la presencia de surgencias y una bien desarrollada capa de oxígeno mínimo con concentraciones por debajo de 1 mL/L a profundidades menores de 100m.

En este estudio se analizaron las poblaciones de foraminíferos bentónicos en un núcleo colectado en la plataforma continental (202m) con el objetivo de determinar las fluctuaciones en el contenido de oxígeno disuelto en el agua de fondo durante los últimos 44,000 años.

A lo largo del núcleo se encuentran tres asociaciones de foraminíferos bentónicos.

La asociación 1 está dominada por la especie Bolivina seminuda, que indica concentraciones de oxígeno disuelto cercanas a los 0.5mL/L.

La asociación 2 está representada por B. subadvena, la cual representa un incremento en oxígeno relativo a la asociación 1.

La asociación 3 está caracterizada por especies del género Pseudoparella que indican concentraciones de oxígeno disuelto mayores a 1mL/L.

La distribución estratigráfica de estas asociaciones sugiere que durante la deglaciación y principios del Holoceno, el agua de fondo estaba mejor oxigenada que durante el resto del Holoceno y el estadio isotópico 3, donde las concentraciones de oxígeno disuelto en el área de estudio eran cercanas a 0.5mL/L.

SE13-5

ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA OCEÁNICA DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Arellano Torres Elsa, Machain Castillo Maria Luisa y Monreal Gómez Maria Adela
ICMyL, UNAM
arellano@icmyl.unam.mx

Los foraminíferos planctónicos han sido ampliamente usados como herramientas para la reconstrucción de condiciones hidrográficas y paleoclimas. Su abundancia y patrones de distribución están relacionadas con las condiciones oceánicas como circulación, productividad, parámetros químicos y sedimentología de su hábitat, factores que a su vez se encuentran relacionados con las variaciones climáticas.

El Golfo de Tehuantepec provee un interesante escenario para estudiar las relaciones de estos organismos y su relación con la dinámica oceánica y el clima a diferentes escalas temporales.

Con el objetivo de identificar las asociaciones de foraminíferos planctónicos que puedan servir para realizar estudios paleoceanográficos en la zona (Pacífico Tropical Oriental), se realizó un estudio con muestras superficiales. En ellas se distinguen tres asociaciones, obtenidas con un análisis de factores. La asociación 1, caracterizada por Globigerina bulloides es la mas ampliamente distribuida e indica la fuerte influencia que representa para el golfo la surgencia de invierno-principios de primavera y la alta productividad. Asociación 2, representada por Neoglobobulimina dutertrei y Globobulimina menardii que se restringen en la región este y oeste del golfo, reflejando la incursión de agua cálida tropical. Asociación 3, donde Globigerinita glutinata es la especie mas abundante y la cual se restringe a la región central del golfo, donde ocurre la mayor productividad, mayor mezcla de las aguas, la formación del frente oceánico y la generación de un giro ciclónico.

Estas tres asociaciones representan las 3 condiciones oceanográficas predominantes en el Golfo de Tehuantepec y pueden ser utilizadas en su reconocimiento a través del tiempo.

SE13-6

EFFECTO DE LA DISOLUCIÓN EN EL REGISTRO SEDIMENTARIO DE FORAMINIFEROS PLANCTÓNICOS DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Contreras Rosales Astrid y Machain Castillo Maria Luisa
ICMyL, UNAM
machain@mar.icmyl.unam.mx

Durante el Cuaternario se han presentado una serie de etapas glaciares e interglaciares que han tenido repercusión en el clima y en las biotas de todo el planeta. La variación de las condiciones climáticas ocasiona que las asociaciones en las poblaciones de organismos se modifiquen según las preferencias ambientales de cada especie; esto ocurre igualmente con los foraminíferos planctónicos que han sufrido diversos cambios en su distribución en correspondencia con las variaciones en la temperatura, la salinidad, las corrientes, la productividad y otros factores determinantes para su vida. Estos organismos producen testas carbonatadas en las que también se ven reflejados los cambios químicos del agua del medio en el que viven y que al morir se preservan en el sedimento, con lo cual es posible hacer reconstrucciones paleoceanográficas.

Sin embargo el registro sedimentario de los foraminíferos planctónicos está influenciado por factores fisico-químicos del agua de fondo que puedan destruir las testas total o selectivamente, dejando un registro incompleto.

En el presente estudio se analizaron los índices de fragmentación de foraminíferos planctónicos en el núcleo de sedimento MD02-2520 en el Golfo de Tehuantepec y se comparó con las reconstrucciones paleoambientales de otros núcleos del área, con el fin de obtener mayor información sobre el efecto de la disolución en su interpretación paleoclimática.

Los resultados obtenidos indican que durante el Pleistoceno cuando las condiciones son más óxicas en el Golfo, la disolución de los organismos es menor que durante el Holoceno, cuando el agua de fondo presenta condiciones de disóxicas a anóxicas.

SE13-7

ESTRATIGRAFIA A DETALLE DEL NÚCLEO 2523, EXTRAÍDO EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MEXICO

Diego Ortiz Gonzalo¹, Machain Castillo Maria Luisa¹ y Nava Sánchez Enrique²

¹ ICMYL, UNAM

² CICIMAR, IPN

gdie@pumas.ingen.unam.mx

En este estudio analizamos negativos de radiografías tomadas del núcleo 2523, de 1840 cm de largo, extraído en el Golfo de Tehuantepec, México. Nuestro objetivo es reconocer los diferentes ambientes de depósito que generaron la secuencia sedimentaria, para sedimentos del cuaternario tardío para la región. Encontramos bases de Turbiditas a los 690, 1150 y 1580 cm, presenta bioturbación en gran parte de la secuencia de manera más continua entre los 600 y 700 cm, bandeamiento entre 300 y 450 cm, en los 1700 cm se encuentran sedimentos laminados. Así como restos de organismos de diversos grupos y tamaños en diversas profundidades del núcleo. Para el control cronológico se dataron 8 muestras distribuidas a lo largo de la sección, así como el análisis geoquímico de 7 horizontes de cenizas volcánicas.

SE13-8

PRELIMINARY RESULTS OF THE LAGUNA SALADA DRILLING PROJECT IN NORTHERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO: HIGH-RESOLUTION STRATIGRAPHY OF A QUATERNARY CLIMATIC RECORD

Contreras Pérez Juan¹, Martín Barajas Arturo¹, Herguera Juan Carlos², Cortina Guerra Aleix² y Rendón Márquez Gabriel¹

¹ Depto. de Geología, CICESE

² División de Oceanología, CICESE
juanc@cicese.mx

In January 2004 we recovered 92 m of lacustrine sediments from two shallow boreholes drilled in Laguna Salada, an active sedimentary basin on the southwestern part of the Salton Trough in northern Baja California, México. Laguna Salada occupies a semiclosed depression between the Sierra de Cucapá on the west and the Sierra de Juárez on the east; tectonically Laguna Salada is a continental rift basin product of the transtensional regime of the northern Gulf of California extensional province. Our goal for drilling in this basin is threefold: (i) to document past climatic changes during the last glacial age and its transition to the present warmer climate, (ii) to document climate changes during the last two glacial cycles, and (iii) to document the vertical slip component of the Laguna Salada fault, which bounds the eastern margin of the basin.

Boreholes were drilled at the toe of the alluvial fans adjacent to the Sierra de Juárez and on dry lakebed close to the Sierra de Cucapá and the Laguna Salada fault. Recovery was in excess of 95%. Cores 2.5 m-long on average were recovered using DOSECC Lake System (DLS) suite of coring tools and a modified CS-500 rig. The main tool employed for coring was a hydraulic piston core. The quality of the cores is excellent, being found millimeter-scale primary sedimentary structures preserved in the sequence.

The stratigraphic column of the eastern borehole consists of four successions of laminated mud and clay at the base (18 m), followed by intercalations of mud, sand, and gypsum (9.5 m), coarse sand (7

m) with abundant organic matter that in turn is capped by laminated sandy mud (uppermost 6.5 m). The stratigraphy of the western borehole is still being worked out.

We have found a pristine paleoclimatic record of the last 25 ka preserved in the cores of the eastern borehole. These include sub-Milankovitch decadal-to-millennial cyclicity imprinted at scales ranging from centimeters to meters. For example, laminations 0.7-2 mm thick tend to group in bundles of 6, 25 and 50 cm. Intercalations of massive clay, gypsum and sand tend to form cycles of 50 cm and 100-120 cm. We also have identified evidences of abrupt climate changes that are likely to correlate with the onset of the warm Bölling Allerød and the termination of the cold Younger Dryas.

SE13-9

REGISTRO HOLCENICO DE UNA ANTIGUA LAGUNA COSTERA EN BAHIA KINO, GOLFO DE CALIFORNIA

Caballero Miranda Margarita¹, Peñalba Cristina², Martínez Marcela¹, Ortega Guerrero Beatriz¹ y Vázquez Lourdes¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Ecología, ERNO, UNAM
maga@geofisica.unam.mx

Se recuperó un núcleo de 10 m en una planicie de inundación en Bahía Kino, Sonora, en las costas continentales del Golfo de California. En estos sedimentos se realizaron estudios de contenido de materia orgánica, susceptibilidad magnética, polen, diatomeas, ostrácodos y foraminíferos. Tres niveles orgánicos de la parte media y superior de la secuencia fueron fechados por radiocarbono (AMS), extrapolando una edad de ca. 8,700 años AP para la base de la secuencia. La integración de los datos indica que durante el Holoceno medio el sitio, antes expuesto, fue cubierto por el mar, como consecuencia del aumento global de su nivel. Entre ca. 6,600 y 6,350 años AP el sitio fue un pantano salobre de muy baja energía, dominado por *Typha domingensis* y *Cyperáceas*. Se interpreta que este pantano se localizaba en la parte alta de una laguna costera. Las condiciones salobres sugieren la influencia de agua dulce, la cual no llega al sitio en la actualidad dado lo árido del clima, por lo que se infiere un clima más húmedo que el actual para el Holoceno medio. El continuo aumento del nivel del mar provocó una transición hacia un ambiente más profundo y más salino: se interpreta el paso a un ambiente de laguna media (ca. 6,350 años AP) y posteriormente laguna baja (ca. 6,000 años AP) quedando el sitio de estudio en una localización más cercana a la boca de la laguna y con una mayor influencia marina. Este ambiente de laguna baja persiste hasta hace ca. 4,300 años AP, cuando la estabilización del nivel del mar pudo haber favorecido la formación del sistema de dunas que actualmente separa el sitio de estudio de la línea de costa.

SE13-10

RELACIÓN ENTRE FIRMAS DE RADAR Y PROPIEDADES FÍSICAS COMO APOYO EN LA CARACTERIZACIÓN DE SECUENCIAS SEDIMENTARIAS CERCANAS A LA SUPERFICIE

Carreón Freyre Dora Celia¹ y Cerca Martínez Mariano²¹ Centro de Geociencias, UNAM² Instituto de Geología, UNAM

freyre@geociencias.unam.mx

El Radar de Penetración Terrestre (RPT) ha demostrado ser una herramienta útil para la visualización no destructiva de la estratigrafía y estructura de secuencias sedimentarias cercanas a la superficie. Esta caracterización puede ayudar a mejorar los estudios cron-estratigráficos de secuencias cercanas a la superficie (e. g. del Cuaternario), y es de gran ayuda en trabajos ambientales y geotécnicos. Tradicionalmente, los reflectores obtenidos en perfiles (radargramas) colectados con el RPT son correlacionados con observaciones hechas en afloramientos, trincheras o pozos de control puntuales para obtener una interpretación que es esencialmente cualitativa. En los últimos años hemos desarrollado una metodología que permite evaluar las condiciones de reflexión de la energía electromagnética en relación con los contrastes en las propiedades físicas del medio geológico. Para lograr este objetivo, se realizan determinaciones detalladas de la distribución del tamaño de grano, densidad, contenido de agua, límites de consistencia (plástico y líquido), conductividad eléctrica y, en algunos casos, compresibilidad de las secuencias limo-arcillosas estudiadas. El contenido de agua es la propiedad física que afecta en mayor medida la propagación de la onda electromagnética. Debido a esto, el contraste en el contenido de agua asociado con cambios en la distribución del tamaño de grano, mineralogía, y/o compresibilidad de los sedimentos son potenciales reflectores coherentes que pueden ser registrados en los radargramas. En el caso de las secuencias saturadas con sedimentos predominantemente arcillosos que caracterizan a las cuencas lacustres del centro del país, el contraste eléctrico producido por cambios del contenido de agua asociados con diferencias texturales; por ejemplo, lentes de arena aluvial o capas de cenizas volcánicas, puede ser suficiente para permitir el registro de las estructuras sedimentarias. Por otro lado en secuencias no saturadas, como en el caso de las cuencas semidesérticas del Bajío, con predominancia de gravas, arenas y limos, los cambios en tamaño de grano están generalmente asociados con contactos entre estratos y estructuras sedimentarias primarias. De esta manera se pueden obtener firmas de reflexión de la señal del radar que están relacionados de manera directa con la estructura geológica. Estas firmas consisten en una asociación de reflectores que presentan una configuración geométrica, continuidad y amplitud características. La importancia de la identificación de estas firmas de radar para diferentes medios sedimentarios radica en su utilidad para la interpretación de la geometría de estructuras sedimentarias y de sus condiciones de deposición, debido a que representan asociaciones específicas de propiedades físicas relacionadas con el estilo de estratificación, litología o deformación en los sedimentos. En este trabajo se presentan ejemplos de estructuras sedimentarias y de deformación inferidas mediante el RPT en diferentes contextos geológicos del centro de México. Finalmente, los estudios de RPT combinados con diferentes técnicas como geocronología, magnetismo o análisis estructural son prometedores en la caracterización de la estratigrafía, tasas de erosión-deposito, deformación asociada a sismos, o desplazamiento de fallas activas en secuencias cercanas a la superficie, tanto del Cuaternario como más antiguas.

SE13-11

PALEOSUELOS DEL CENTRO DE MÉXICO COMO INDICADORES DE CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL

Solleiro Rebolledo Elizabeth¹, Sedov Sergey¹, Gama Castro Jorge Enrique¹, Vallejo Gómez Ernestina¹, Jasso Castañeda Carolina², Cabadas Báez Héctor Víctor² y Ibarra Emilio³¹ Instituto de Geología, UNAM² Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM³ Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
solleiro@geologia.unam.mx

Las condiciones ambientales durante el Último Glacial Máximo (UMG) han sido bien establecidas en regiones templadas, pero hasta ahora, todavía no está claro cómo fueron afectadas las zonas subtropicales y tropicales. En el Centro de México, la mayoría de los modelos paleoambientales han sido establecidos con base en los registros procedentes de secuencias lacustres, los cuales reportan un ambiente seco durante el UMG. En este trabajo se proporciona información complementaria para establecer el paleoambiente del centro de México, de acuerdo con los resultados del análisis de secuencias tefra-paleosuelos en diferentes áreas circundantes a la Cuenca de México. Los paleosuelos, con edades que oscilan entre 20,000 y 12,000 años, en la cuenca de Tlaxcala (2600 masl), valle de Teotihuacan (3000 masl), Pachuca (2300 masl), y Glacis de Buenavista, Morelos (2000 masl) son principalmente Luvisoles. Sus perfiles están muy bien desarrollados mostrando un alto contenido de arcilla, cutanes gruesos de arcilla y propiedades reductomórficas. Todas estas propiedades, sugieren la presencia de un clima húmedo y un ecosistema boscoso durante el UMG. Sin embargo, en los volcanes Nevado de Toluca y Sierra Nevada (ambos localizados a 3000 masl), los paleosuelos son Cambisoles menos desarrollados y con propiedades que evidencian un paleoambiente más seco que el actual. A pesar de esta contradicción entre ambas regiones, encontramos que los Luvisoles en Pachuca y Teotihuacan tienen una acumulación de CaCO₃ sobre los rasgos de iluviación de arcilla, que denotan el cambio en las condiciones ambientales de húmedas a secas. Por otra parte, en el Estado de Morelos y la cuenca de Texcoco, se tienen tepetates (horizontes endurecidos), los cuales son flujos piroclásticos o depósitos de lahar, saturados con agua, que fueron intensamente disecados y consolidados debido a procesos de hidroconsolidación. Suponemos que también pueden ser útiles, para detectar condiciones ambientales en el límite Pleistoceno-Holoceno.

SE13-12

PALEOSUELOS COMO INDICADORES DE CAMBIOS AMBIENTALES EN EL VALLE DE TEOTIHUACAN

Cabadas Báez Héctor Víctor¹, Pi Puig Teresa², Gama Castro Jorge Enrique² y Vallejo Gómez Ernestina²¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología UNAM² Instituto de Geología, UNAM
geocabadas@hotmail.com

La relación entre la ocupación humana y el ambiente, ha sido objeto de estudio de diversas investigaciones en el Valle de Teotihuacan, ya que diferentes aspectos del desarrollo cultural están regidos por los cambios ambientales.

En los registros que guardan suelos y paleosuelos, puede reflejarse el ambiente del paisaje que ha conformado a la región a lo largo de su historia. Con base en lo anterior se plantea como objetivo del trabajo, el análisis de las características que constituyen la memoria edáfica del Valle de Teotihuacan, que pueden contribuir a la comprensión de la evolución de las condiciones ambientales en la zona, durante los últimos 25,000 años.

Se integra información de tres perfiles ubicados de acuerdo a su posición en el paisaje: (1) partes altas de edificios volcánicos; (2) zona de pie de monte y; (3) planicie de acumulación. Se utilizaron técnicas selectas de análisis de suelos, con el fin de estudiar propiedades que son estables y no cambian después que el suelo es sepultado (mineralogía de fracción arcilla, fitolitos, micromorfología).

Los diferentes análisis permiten esbozar el patrón de distribución de suelos y paleosuelos, el cual está determinado principalmente por el relieve, que al modificar condiciones ambientales, como el drenaje, desempeña un papel esencial en el clima local.

Los paleosuelos más antiguos, fechados en 22,600 años, denotan condiciones de un clima cálido-húmedo. Los paleosuelos formados entre 18,000 y 11,000 años, son poligenéticos ya que poseen rasgos relacionados con un ambiente húmedo y sobre ellos características comunes de climas más secos (acumulación de carbonatos).

La actividad humana en el Valle de Teotihuacan se inició hace 3100 años a.P., y su impacto pudo modificar la evolución natural de los suelos, bien a través de una acción directa, interviniendo bruscamente, como lo es el cultivo, o bien por medio de una acción indirecta, lenta y progresiva, que se ejerce al cambiar el uso del suelo. Los rasgos micromorfológicos que caracterizan a los suelos modernos del área son el resultado de una fuerte bio y antropo-pedoturbación, la cual está representada por rasgos característicos del manejo agrícola.

Mediante los análisis realizados, se infiere que procesos naturales como la erosión hídrica, pueden acelerarse por la actividad humana. Esto lleva a la modificación del equilibrio ecológico de la región, propiciado por modificaciones en la temperatura del suelo, ocasionando un aumento en las tasas de evapotranspiración, y como consecuencia sequías, que afectan la calidad de vida de los seres vivos.

SE13-13

STABLE CARBON ISOTOPIC SIGNATURE OF THE SOILS FROM THE TEOTIHUACAN VALLEY: PALEOCLIMATIC IMPLICATIONS

Lounejeva Elena, Morales Puente Pedro, Cabadas Báez Héctor Victor, Cienfuegos Alvarado Edith, Sedov Sergey, Vallejo Gómez Ernestina y Solleiro Rebolledo Elizabeth
 Instituto de Geología, UNAM
 elenal@servidor.unam.mx

We use stable carbon isotopic signature, measured as delta 13C, of soil organic matter (SOM) as a high- spatial resolution tool to follow environmental changes during Late Pleistocene-Holocene in Teotihuacan valley. The interpretation is based on the difference of stable carbon signature and corresponding climatic preferences of so named C3 and C4 plant groups. The former are more depleted in

heavy stable carbon isotope and its live is favoured by wet and cold conditions, while the latter are less depleted and are associated with the dry and warm climate.

We have been analysed the SOM delta 13C of humus rich A horizons of paleosols and modern soils at different altitudes of the valley, as well as a landfill from one of the Teotihuacan's building, namely, Piramide de la Luna. This landfill is supposed to be an example of some superficial soil related to the Teotihuacan culture.

The obtained delta 13C values, expressed as permil related to VPDB, lie inside the interval from -25.72 to -15.54. The more depleted signatures (-23.28±2.12), associated with a dominant presence of C3 plants, come from the Late Pleistocene swamp paleosols in the retrograding transition profile Tepexpan of the ancient Texcoco Lake. The Final Pleistocene-Recent Holocene paleosols and modern soils from two profiles at low valley, as well as landfills from the Piramide de la Luna site, have less depleted values (-17±1), were interpreted as dominated by C4 plants. The Late Pleistocene-Holocene sequence of soils from Cerro Gordo high altitude profile is characterized by d13 C around (-20), indicating time-stable process of symbiosis or mixture between C3 and C4 plants.

Our first set of the results of carbon isotopic characteristics of paleosols and modern soils from Teotihuacan valley supports the idea of a natural change from colder and wetter to warm and dry climate. That change, more evident at low but also affected high altitudes of the Teotihuacan valley, was occurred sometime during transition period from the Late Pleistocene to early Holocene and held on to somewhere in the Mid Holocene. The obtained data also indicate slight rising of moistness and establishing of very similar to dry and warm present climate through the Late Holocene. There are no isotopic data at this moment to infer some drastic climatic change during the times of establishing, development, flowering and, including, decline of the Teotihuacan civilization. Our general interpretation of the isotopic data obtained from the paleosols and modern soils is not in discordance with paleoenvironmental studies of the Texcoco Lake area, based on diatomic and palinological records of lacustrine sediments.

SE13-14

PALEOSUELOS EN EL VOLCÁN CHICHÓN, CHIAPAS: EVIDENCIAS DE CAMBIO AMBIENTAL DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO

Solleiro Rebolledo Elizabeth¹, Sedov Sergey¹ y Macías Vázquez José Luis²
¹ Instituto de Geología, UNAM
² Instituto de Geofísica, UNAM
 solleiro@geologia.unam.mx

El volcán Chichón, Chiapas se ha caracterizado por tener una historia eruptiva intensa. Su registro estratigráfico del Holoceno indica que han ocurrido al menos 11 erupciones durante los últimos 8000 años. En este trabajo, se presentan los resultados preliminares de dos paleosuelos formados a partir de depósitos piroclásticos fechados en 1200 años A.P. (898-906) y 550 años A.P. (1320-1433 DC) con el objeto de establecer las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollaron. El paleosuelo más antiguo se formó a partir de un flujo piroclástico de color gris, masivo, arenoso. Este suelo exhibe un perfil de 160 cm de espesor, bien desarrollado, de tipo A/AB/B/C. El horizonte A es de color gris oscuro con estructura granular y textura areno-arcillosa. Se ha clasificado como un Cambisol mólico. El

paleosuelo más joven, con perfil de tipo Ah/B/BC, se deriva de un depósito de caída de color amarillo y está sepultado por los depósitos de la erupción de 1982. Este suelo está menos desarrollado y tiene una menor proporción de arcilla, en relación con el anterior. Posee un horizonte Ah de color negro, de estructura granular y se le ha clasificado como Andosol melánico. Dado que el tipo de material parental en ambos paleosuelos posee una composición similar y que el tiempo de desarrollo es semejante (alrededor de 650 años), las diferencias encontradas en los paleosuelos estudiados reflejan condiciones ambientales de formación contrastantes. Se considera que el suelo más antiguo es producto de un ambiente más seco que el actual, que coincide con la caída de la civilización maya (900 años D.C.).

SE13-15

CONDICIONES PALEOAMBIENTALES DEL NORESTE DE YUCATÁN Y SU RELACIÓN CON LA CIVILIZACIÓN MAYA: EVIDENCIAS PEDOLÓGICAS

Sedov Sergey¹, Gama Castro Jorge Enrique¹, Fedick Scott², Palacios Mayorga Sergio¹ y Vallejo Gómez Ernestina¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Dept. of Anthropology, University of California, Riverside, USA
sergey@geologia.unam.mx

Los antiguos Mayas desarrollaron una civilización urbana adelantada, que existió por más de mil años en la Mesoamérica tropical. Su elevada población estaba apoyada por una agricultura productiva y sostenible. Diversas hipótesis sostienen que el abandono de y caída de esta civilización se debió a una sequía, alrededor del año 900 DC., sin embargo, pocas evidencias se han proporcionado para explicarlo. Otra de las interrogantes radica en el hecho de cómo los recursos edáficos pudieron satisfacer y alimentar a una población grande. El objetivo de la presente investigación es determinar los procesos pedogenéticos y geomorfológicos, que controlan la formación y distribución del suelo, con el fin de evaluar el potencial de la cubierta del suelo, como un recurso de la agricultura intensiva de los mayas. Asimismo, se pretende dar los lineamientos para entender cómo dicha cubierta cambia como consecuencia de la perturbación antrópica. Los suelos de la región son delgados (20 cm) y se han desarrollado sobre calizas Cretácicas y Terciarias. En las tierras altas, los suelos tienen una matriz altamente intemperizada, con abundante arcilla y óxidos de hierro, sin rastros de carbonatos. Su distribución es irregular y se intercalan con afloramientos de caliza corroída y fracturas kársticas, rellenas con pedosedimentos. En las tierras bajas (húmedales), regularmente inundadas, se presenta precipitación bioquímica de calcita, acompañada por una acumulación de algas residuales en la superficie, que en temporada de sequía forma una corteza llamada perifiton. En el área de transición entre ambas posiciones geomorfológicas, se tiene un perfil poligenético, indicando el avance reciente del área, afectada por inundación. A pesar de su delgadez y deficiencias en el contenido de P, las características específicas del suelo en Yucatán lo hacen un recurso apropiado para la agricultura. Se considera que las limitaciones fueron superadas por medio del uso del perifiton, el cual es rico en nutrientes.

SE13-16

ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE MAGNETISMO DE ROCAS EN SECUENCIAS DE PALEOSUELOS DEL PLEISTOCENO: MÉXICO, AUSTRIA Y RUSIA. RESULTADOS PRELIMINARES

Rivas Ortiz Jorge¹, Ortega Guerrero Beatriz², Solleiro Rebolledo Elizabeth³ y Sedov Sergey³

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

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Instituto de Geología, UNAM
jorger@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio que forma parte de una investigación realizada por un grupo internacional y multidisciplinario auspiciado por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), que se enfoca al análisis de paleosuelos derivados de material volcanoclástico y de loess del Pleistoceno. El objetivo del proyecto es desarrollar modelos poligenéticos que permitan establecer sus condiciones de formación. El estudio se realiza en tres localidades: "Barranca de Tlalpan" en Tlaxcala, México; "Oberlaab" en Austria-Alemania y "Kursk" en Rusia, mismos que son asociados con el estadio isotópico (OIS) 5e. Así, este trabajo tiene como objetivo utilizar propiedades de magnetismo de rocas como una herramienta complementaria a los estudios de propiedades físicas, químicas, mineralógicas, geoquímicas que se están desarrollando por el grupo de trabajo que permitan caracterizar las secuencias de los paleosuelos y sus materiales parentales así como ciertos rasgos dentro de los horizontes como son material con humus, cutanes, entre otros. Las secuencias de México son considerados como pedocomplejos de Luvisoles crómicos, con horizontes Bt de color pardo a rojizos, con un alto contenido de arcilla, que tienen como material parental tepetates (material volcanoclástico endurecido). En el caso de las secuencias de Austria y Rusia, se trata también de Luvisoles desarrollados sobre depósitos eólicos periglaciales (loess). Los paleosuelos de Tlaxcala presentan susceptibilidad magnética (X) más alta con respecto al resto de las secuencias (Austria y Rusia), y se caracteriza por tener los valores más altos en los horizontes C, mientras los valores más bajos se encuentran en los horizontes superficiales (Ah). Dicha señal (X) se encuentra entre 16 y 671 E(-8) m³/kg. Las secuencias de Austria presentan un comportamiento diferente, ya que a pesar de tener una señal de susceptibilidad más baja que oscila entre 5 y 64 E(-8) m³/kg, muestra un aumento de susceptibilidad magnética en los horizontes superficiales. Los perfiles de Rusia presentan un comportamiento similar a las de Austria, con una susceptibilidad magnética que se encuentra entre 7-76 E(-8) m³/kg. Los patrones de comportamiento en X de los paleosuelos volcánicos es diferente al observado en las secuencias de loess. Esto se debe a que los procesos pedogenéticos concentran y neoforman minerales que contribuyen con una señal magnética más intensa en los horizontes superficiales con respecto a los minerales magnéticos presentes en el material parental. En el caso del material volcánico, la concentración y neoformación de minerales no son capaces de compensar los minerales magnéticos litogénicos, lo que produce una señal magnética más fuerte en los horizontes profundos.

SE13-17

APLICACIONES DE ROCK-EVAL VI EN SEDIMENTOS DEL PALEOLAGO EL POTOSÍ, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Amezcuca Torres Natalia¹, Medina Barrera Francisco², Adatte Thierry, Steinmann Philipp³ y Stinnesbeck Wolfgang⁴

¹ Centro Experimental Oaxaca, Consejo de Recursos Minerales

² Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

³ Instituto de Geología, Universidad de Neuchâtel, Suiza

⁴ Instituto de Geología, Universidad de Karsruhe, Alemania
namezcua@coremisgm.gob.mx

Pirolisis Rock-Eval VI es un método desarrollado para evaluar el potencial de generación de hidrocarburos de las rocas; consiste en el calentamiento progresivo de muestras de sedimento, cuantificando los compuestos orgánicos libres e insolubles liberados a diferentes temperaturas. Esta pirolisis de roca total provee parámetros que indican cantidad, tipo y maduración de la materia orgánica sedimentaria, como el Índice de Hidrógeno (IH), Índice de Oxígeno (IO), Carbono Orgánico Total (COT) y Temperatura Máxima (Tmax). Recientemente Rock-Eval ha demostrado ser de gran utilidad en estudios paleolimnológicos, paleoceanográficos y análisis de contaminación de suelos por hidrocarburos.

En este trabajo Rock-Eval VI se utiliza en el estudio de depósitos lacustres cuaternarios y de vulnerabilidad de la materia orgánica como factor de peligro geológico. El análisis de IH vs IO de tres secciones del Paleolago El Potosí, NL, determinó que los sedimentos contienen materia orgánica Tipo II, III y IV. Los valores de IH 200-300 mgHC/gCOT corresponden a Tipo II, originada de algas, esporas, polen, y cutículas; los valores de IH ~200 y >50 mgHC/gCOT indican materia orgánica Tipo III, pobre en hidrocarburos pero rica en carbohidratos, restos leñosos y sustancias húmicas, y el Tipo IV o inertinita con IH de <50 mg HC/gCOT. El COT fluctúa de <0.1 % hasta valores de 47%, este último valor se reporta para el área del depocentro del Paleolago. Los valores de Tmax alcanzada durante la pirólisis fluctúan entre 334°C y 388°C, indicando la inmadurez térmica de la materia orgánica y su estado de diagénesis.

La aplicación de Rock-Eval para conocer la vulnerabilidad de la materia orgánica sedimentaria radica en determinar la relación del IH vs IO, con el nivel freático. El enriquecimiento del IH ante el IO sugiere que los depósitos con alto contenido de materia orgánica (turba), son más susceptibles a alteraciones a corto plazo debido a los cambios en el nivel freático que favorecen la oxidación de estos depósitos y su posterior combustión. Cuanto mayor sea su estado de reducción y la saturación de agua, los horizontes enriquecidos en materia orgánica IH >50 mgHC/gCOT tenderán a una mayor estabilidad y menor subsidencia. Por lo anterior Rock-Eval VI es una herramienta útil en la interpretación de depósitos recientes en el noreste de México y en la geotécnica.

SE13-18

RESTOS DE CHRYSOPHYTA EN SEDIMENTOS LACUSTRES COMO INDICADORES DE CONDICIONES LIMNOLÓGICAS EN MÉXICO

Vilaclara Fatjo Gloria y Cuna Pérez Estela

FES, Iztacala, UNAM

gloria@geofisica.unam.mx

Los restos de las algas Chrysophyta en los sedimentos lacustres (estomatocistos o formas de resistencia, así como escamas en la Clase Synurophyceae) pueden constituirse en indicadores apropiados de condiciones paleoambientales. Dado que están constituidos por sílice como las diatomeas, sus restos pueden observarse siguiendo el mismo tratamiento de limpieza con peróxido y ácidos. Sin embargo, su registro en México ha sido relativamente esporádico, habiéndose observado usualmente estomatocistos (muy raramente se han reportado escamas) en sedimentos superficiales y en registros paleolimnológicos del Centro de México, generalmente con baja diversidad .

Sin embargo, lagos permanentes, someros, fríos, de escasa mineralización y con condiciones fluctuantes (El Sol y La Luna, ubicados en el cráter del Nevado de Toluca, 19°10'N, 99°45'W, a 4200 m s.n.m.), muestran una elevada variedad morfológica de estatocistos (superior a 20 morfotipos) y algunas escamas, lo cual señala la existencia de una flora importante de Chrysophyta en sus aguas. Estos lagos representan un ambiente limnológico poco común en México, pues aunque en la zona centro se han observado otros lagos de relativamente baja mineralización, sus temperaturas son bastante superiores (14-28°C, mientras que son menores a 12°C en los lagos del Nevado). Amboslagos muestran diferencias entre sí que se reflejan en la abundancia y variedad de estomatocistos, superior en El Sol que en La Luna.

En el presente trabajo se muestran los estomatocistos observados en sedimentos superficiales de los lagos, y se interpreta la gran diversificación de los mismos en El Sol como una combinación de los factores indicados, con énfasis especial en las bajas temperaturas del agua y en el estado oligo-mesotrófico del lago. Asimismo, se presentan otros tipos de restos que pueden ser confundidos fácilmente con Chrysophytas, y que -sin serlo- pueden resultar también buenos indicadores paleoambientales.

Aunque la determinación de los morfotipos particulares de estomatocistos y escamas es necesaria para conocer posibles afinidades biológicas y ecológicas, se propone que simplemente encontrar una variedad elevada de estos restos en registros paleolimnológicos puede considerarse indicador de reducida mineralización, temperaturas del agua entre 5 y 12°C (asociadas generalmente con polimixis) y amplia fluctuación del medio acuático. A su vez, esto implicaría temperaturas ambientales bajas en cuencas geológicas poco solubles, con balances precipitación/evapotranspiración superiores a la unidad.

SE13-19

CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DEL HOLOCENO TARDÍO DEL LAGO SANTA MARIA DEL ORO, NAYARIT, UTILIZANDO MÉTODOS DE MAGNETISMO AMBIENTAL

Vázquez Castro Gabriel y Ortega Guerrero Beatriz
Instituto de Geofísica, UNAM
gvazquez@geofisica.unam.mx

El presente trabajo se enfoca a la parte oeste de la FVT, en el lago Santa María del Oro. Este se localiza a los 21.3°N y 104.5°W, cuenta con un diámetro de ~2 Km y una profundidad máxima de 65 m. El objetivo principal fue estudiar los sedimentos desde el punto de vista de propiedades magnéticas, con ayuda de datos geoquímicos, mineralógicos y sedimentológicos, y su interpretación en términos de variaciones climáticas y/o ambientales, para el Holoceno Tardío (últimos 1,300 años).

Se perforaron cuatro núcleos en distintos sitios de la parte SW del lago con una profundidad máxima de 9 m, a un tirante de agua de ~12 m, estos presentan una buena correlación lateral; sus sedimentos se encuentran laminados en toda su extensión, con espesores variables desde algunos milímetros hasta ~3 cm, presentan intercalaciones de arenas y limos de diferentes tonalidades, representadas por las siguientes facies: arenas, limos pardos, verdes, rojos, ocre y turba.

De los estudios de susceptibilidad magnética en los núcleos se puede observar grandes diferencias en la concentración de minerales magnéticos a lo largo de la columna, se ha podido establecer una mejor correlación entre los distintos núcleos y ha sido una guía para diferenciar las distintas unidades. Las distintas pruebas de magnetismo de rocas han logrado separar las distintas facies de acuerdo a su mineralogía magnética en arenas, limos pardo oscuro, limos verdes y turba, con presencia de magnetita y titanomagnetita como fases magnéticas dominantes; y a los limos de color pardo claro-ocre y rojo por presentar una ligera componente de titanomagnetita, como la principal fase magnética, y siderita como mineral paramagnético que la diferencia de la mayoría de las facies. Sedimentológicamente se observa la presencia de limos, una baja proporción de arcillas y en mucho menor cantidad arenas. La secuencia presenta limos gruesos hacia la cima y finos hacia la base. La tasa media de sedimentación es de aproximadamente 4.7 mm por año.

Se interpretó la columna en términos de condiciones secas y de mayor o menor humedad, para cada unidad definida. Para el periodo de 1300–1000 años AP se observó hacia la base un periodo inicial de condiciones de mayor humedad, y hacia la parte superior condiciones de menor humedad, posiblemente las más secas de toda la secuencia. Para el periodo de 1000–720 años AP, se observaron tres ciclos, sugiriendo condiciones de humedad con pequeños puntos intermedios dentro de cada ciclo de menor humedad. Para el periodo de 720–540 años AP, se observó tendencias claras de condiciones mas secas en la base a condiciones de mayor humedad hacia la cima; y por último para el periodo de 540 años AP – al presente, se observó la tendencia general de cambios de condiciones húmedas en la base a condiciones relativamente más secas en la cima. Se detectaron dos periodos de sequía entre 450 y 400 años AP y entre 200 y 150 años AP, reportados también para el norte de México.

SE13-20

CAMBIOS PALEOLIMNOLÓGICOS EN LOS ÚLTIMOS 500 AÑOS EN LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL LAGO SANTA MARÍA DEL ORO -RESULTADOS PRELIMINARES

Rodríguez Ramírez Alejandro¹, Caballero Miranda Margarita², Vilaclara Fatjó Gloria³, Vazquez Castro Gabriel², Ortega Guerrero Beatriz², Lozano García Socorro² y Israde Alcantara Isabel⁴

¹ Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ FES, Iztacala, UNAM

⁴ Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo
aldrdz@servidor.unam.mx

Santa María Oro (21.3°N, 104.5°W, 760 m s.n.m.) es un lago cráter localizado en la parte oeste de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT). Esta zona posee un clima cálido subhúmedo (22-24°C), con una temporada de lluvias de junio a octubre (1600 mm/año). La vegetación presente esta compuesta principalmente por selva baja caducifolia y subcaducifolia. Santa María Oro es un lago tropical monomítico, de agua dulce, oligotrófico, pH de 8.8 y conductividad eléctrica de 1197 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tiene una profundidad de c.a. 60 m con litorales muy reducidos, sólo existe una pequeña bahía al sureste, que tiene una profundidad promedio de 15 m. En esta zona se recuperó una secuencia sedimentaria de c.a. 9 m de longitud durante una campaña de muestreo en marzo de 2002. Los sedimentos recuperados presentan laminaciones que consisten principalmente de capas alternadas de limo café y arena, con capas ocasionales de turba, limo rojizo u ocre y algunos horizontes ricos en carbonatos. Fechamiento de 14C a los 125 cm de la secuencia, da una edad de c.a. 1479 años d.C. Para investigar el origen y la naturaleza de estos sedimentos se han realizado análisis de Carbón Orgánico Total (COT), Carbón Inorgánico Total (CIT), susceptibilidad magnética (SM), análisis de diatomeas y ostrácodos. Los análisis de COT, CIT y susceptibilidad magnética expresan diferencias en el proceso de sedimentación y en el origen de los sedimentos. El análisis de diatomeas y ostrácodos muestran variaciones en las asociaciones y en la abundancia de sus poblaciones asociadas a cambios texturales en la secuencia sedimentaria, esto directamente relacionado con las condiciones ambientales presentes en el momento de su deposición. Se considera que este enfoque multidisciplinario permitirá caracterizar los diferentes horizontes presentes así como los procesos autigénicos y alogénicos que controlan la sedimentación en esta área específica del lago. Dará también un registro de alta resolución de la variabilidad ambiental y climática para la parte occidental de México durante al menos los últimos 500 años.

SE13-21

LATE GLACIAL AND HOLOCENE CHANGE IN MICHUACAN: INTERPRETING NEW DATA AND ADDRESSING OLD PROBLEMS

Metcalf Sarah¹, Cook Gordon², Davies Sarah³, Leng Melanie⁴, MacKenzie Angus² y Newton Anthony⁵

¹ School of Geography, University of Nottingham, UK

² Scottish Universities Environmental Research Centre, East Kilbride, UK

³ Institute of Geography and Earth Sciences, University of Wales Aberystwyth, UK

⁴ NIGL, BGS Keyworth, UK

⁵ School of GeoSciences, University of Edinburgh, UK
sarah.metcalf@nottingham.ac.uk

The lake basins of Michoacán provide good opportunities for palaeoenvironmental research, but the interpretation of lake sediment records is not straight forward. Climatic change, human impact, volcanic and tectonic activity have all had an effect. Standard palaeoecological techniques are particularly vulnerable to multiple forcing factors. The separation of climatic from human effects is difficult. Stable isotopes, especially $\delta^{18}O$, can provide a less equivocal climatic record. Cores from Lago de Pátzcuaro and Laguna Zacapu have been analysed for a range of proxies, including $\delta^{18}O_{\text{carbonate}}$ and $\delta^{18}O_{\text{diatom}}$, to try to improve our understanding of climatic change, particularly over the Holocene. $\delta^{18}O$ on bulk carbonate from Pátzcuaro shows clear evidence for drier climatic conditions in the late Holocene around 2,600 to 2,500 14C yr BP, confirming the work of Bridgwater et al. (1999). A series of dry periods is also recorded in sediments dating to the 15th or 16th centuries.

The $\delta^{18}O_{\text{diatom}}$ record from Zacapu is much more difficult to interpret as the lake system is non-evaporating and there are a number of possible drivers for the observed changes. The interpretation of this record is handicapped by the very limited availability of data on the isotopic composition of modern rainwater in Mexico. The GNIP database only holds records from Veracruz and Chihuahua and neither of these stations is active at present.

The application of a wider range of methods and more dating control is helping to piece together the nature of change in the Michoacan lakes, but many old problems remain. Data from new cores, collected as part of the MOLE project, may help to address some of the outstanding issues.

SE13-22

ENVIRONMENTAL MAGNETISM DATA FROM LA HOYA DE SAN NICOLÁS DE PARANGUEO AND EL RINCON DE SAN NICOLÁS PARANGUEO, GUANAJUATO, MÉXICO

Böhnel Harald¹, Molina Garza Roberto¹, Nowaczyk Norbert², Negendank Jörg², Byrne Roger³ y Park Jungjae³

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Geoforschungszentrum Potsdam, Alemania

³ Dept. Geography, University of California, Berkeley, USA
hboehnel@geociencias.unam.mx

Two maar lakes that were almost dried out recently have been sampled for rock magnetic, palynological and geochemical analysis. From La Hoya de San Nicolas 3 cores with around 5 m length have

been recovered (SN4 to SN6), while from Rincón de Parangueo only one core (RP3) with 3.4 m length. These cores were sub-sampled to obtain u-channels and discrete samples in plastic cubes, covering continuously the total length of these cores.

This paper presents rock magnetic data obtained on u-channels and discrete samples, as well as high-resolution susceptibility scans. It is shown that for the highly magnetic sediments from San Nicolas the signal is comparable for all sampling methods, although u-channel data are smoothed due to the spatial response function of the 2G magnetometer used for remanence and of the Bartington system used for susceptibility measurements. Best resolution is obtained from the high-resolution scans. For sediments from Rincón de Parangueo with extremely low content of magnetic minerals, u-channel data appear to be strongly distorted by end-effects, possibly due to small contamination by cutting-off the unused u-channels.

SN4, SN5 and SN6 were recovered from the central part of the maar, with distances between them of ~50-100 m and 3 m, respectively. Nevertheless, all magnetic parameters of the upper ~120 cm were unreproducible, which is interpreted to be the result of human interference. This was also tentatively suggested by Brown based on disturbed 14C data from a palynological study in the '80s. Below this depth, magnetic parameters show excellent correlation between cores. RP3 was the only core recovered from Rincón de Parangueo, thus no similar information is available from this maar.

Magnetic parameters determined are: magnetic susceptibility, NRM-intensity, IRM, ARM and derived ratios as S-factor. These allow for interpretation of the stratigraphy in terms of abundance variations and grain sizes of magnetic minerals. The relation of these parameters with paleoclimate indicators will be discussed.

SE13-23

POLLEN AND GEOCHEMICAL EVIDENCE OF HOLOCENE CLIMATE CHANGE FROM LA HOYA DE SAN NICOLÁS PARANGUEO, GUANAJUATO, MÉXICO

Park Jungjae¹, Byrne Roger¹, Böhnel Harald² y Molina Garza Roberto²

¹ University of California, Berkeley, USA

² Centro de Geociencias, UNAM
jungjaep@yahoo.com

La Hoya de San Nicolás in the Valle de Santiago, of Guanajuato was one of the first sites in Highland Mexico to be studied palynologically and geochemically. In 1979 Brown took a 5.85 m core from the floor of the recently dessicated lake as part of his dissertation research at the University of Arizona. The same core was subsequently studied by members of the Tropical Palaeoenvironments Research Group at the University of Oxford along with samples taken from a 0.75 m pit that was dug near the center of the lake floor in 1985. Brown's core was dated with 15 radiocarbon dates, which show that the record extends back to the latest Pleistocene, ca., 10,700 14C years B.P.

In this paper we report on new pollen and geochemical evidence from La Hoya de San Nicolás. In 2001 Böhnel and Molina recovered 6 ca., 5 m cores from La Hoya one of which (SN6) has been analyzed for its fossil pollen and elemental geochemistry. This core is dated with 4 AMS radiocarbon dates and has an extrapolated basal date of ca., 11,000 cal years B.P. The SN6 pollen diagram is in some respects similar to Brown's but lacks a prominent pine peak that Brown found

in the early and mid Holocene section of his core. Pollen accumulation rate and concentration data from SN6 also suggest that pine pollen dominance at this site may be in part due to differential preservation and not changes in climate. Another non-climatic factor that has affected the San Nicolás pollen record is human disturbance. Magnetic susceptibility and sediment chemistry data indicate that the upper 1.5 meters of the SN6 core has been significantly disturbed by human activities. Brown also found evidence of human impact in the upper section of his core.

The relatively shallow depth of the former lake at San Nicolás apparently allowed it to desiccate at least twice during Holocene. The first dry phase was in the early Holocene (prior to 8,000 cal years B.P.) as indicated by poor pollen preservation and geochemical evidence of high evaporation (high levels of sodium and sulfur). The second dry phase is not yet securely dated but appears to have happened ca. 2 to 3,000 cal years B.P. This dry phase is again characterized by poor pollen preservation, and geochemical evidence of increased evaporation (high levels of sodium, sulfur, and calcium). In addition, the radiocarbon dates in this section of core suggest that there may have been a hiatus in sediment accumulation. A prominent increase in Cyperaceae (tule) pollen at ca. 2,500 cal years B.P. indicates a return to wetter conditions.

SE13-24

POLLEN AND STABLE ISOTOPE EVIDENCE OF HOLOCENE CLIMATE CHANGE FROM EL RINCON

Byrne Roger¹, Park Jungjae¹, Bohnel Harald², Molina Garza Roberto², Ingram Lynn¹, Yang Wenbow¹ y Conserva Mariaelena¹

¹ University of California, Berkeley, USA

² Centro de Geociencias, UNAM
arbyrne@berkeley.edu

During the past 50 years, use of groundwater for irrigation in the Valle de Santiago of Guanajuato has lowered the water table by 40+ meters and caused the dessication of several maar lakes that were formerly too deep to core with conventional coring systems. In this paper we present the preliminary results of pollen and geochemical analyses of a 12 meter core recovered from El Rincon de San Nicolás in 2001. The core is dated with 4 AMS radiocarbon dates and covers the last 9,600 calendar years. Four distinctive tephras and more AMS dates will provide further age control. Most of the core is varved; the varves consisting of a light calcium carbonate-rich layer and dark largely organic layer. The varves are particularly distinct for the last 400 years or so, probably because of eutrophication caused by post-Conquest farming and ranching activities. The pollen evidence for climate change is clearest in the early and middle Holocene when pine and oak pollen types alternately dominate the record. A low pine/oak ratio is assumed to reflect periods of drier climate ca., 6,500 cal yr B.P. and ca., 3,000 cal yr B.P. Parallel research on the modern pollen rain and pollen accumulation rates indicates that these pollen types reach the lake by long distance dispersal as the nearest oaks are 40 km from the core site and the nearest pines 80 km. During the late Holocene, Chupicuaro, Tarascan, and post-Conquest farming activities mask any possible climatic signal. The stable isotope record is much more sensitive record of climate change than the pollen. The range of variation for both $\delta^{18}O$ and $\delta^{13}C$ values is unusually high; ca., 8 per mil for $\delta^{18}O$ and 13 per mil for $\delta^{13}C$. We attribute this to the fact that the lake is located in a small crater and that it was meromictic for most of the Holocene. In addition, annual evaporation rates in this area of Mexico are especially high averaging 2-3X annual precipitation. We assume, as Hodell and his co-workers have assumed

in the Yucatan, that $\delta^{18}O$ values are primarily determined by the P/E ratio with the heavier isotope increasing in relative importance during periods of increased evaporative stress. The $\delta^{18}O$ data indicate that the two driest periods of the Holocene were centered on ca., 9,000 B.P., and ca., 500 cal yr B.P. (The Little Ice Age), and that there were other dry periods ca., 6,500, 3,000 and 1,800 cal yr B.P. However, most of the Holocene from 8,500 cal yr B.P. onwards appears to have been wetter than the during the last 500 years.

SE13-25

PRE- AND POST-CONQUEST ENVIRONMENTAL DISTURBANCE IN HIGHLAND MEXICO: A HIGH RESOLUTION RECORD FROM RINCON DE PARANGUEO, GUANAJUATO, MEXICO

Park Jungjae¹, Byrne Roger¹, Bohnel Harald² y Molina Garza Roberto²

¹ University of California, Berkeley

² Centro de Geociencias, UNAM
Jungjaep@yahoo.com

There is currently no agreement among archaeologists, environmental historians, and paleoecologists as to the relative significance of pre- and post-Conquest human impact on the environments of Highland Mexico. Metcalfe et al., and O'Hara interpreted lake sediment geochemistry and diatoms to indicate that were significant episodes of prehistoric disturbance in Central Mexico. Fisher et al., in contrast, have argued that prehistoric agriculture had little effect on erosion rates because of careful soil management techniques. Melville reviewed early colonial land grants in the Valle de Mezquital and concluded that the introduction of sheep, cattle, and other livestock caused a dramatic increase in erosion in the 16th century. Butzer and Butzer analyzed historical records from the Bajío and on the contrary found no evidence of such an increase. In this paper we present pollen, microscopic charcoal, dung fungal spore, and magnetic susceptibility evidence which shows very clearly some of the similarities and differences between pre- and post-Conquest environmental impacts. The evidence is from Hoya Rincon de Parangueo one of the seven maar lakes in the Valle de Santiago. Cores taken in 2001 and 2004 show that the sediments are partially laminated and in some sections clearly varved. One varved section covers most of the post-Conquest period. The pollen record shows very clearly two periods of agricultural activity. The first begins ca., 3,000 cal years B.P. and ends ca., 1,000 B.P. This represents the activities of the Chupicuaro and Tarascans. The second begins in the late 15th or early 16th centuries A.D. and continues to the present. Unfortunately, changes in forest composition are not clearly evident in the record because most of the trees in the local vegetation (Bosque Tropical Caducifolio) are insect pollinated. However, the record does show significant changes in herbaceous cover; for example, a dramatic decrease in grass pollen shortly after the Conquest. The magnetic susceptibility curve closely tracks the changing importance of disturbance indicators, such as the Amaranthaceae pollen type, which in turn is positively correlated with the presence of *Zea mays* pollen. *Sporomiella*, the dung fungus, is present in both pre-Conquest and post-Conquest agricultural phases and is especially abundant in the early post-Conquest levels. We interpret the pre-Conquest peaks to deer populations and the post-Conquest to domesticated livestock, especially cattle. Sediment accumulation rates are higher in the post-Conquest period than in the pre-Conquest period although there is little evidence of significant erosion within the crater in either period.

This situation contrasts sharply with Hoya San Nicolas just 4 km to the south and presumably reflects the relative inaccessibility of Hoya Rincon de Paranguo.

SE13-26

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN PALAFITO EN EL LAGO DE TEXCOCO, MÉXICO

Soler Arechalde Ana Maria¹, Urrutia Fucugauchi Jaime¹ y Morett Alatorre Luis²

¹ Lab. de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

² Museo Nacional de Agricultura, Universidad Autónoma de Chapingo
anesoler@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados preliminares de una excavación de aproximadamente 3 m de profundidad en el extremo NE de una laguneta que forma parte del antiguo Vaso del ex Lago de Texcoco. La secuencia consta de 7 unidades sedimentológicas, en su mayoría arenas y limos, donde se registran varios eventos de estabilidad y regresión del vaso del lago. En la segunda unidad denotamos la presencia de marcas de sales y carbonatos en los postes de madera que constituían el palafito. Las unidades tercera y quinta se caracterizan por la presencia de arenas que sugieren una notable regresión, que coinciden con bajas sensibles del sistema lacustre, una a mediados del siglo XV y otra entre los 800 al 200 aC. A los 105 cm de profundidad se encuentra la Gran Ceniza Balsáltica con una edad de 30,000 años aproximadamente, a partir de la cual hay la presencia de intensos procesos de hidrofracturación. Los resultados de susceptibilidad magnética reflejan cambios abruptos correspondientes con los cambios de dichas unidades y que son correlacionables con trabajos previos en el área de Tocuila y Tequexquahuac.

SE13-27

LAS CONDICIONES PALEOAMBIENTALES DEL CENTRO DE MÉXICO A INICIOS DEL CUATERNARIO: EL CASO DEL PALEOLAGO TLAXCALA

Vilaclara Fatjo Gloria¹, Cuna Perez Estela¹ y Martinez Mekler Gustavo²

¹ FES, Iztacala, UNAM

² Centro de Ciencias Físicas, UNAM
gloria@geofisica.unam.mx

El paleolago Tlaxcala (19°24'N, 98°18'W) es un yacimiento de diatomita considerado Plio-Pleistoceno. A la Unidad superior se tiene acceso directo por la mina Santa Bárbara (SB), que deja expuesta una secuencia laminada de 5 m. Dicha secuencia se termina bruscamente, sugiriendo un hiato en el registro sedimentario lacustre.

Se muestrearon individualmente las laminaciones cada 5 cm. Las muestras se observaron con microscopía óptica y de barrido para determinar las especies de diatomeas. Se contaron las valvas en cámaras de sedimentación con un microscopio invertido (Zeiss D), tras haber suspendiendo aproximadamente 0.025 mg del material en 50 ml de agua. En la zona central -donde se observan los cambios estratigráficos más importantes- se registró la atenuación de rayos X (TC) cada 0.25 mm con Tomografía Computarizada.

Las laminaciones mostraron una alternancia entre diatomeas planctónicas y béntico-perifíticas (6 y 38 especies, respectivamente), aunque predominaron las laminaciones con especies planctónicas. La flora apunta hacia un lago de aguas dulces con tendencia alcalina. Se observaron dos zonas: La inferior (I) con *Stephanodiscus* sp. y la superior (II) con *Aulacoseira* spp. Las tefras y laminaciones con elevado contenido en cenizas volcánicas se reconocieron por presentar valores altos (100-1000 Unidades Housfield) de CT, y fueron más abundantes en la parte inferior de la Zona I.

Se detecta una transición de 0.5 m en la Zona I, entre una disminución abrupta de la entrada de cenizas volcánicas (que sugiere un decremento súbito de la actividad volcánica en la zona circundante al paleolago) y la sustitución de *Stephanodiscus* sp. por *Aulacoseira* solida. Aunque las dos tefras más importantes de SB están en esta transición, se consideran eventos intensos pero casuales en medio de una sedimentación dominada por las diatomeas. En el cambio de Zonas se observan picos de *Cocconeis* spp. y un ligero incremento de la densidad de CT, lo cual se interpreta como aporte de materiales al lago por lluvias intensas.

El escenario paleoambiental sugiere: 1.- Un lago más somero y eutrófico en la Zona I. 2.- La transición lenta hacia un mayor volumen de agua, hasta alcanzar una profundidad umbral crítica para el cambio entre *Stephanodiscus* y *Aulacoseira*. 3.- Un lago más profundo y mesotrófico en la Zona II.

Estos datos apuntan hacia un clima más húmedo que el actual para la zona de Tlaxcala a inicios del Cuaternario, aunque la distribución de diatomeas planctónicas (indicadoras de mezcla en la columna de agua) y de béntico-perifíticas (arrastres desde el litoral) parece sugerir un régimen de secas/lluvias similar al actual.

En ausencia de otros proxies (como el polen, mal preservado en el registro), la interpretación más común para dicho aumento de volumen en el lago se hubiera relacionado simplemente con cambio climático (de lo que sí parece haber alguna evidencia en el límite entre Zonas I y II); sin embargo, tal incremento también podría atribuirse hipotéticamente a cambios geomorfológicos que pudieron haber influido en la morfometría de la cuenca lacustre, coadyuvando a hacer el lago más profundo.

SE13-28

HISTORIA AMBIENTAL DEL HOLOCENO TARDIO EN LA REGION DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Lozano García Socorro¹, Caballero Miranda Margarita², Sosa Najera Susana¹, Ortega Guerrero Beatriz², Rodríguez Ramírez Alejandro², y González Escobar Rodrigo¹

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM
mslozano@servidor.unam.mx

En la región tropical de Los Tuxtlas, localizada en el sector este de la Faja Volcánica Trans-Mexicana, se perforaron dos secuencias de sedimentos lacustres (VRUI y VRUII) en el maar del lago Verde (18°36'43"N, 95°20'52"W). El objetivo de este trabajo es conocer la evolución del paisaje y el clima en esta zona durante los últimos ca. 3000 años. Los Tuxtlas es parte de la denominada zona nuclear Olmeca, la civilización que sentó las bases del desarrollo cultural en Mesoamérica. Con una larga historia de ocupación humana, desde el

año 1400 AC, hay evidencias arqueológicas que documentan importantes cambios en la densidad y distribución de la población en la zona.

En los sedimentos del núcleo VRUIII se realizaron análisis de microfósiles (polen, diatomeas) propiedades magnéticas y geoquímicas y partículas de carbón. A partir de estos datos, se reconstruye la historia del paisaje durante los últimos 3000 años. La cronología se establece con base en seis fechamientos de radiocarbono en el núcleo VRUIII y en fechamientos de 210-Pb en la cima del VRUI, ambos se correlacionan por la presencia de cenizas volcánicas. En la base de la secuencia (ca. 2900 a 2100 años AP) hay limos-arenosos y cenizas con altos valores de susceptibilidad magnética. A los ca. 2100 años AP (150 años AC) inicia el registro de polen, indicando una condición de deforestación en el sitio, con evidencia de agricultura en la zona entre ca. 1900 a 1200 años AP (ca. 40 a 770 DC) dada por la presencia de polen de maíz y otras hierbas, así como por abundantes partículas de carbón. Ha y evidencia de que durante este intervalo el lago presentaba un nivel de agua mínimo, por lo que se infieren condiciones de relativa sequía. El nivel del lago se incrementa después de ca. 770 DC y la cubierta arbórea muestra evidencias de recuperación. Entre 490 a 350 años AP (ca. 1430 a 1664 años AD) se registra el nivel del lago máximo con la presencia de elementos de la selva alta, indicando un periodo de mayor humedad. La vegetación se ve modificada por la erupción volcánica del volcán San Martín en el año 1664 y en la cima del registro se detecta el impacto humano reciente a partir de ca. 1960.

El conjunto de datos indica la existencia de un periodo de sequía (ca. 40 a 770 DC) que correlaciona con el máximo de ocupación humana en la zona durante el Clásico temprano y medio (ca. 100 a 650 DC). Existen evidencias de un periodo de sequía (280 a 1080 DC) durante el Clásico en la zona Maya a la cual se le ha adjudicado el llamado "colapso Maya". Los últimos 350 años están caracterizados por el incremento del impacto humano en la zona. Se re-inicia la deforestación alcanzando casi la totalidad de la cubierta arbórea en los años sesenta a setenta, cuando el cultivo de caña de azúcar se incrementa en la zona.

SE13-29

VESTIGIOS DE ANTIGUOS HABITANTES DE LOS ALREDEDORES DE LA LAGUNA DE LA MANCHA, VERACRUZ, EVIDENCIAN UNA SEDIMENTACION MUY RAPIDA EN ESA REGION

Malpica Cruz Víctor Manuel
Instituto de Geología, UNAM
vmmc@servidor.unam.mx

A lo largo de la costa central del Estado de Veracruz, entre Punta Delgada y Punta Chachalacas, existe un gran cordón de dunas de hasta 120 metros de altitud, que en la gran mayoría descansan sobre antiguos depósitos lagunares correspondientes a un paleoambiente sedimentario de lagunas costeras y barras arenosas. Relicto de ese medio, es la Laguna de la Mancha, situada entre el sistema de dunas del Farallón y el sistema de dunas Los Amarillos.

El objetivo del trabajo es describir un afloramiento de sedimentos lagunares situado a 200 metros al norte de la actual boca de la laguna, en donde se encontraron tepalcates correspondientes a ollas, vasijas de barro y algunos huesos humanos de antiguos

pobladores de la zona. Estas reliquias se encuentran junto a ostras depositadas insitu y también restos de que esas ostras fueron comidas por esos antiguos pobladores.

En el corte se observa a partir de la base, que corresponde al nivel de máxima marea de tormenta, un estrato de 20 cm de espesor de sedimento arcillo arenoso de color café rojizo que corresponde al fondo de una antigua laguna; suprayaciendo a estos sedimentos se encuentra una capa de 30 cm de espesor constituido por sedimentos areno-limo-arcillosos, de color café oscuro en donde se encuentran tepalcates, conchas de ostras, algunos huesos y pequeños fragmentos de puntas de lanza de obsidiana de color gris.

La parte superior del corte con un espesor de 1.20 metros, se depositaron sedimentos arenosos de color café claro con escasos fragmentos de bivalvos del tipo de almejas de tamaño pequeño. Este estrato parece corresponder a sedimentos de playa mezclados con sedimentos de origen eólico. Lo interesante de este corte es que se pone en evidencia una sedimentación muy rápida en un período de tiempo muy corto, es decir una tasa de sedimentación de 1.20 metros por cada 1000 años.

SE13-30

REGISTROS DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL HOLOCENO, ENTRE LOS EXTREMOS ORIENTAL Y OCCIDENTAL DEL CENTRO DE MÉXICO

Ortega Guerrero Beatriz¹, Vilaclara Fatjó Gloria², Israde Alcántara Isabel³, Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Vázquez Selem Lorenzo⁴, Caballero Miranda Margarita¹ y Lozano García Socorro⁵

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² FES, Iztacala, UNAM

³ UMSNH

⁴ Instituto de Geografía, UNAM

⁵ Instituto de Geología, UNAM

bortega@geofisica.unam.mx

Las cuencas lacustres ubicadas a lo largo del Cinturón Volcánico Mexicano, entre los paralelos 19 y 22 N, representan, hasta la fecha, la principal fuente de registros paleoambientales y paleoclimáticos. Estos depósitos son valiosos ya que albergan registros sedimentarios relativamente continuos de los cambios ocurridos en el entorno, que incluyen entre otros la respuesta del medio a las variaciones de humedad, a la ocurrencia de fenómenos geológicos como vulcanismo y derrumbes, y a las actividades humanas. Los resultados de un proyecto de investigación multidisciplinaria en varias cuencas lacustres a lo largo del CVM, proporcionan datos novedosos, y evidencian las potencialidades y limitaciones de los sitios estudiados.

En el extremo occidental, la Isla Isabel, cuyo lago es alimentado principalmente por el nivel freático, alberga un registro rico en ostrácodos. Los sedimentos de este lago, aunque no han sido fechados, probablemente abarquen los últimos pocos miles de años. En la parte continental, los lagos de San Pedro Lagunillas (SPL) y Santa María del Oro (SMO) contienen el registro de al menos los últimos 2,500 años. Si bien ambos registros son temporalmente comparables, SMO presenta una densa laminación en los 9 m colectados, que ofrece la posibilidad de contar con un registro de alta resolución de cambios de periodo corto, estacionales, en tanto que SPL ofrece un excelente registro de diatomeas pero con menor resolución temporal. La cuenca del antiguo lago de Zacapu (Michoacán) contiene el registro de al menos los últimos ca. 50,000

años, en tanto que el registro recuperado en Zirahuén (Michoacán) abarca todo el Holoceno. Santa Cruz Atizapán (SCA), en el Alto Lerma (EdoMéx.), ofrece un registro de las perturbaciones sufridas por este cuerpo de agua debidas a la actividad volcánica del Nevado de Toluca, la respuesta de recuperación del lago, y las transformaciones que ocasionó la actividad antrópica, principalmente a partir del Clásico (ca. 200 años dC). Los xalapazcos y axalapazcos de la Cuenca de Oriental (Puebla y Veracruz) contienen un pobre registro polínico, un registro de diatomeas muy fragmentado, y una doble dificultad para el fechamiento por ^{14}C , debido a la escasez de materia orgánica, y a la incorporación de carbonatos antiguos en sus aguas. Además, los estudios en La Preciosa demuestran una variabilidad de ambientes dentro de los lagos que complica mucho su interpretación. El registro de los mares de Los Tuxtlas, Veracruz, en especial el del Lago Verde que abarca los últimos ca. 3,000 años AP, en la porción occidental de este campo volcánico, contiene una impactante evidencia de la historia de la ocupación humana, desde alrededor del primer siglo dC, hasta el desarrollo de la industria de la caña de azúcar en la región y la aparente estabilización del paisaje desde 1990. Si bien los registros colectados y analizados hasta ahora documentan en detalle, y en conjunto, el Holoceno, los registros lacustres anteriores al Último Máximo Glacial, se restringen a Zacapu y SCA, y a los ya conocidos casos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Chalco.

SE13-31

DISTINGUISHING CLIMATIC FROM DIRECT ANTHROPOGENIC INFLUENCES DURING THE RECENT 400 YEARS OF VARVED LACUSTRINE SEDIMENTATION IN LAKE HOLZMAAR, EIFEL, GERMANY

Kienel Ulrike¹, Schwab Markus J.¹, Wulf Sabine¹ y Böhnel Harald²

¹ Geoforschungszentrum Potsdam, Germany

² Centro de Geociencias, UNAM
ukienel@gfz-potsdam.de

A 336-year floating varve chronology from Lake Holzmaar (Eifel, W-Germany) covering the recent period has been established by microfacies analysis of thin sections. This sequence terminates 23 cm below the lake bottom. In the overlying sediment, the varves are increasingly dislocated passing into heavy distortion. By means of linear regression the varve sequence was dated to the period AD 1607-1942. This chronology is corroborated by comparison of microfacies with historical records and climate reconstructions. The lithology, fabric, and microfossil content of the sublaminæ reflects the processes responsible for their formation, such as climate transferred to the lake's thermal regime, and anthropogenic influences (e.g., forestry, agriculture). Both these influences could be discriminated by applying statistical analyses (ordination and clustering) to the combination of the sublaminæ in the varves and their thickness. Four clusters are obtained, of which the first two are indicative of colder climatic conditions. Cluster 1 indicates cold springs, and shorter, cooler summers reflected primarily in below-average varve thickness (VT) for two stable phases: from AD 1660-1700 (during the Maunder Minimum) and from AD 1750-1780. Cluster 2 indicates years with climate transitional to that observed during cluster 1. These transitional periods are characterized by vigorous and prolonged spring circulation with massive blooms of the nordic-alpine *Aulacoseira subarctica*. The samples assigned to cluster 3 and cluster 4 show the imprint of anthropogenic influences. Cluster 3 (AD 1800-1875) is characterized by above-average VT and high, but less energetic, external input throughout the year. The enhanced erosional

input is linked to anthropogenic deforestation - a consequence of the booming Eifelian iron industry. This input dampens the climatic signal of a colder Dalton Minimum, which is reflected in a short drop in VT centered around AD 1810. At about AD 1800 commences the transition to cluster 4 conditions, which become the stable state of Lake Holzmaar around AD 1880. These include a low-energy environment, an enhanced nutrient concentration, and longer periods of stable thermal stratification in summer. This indicates the response of the lake to natural forest rejuvenation and the use of artificial fertilizer in the catchment. The prolonged, stable summer stratification may be the first indication of the modern warming trend. During this period, a drop in VT centered around AD 1895 and recurring cluster-1 conditions may be the indication of the Damon Minimum.

Eventually we will show first results from an application of microfacies analysis to an annually laminated short core from Hoya La Alberca in the Valle de Santiago.

SE13-32

ANNUALLY LAMINATED (VARVE-COUNTED) LAKE SEDIMENTS AS EARTH-QUAKE RECORDERS (HOLOCENE EARTHQUAKES ALONG THE DEAD SEA TRANSFORM)

Negendank Jörg¹, Migowski Claudia¹, Amotz Agnon², Revital Bookman² y Mordechai Stein³

¹ Geoforschungszentrum Potsdam, Germany

² Hebrew University, Jerusalem, Israel

³ Geological Survey of Israel, Jerusalem, Israel
neg@gfz-potsdam.de

Annually laminated lake sediments are ideal continental records to reconstruct paleo-environment, paleo-climate and paleo-seismic activities. It is reported about a high-resolution Holocene seismic history of the Dead Sea Transform (DST) established from laminated sedimentary cores recovered at the shores of the Dead Sea. Radiocarbon dating and annual laminae counting yield excellent agreement between disturbed sedimentary structures (Identified as seismites) and the historical earthquake record:

All recent and historical strong events of the area were identified, including the major earthquakes of A.D. 1927, 1837, 1212, 1033, 749, and 31. B.C.

The total of 53 seismites recognized along the entire Holocene profile indicate varying recurrence intervals of seismic activity between a few and 1000 years, with a conspicuous minimum rate at 2100-31 B.C. and a noticeable maximum during the past six to eight centuries. Most of the epicenters of the correlated earthquakes are situated very close to the Dead Sea (within 150 km) or up to 400 km north of it along the DST. Between 1000 B.C. and A.D. 1063, and from A.D. 1600 to recent time the epicenters are all located on the northern segment of the DST, whereas prior to 1000 B.C. and between A.D. 1000 and 1600 they appear to scatter along several segments of the DST. We establish how the local intensity exerts a control on the formation of seismites. At historically estimated intensities greater than VII, all well documented earthquakes are correlated, whereas at intensities smaller than VI none are matching.

The periods with enhanced earthquake rate along the DST correlate with those along the North Anatolian Fault as opposed to the intervening East Anatolian Fault. This may indicate some elastic coupling on plate-boundary scale that may also underlie escape and extrusion tectonics, typical of continental collision.

SE13-33

THE IMPORTANCE OF TEPHROCHRONOLOGY TO CENTRAL MEXICAN PALEOCLIMATE RECORDS

Wulf Sabine¹, Kienel Ulrike¹, Bohnel Harald², Byrne Roger³ y Negendank Jörg¹

¹ GeoForschungsZentrum Potsdam, Germany

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Department of Geography, University of California, Berkeley, USA
wulf@gfz-potsdam.de

The study of distal tephra in sedimentary archives is an important tool in both the fields of volcanology and paleoclimate research. Since the volcanic source is known, tephra can be used as powerful marker horizon to date and correlate records from different environments. On the other hand, tephra thickness, grain size distribution and geochemical signature of tephra components may provide valuable information about the explosive behaviour of the source volcanoes and the prevailing wind conditions during the time of eruption. Tephrochronological studies of archives located in highly active volcanic areas, and which are characterized by relative high sedimentation rates like annually laminated maar lake sediments, additionally help to establish precise stratigraphic orders on a high-resolution time scale. This has been performed on the 400 tephra layers from the 140 ka record of Lago Grande di Monticchio in southern Italy, so far.

Since such archives are rare, the maar lakes from Valle de Santiago (Guanajuato) are in a key position for studying the explosive history of high-risk volcanoes in Central Mexico. At least 10 tephra layers have been identified in the upper part (< 5 ka) of the annually laminated records of Hoya La Alberca and Hoya Rincon de Parangueo, so far. Initial tephrochronological results indicate volcanic sources of those tephra from the nearby Michoacán-Guanajuato Volcanic Field (e.g. Parícutín, Jorullo) and Colima stratovolcano, so far. It is one main purpose to build up a tephrochronological framework, which in combination with a varve-based chronology will provide a precise time control for paleoclimate records in Central Mexico that is independent from other dating techniques.

SE13-34

GEOLOGÍA PRELIMINAR DEL ÁREA CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, PUERTO PEÑASCO, SONORA

Gutiérrez Anguamea Grisel Alejandra, Montijo Gonzalez Alejandra, MInjarez Sosa Jose Ismael y Ramirez Diaz Laura Lizette
Universidad de Sonora
ALEXA20243@hotmail.com

El área de estudio presenta rocas de edades que varían desde el Precámbrico al Cuaternario, dominadas por un basamento precámbrico, sobreyacido por derrames lávicos cuaternarios producto de la distensión regional y la presencia o influencia de dunas de arenas móviles sobre los antes mencionados.

A partir de la utilización del Sistema de Información Geográfica, ILWIS 3.1, se delimitaron 24 unidades litológicas, caracterizada cada una por cuatro aspectos como: morfología o el tipo de relieve que muestran, su drenaje, la génesis y la edad. De manera general esta litología puede ser agrupada en:

- El Precámbrico está constituido por gneis, esquisto, granodiorita y granito; cuyos afloramientos se distinguen perfectamente por su forma de sierras tipo navaja y relieve fuerte, éstas se encuentran parcialmente sepultadas por suelos cuaternarios.

- Representando al Mesozoico se tienen unidades compuestas por gneis y esquisto, cuyos remanentes aislados se encuentran modelados morfológicamente y son fácilmente localizables en la porción centro y este del área. Adicionalmente se determinaron dos unidades graníticas, una jurásica y otra cretácica, ubicados en la zona centro-este y sureste, respectivamente.

- Las unidades pertenecientes al Cenozoico son las de mayor importancia, debido a su amplia distribución espacial. Para el período Terciario se cartografiaron unidades conglomeráticas y varias unidades volcánicas; andesita en la porción noreste; riolita hacia la parte centro-oeste y en la parte centro basaltos y brecha volcánica básica.

- El enfoque principal y aporte de este trabajo es la cartografía a detalle de las unidades más recientes; es decir, aquellos materiales originados por el intemperismo y la erosión de las rocas pre-existentes; como deslave andesítico, coluviones, sedimentos erosionales, lapilli con influencia fluvial, gneis con influencia aluvial y brecha volcánica básica con influencia fluvial, estas unidades se observan principalmente en la porción Este del área de estudio. Además, se clasifican cuatro tipos de dunas, utilizando las cartas (uso de suelos y vegetación a escala 1:50,000) y la imagen de satélite; por último la unidad de aluvión, producto de sedimentos fluviales recientes.

SE13-35

PROCEDENCIA DE LAS DUNAS QUE RODEAN A EL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, SONORA DESDE UN PUNTO DE VISTA PETROGRÁFICO

Solis Limón María Fernanda¹, Paz Moreno Francisco Abraham² y Grijalva Noriega Francisco²
¹ Instituto de Geografía, UNAM
² Depto. de Geología, Universidad de Sonora
fersolim@yahoo.com.mx

Las dunas que rodean a El Campo Volcánico El Pinacate se localizan en el Gran Desierto de Altar al NW de México.

Se puede observar claramente bajo el microscopio petrográfico que las arenas de éstas dunas tienen formas predominantemente subangulosas a subredondeadas, de esfericidad baja, moderadamente bien clasificadas a bien clasificadas, y en menor proporción se observan granos de formas subredondeadas a redondeadas y de alta esfericidad.

La composición mineralógica caracteriza a éstas arenas como arcosas líticas, contrario a la mayoría de las dunas donde se esperarían arenas más cuarzosas.

La mineralogía indica que la procedencia litológica son rocas ígneo-metamórficas del basamento, que se localizan en el límite de la frontera Sonora-Arizona; así como también, las rocas volcánicas máficas y félsicas del Campo Volcánico El Pinacate.

SE13-36 CARTEL

ANÁLISIS MORFOESTRUCTURAL DE LAS CUENCAS DE SAN JUAN DEL RÍO Y CHICHIMEQUILLAS, ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO: IMPLICACIONES GEOLÓGICO AMBIENTALES

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

Los resultados parciales del desarrollo del proyecto "Caracterización geológico-ambiental de las cuencas hidrográficas de Chichimequillas y San Juan del Río, Estado de Querétaro, y su aplicación al desarrollo regional" (PAPPIIT), permiten aportar nuevos datos sobre la estructuración del paisaje natural de esta región para su posterior aplicación en la evaluación geológico-ambiental.

Desde el punto de vista socioeconómico la región constituye, junto con la de la ciudad de Santiago de Querétaro, una zona importante en el Desarrollo Estatal, por lo que esta sujeta a una constante y creciente presión por las actividades industriales que ahí se vienen desarrollando y por el rápido crecimiento urbano asociado.

El análisis del paisaje natural con un enfoque morfoestructural además de ser una tarea importante para los objetivos del proyecto mencionado es fundamental para tratar de comprender los diferentes procesos naturales que han estado actuando en la región y así evaluar cuales de ellos pudieran ser aprovechados para el desarrollo programado y cuales en un momento dado pudieran convertirse en factores limitantes para el mismo.

A diferencia de la región de la ciudad de Querétaro, las planicies que se encuentran en las cuencas referidas parecen a primera vista no tener un origen estrictamente asociado a un régimen estructural evidente, por lo que la cartografía morfológica, el análisis de las orientaciones de la red de drenaje natural, de los lineamientos observados y el análisis de los diferentes procesos geológicos responsables de la estructuración del paisaje son una herramienta fundamental para conocer su origen y evolución.

Desde el punto de vista morfológico es posible distinguir de manera general que las planicies de San Juan de Río y de Chichimequillas se encuentran limitadas por sistemas morfológicos, con características bien definidas:

- Al norte, de la cuenca de Chichimequillas, se encuentra el complejo volcánico El Zamorano
- Al sur, la planicie de San Juan del Río, esta delimitada por el complejo volcánico de Vaquerías, los productos de la caldera de Amealco y de Huichapan
- Hacia el Oeste, las planicies limitan con un complejo de derrames y aparatos volcánicos, mostrando un arreglo en forma de lomas alargadas según una dirección E-W, evidenciando un control estructural en el paisaje mediante un sistema de drenaje con una disección del relieve importante

- Finalmente, el límite oriental se caracteriza por la presencia de un complejo de domos riolíticos y hacia su parte septentrional por las geoformas de la caldera de Amazcala

Un rasgo por demás notorio en ambas planicies es la ausencia de un sistema de drenaje, lo cual pudiera indicar que se trata de formas juveniles.

Los diferentes problemas que se vislumbran en un futuro próximo, tomando en cuenta que será sin lugar a dudas una de las de mayor impulso en la parte central del país, se relacionan con el crecimiento urbano y por ende con el abastecimiento de agua para las diferentes actividades planeadas, implicando con ello un potencial desequilibrio ambiental y la presencia de riesgos asociados a procesos naturales y/o antrópicos (deslizamientos, inundaciones y subsidencia) por lo que este tipo de estudios es por si mismo fundamental.

SE13-37 CARTEL

CLASIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL RELIEVE DE LA REGIÓN PALMA SOLA Y TECOLUTLA-TUXPAN

Hernández Rivero María de la Paz, Rojo Contreras Arturo y Castro Flores Adán
Facultad de Ingeniería, UNAM
pazheri@servidor.unam.mx

Para la zonificación del relieve se consideraron aspectos como altura (altimetría), pendientes, índices de disección del relieve, estructuras geológicas y procesos endógenos y exógenos; mientras que para la clasificación del relieve se tomó en cuenta el tipo de proceso que le dio origen, litología y/o su relación con las formas dominantes.

La morfología de la región se caracteriza por presentar planicies, mesetas, montañas y lomeríos con pendientes suaves a fuertes, de 0° a 45°; que integran esencialmente 4 zonas, que para este estudio se han denominado de Montaña, Lomeríos, Planicies Bajas y Litoral, las cuales están regidas por la erosión diferencial de las rocas sedimentarias, intrusivas y volcánicas. Topográficamente la región se eleva gradualmente desde la Costa del Golfo de México hasta elevaciones del orden de los 1340 m (figuras 6.3 y 6.4) en el suroeste, asociadas a rocas volcánicas, derrames ígneos, lutitas y margas, mientras que las zonas más bajas están compuestas por sedimentos producto de la erosión de las zonas altas.

El relieve de esta zona se pudo diferenciar en Relieve Ígneo, Relieve Sedimentario, Relieve Fluvial, Relieve, Relieve eólico-marino. Con base en los datos anteriores se interpreta que al quedar expuestos las rocas de la Sierra Madre Oriental inicia un cambio notable en el relieve, ya que estas elevaciones producto de una orogenia, fueron expuestas a los procesos exógenos y que bajo condiciones climáticas propicias dieron origen a un primer tipo de relieve conformado principalmente tanto por un relieve fluvial como por uno transicional en donde se desarrolló un relieve de litoral como lo indican las rocas sedimentarias más antiguas de la región.

Durante el Mioceno y Plioceno ocurrieron varios procesos transgresivos que junto al vulcanismo andesítico y basáltico provocaron el mayor cambio en el relieve, imprimiendo a la región características propias de un relieve volcánico como son derrames y mesetas basálticos, lahares, cuerpos volcánicos e hipoabisales. Bajo todo este esquema es claro identificar que existió una erosión

diferencial en toda la región, condicionada por procesos fluviales y marinos. Para este periodo de tiempo se considera que la línea de costa estuvo localizada casi de manera similar a la actual.

Como consecuencia de las elevaciones del nivel de mar, la afluencia de los sedimentos proporcionados por las corrientes marinas y las condiciones pluviales, los ríos acumularon sedimentos, a partir de los cuales se edificaron, en el Cuaternario y hasta el Reciente, los cordones litorales. Contemporáneamente, se constituyó la depresión prelitoral detrás de los cordones, con la formación de lagunas. Posteriormente hubo una fase de intemperismo, seguida por un periodo de deflación eólica, la cual y a partir de las importantes cantidades de arenas de los cordones litorales, originó un sistema de dunas.

Hacia el sector Tuxpan está actuando la gravedad, que auxiliada por las precipitaciones pluviales caracteriza a la zona con un alto índice de deslizamientos, que se ven intensificados por la presencia de un sistema de fallas y fracturas, y la presencia del agua.

SE13-38 CARTEL

GEOMORFOLOGÍA ANALÍTICA DE LA PORCIÓN NORTE DE LA MIXTECA ALTA, OAXACA

Montes Cruz Pedro y López Blanco Jorge
Instituto de Geografía, UNAM
pmontescruz@yahoo.es

A nivel mundial se están generando cambios ambientales y hoy se perciben los efectos de esas alteraciones al entorno natural. En la actualidad son claros y evidentes esos cambios, puesto que los efectos son de gran repercusión sobre el mismo planeta. Se está en presencia de un escenario complejo de causa-efecto. El impacto ambiental influido por la expansión de los fenómenos erosivos acelerados, está en gran medida relacionado con el crecimiento desmedido de la población, las actividades humanas y con la erradicación de la cubierta vegetal, por citar algunos ejemplos.

Dentro del ámbito de las ciencias de la Tierra, la geomorfología plantea el estudio de las formas del relieve y lo hace abordando temas que tienen como meta explicar: la morfogénesis, la morfodinámica, las paleoformas, los vínculos entre el relieve y el medio ambiente, asimismo la influencia de la geodinámica interna y superficial. Una manera de explicar las formas y los rasgos de la superficie terrestre, así como su origen, ha sido mediante la construcción de mapas. La cartografía geomorfológica brinda las herramientas conceptuales y los argumentos necesarios para la elaboración de documentos visuales como los mapas geomorfológicos.

En este sentido la erosión ha merecido la atención de varias disciplinas científicas, en geomorfología se procede a analizarla como una manifestación morfodinámica conforme a su expresión en la superficie terrestre.

Se fragmentó un área de 400 km², aproximadamente localizada en el norte de la Mixteca Alta, entre las coordenadas 17°45'N, 97°35'W y 18°00'N, 97°15'W.

Una vez fragmentado el relieve se procedió a la clasificación, del mismo, en jerarquías que lo agrupan en: Sistemas, Subsistemas, Tipos de relieve, subtipos, unidades morfogenéticas y sub-unidades.

La clasificación del terreno contribuyó fundamentalmente al análisis del relieve mediante el empleo jerarquías que lleven una secuencia lógica, la organización de la información obtenida sobre el relieve permite tener una visión general de los elementos de mayores dimensiones y de las unidades y en este caso subunidades que componen cada taxa. La información morfogenética sirvió como base para la elaboración de un mapa de unidades morfodinámicas. Este último mapa fue el resultado del cruce de información entre el mapa morfogenético y el de unidades morfodinámicas la fotointerpretación hecha para localizar y delimitar los principales tipos de erosión hídrica, así como de los procesos gravitacionales existentes, también se suma a esta información la actividad de karst sobre todo las áreas en donde hay principalmente disolución.

Sesión Especial

**Geología y Geofísica de la Provincia
Extensional del Golfo de California**

Lunes 1

Salón Claustro 4

SE14-1

RECEIVER FUNCTIONS REVEAL THE LARGE-SCALE CRUST AND THE UPPER MANTLE STRUCTURE BENEATH THE GULF OF CALIFORNIA REGION

Pérez Campos Xyoli¹, Persaud Patricia² y Clayton Robert W.³

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, USA

³ Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA
xyoli@cancun.fi-a.unam.mx

Receiver functions from over 2-year of teleseismic earthquakes recordings by the NARS-Baja seismic array and some Southern California stations have allowed us to map variations in crustal thickness along the Baja California and Sonora conjugate margins and the topography of the upper mantle discontinuities beneath the same region. The receiver function analysis is performed in the frequency domain after rotating the three station components to a ray-based coordinate system. We apply an SVD filter to enhance the converted phase due to the Moho and use a low-pass Butterworth filter to augment those from the upper mantle discontinuities. For the shallower part, we determine at each station the depth to the Moho, and observe a thinner crust closer to the Gulf along the entire Baja California peninsula, which can be related to ductile flow in the lower crust during the early stages of rifting. For the deeper part, we locate the piercing points of the corresponding discontinuity and perform an interpolation between them to get the topography. The results for the 410-km discontinuity might point to lateral thermal variations or compositional changes, which can be related to the extinct subduction process and/or the actual rifting process. Preliminary results from the 660-km discontinuity are also analyzed in this context.

SE14-2

ESTRUCTURA SÍSMICA DE LA LITOSFERA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Robles Vázquez Luis Nabor¹, González Fernández Antonio¹, Fletcher John M.¹, Lizarralde Daniel², Kent Graham M.³, Harding Alistair J.³, Holbrook W. Steven⁴, Umhoefer Paul⁵ y Axen Gary J.⁶

¹ Depto. de Geología, CICESE

² Georgia Tech, USA

³ Scripps Institution of Oceanography, USA

⁴ Wyoming University, USA

⁵ Northern Arizona University, USA

⁶ University California, Los Angeles, USA
roblesv@cicese.mx

Utilizando sismica de gran ángulo se estudia la estructura de la litosfera en un transecto localizado desde la microplaca de Magdalena hasta el centro de la cuenca Farallón en el Golfo de California, pasando al norte de La Paz, Baja California Sur. Al no haber antecedentes de estudios sísmicos profundos en la zona con fines de determinar la estructura de la corteza, este estudio presenta los primeros resultados. El conocimiento previo de la zona se basa principalmente en estudios geológicos, geofísicos potenciales y batimétricos.

A partir de los datos sísmicos, registrados con sismógrafos de fondo oceánico (OBS) en el Pacífico y en el Golfo de California, así como por sismógrafos portátiles en tierra sobre el centro de Baja California Sur, se verifica la existencia de la microplaca de Magdalena

debajo de Baja California Sur, se describe la componente extensional de la falla Tosco-Abreojos y se obtienen valores para los espesores de la corteza en esta zona. Se utilizaron cañones de aire comprimido como fuente de energía, y se dispararon en total más de 5000 tiros en mar, a ambos lados de la península de Baja California, con suficiente volumen de aire para lograr que llegara buena señal sísmica a todos los receptores, tanto en mar como en tierra.

Los datos de sismica de gran ángulo (OBS y sismógrafos en tierra) se procesaron con el fin de obtener la mejor representación posible y así ayudar a la identificación de arribos de energía. Estos arribos se interpretaron mediante una metodología de modelado directo de distribución de velocidades de propagación de ondas sísmicas en la litosfera, con el trazado de rayos, el cálculo de tiempos de viaje y la generación de sismogramas sintéticos. La disponibilidad de un buen número de equipos de registro y una alta repetitividad de la fuente de energía permite un modelado detallado y con recubrimiento múltiple del subsuelo.

SE14-3

MODELS OF PLATE TECTONICS EVOLUTION ALONG THE BAJA CALIFORNIA SUR CONTINENTAL MARGIN FROM 15 MA :SOME RESULTS FROM FAMEX CRUISE

Michaud François¹, Royer Jean Yves², Bourgois J.¹, Sosson M.¹, Calmus Thierry³, Bandy William⁴, Mortera Gutierrez Carlos⁴, Dymant J.⁵, Vieyra G.⁴, Pontoise B.¹, Sichler B.⁶ y Bigot Comier F.¹

¹ Géosciences Azur, UPMC, France

² CNRS Domaine Océanique Brest, France

³ ERNO, Instituto de Geología, UNAM

⁴ Instituto de Geofísica, UNAM

⁵ IPGP, Paris, France

⁶ IFREMER

micho@geoazur.obs-vlfr.fr

Off Baja California, interaction of spreading center with convergent margin is supposed to be completed at 12 Ma when the convergence plate motion have stopped related to the end of spreading activity. Here we present a new geodynamic evolution based on full bathymetry coverage from 23°N to 27°N augmented by seismic reflection data and magnetics profiles (FAMEX cruise of the R/V L'Atalante, April 2002). The down-slope of the Baja California margin exhibits compressional deformation related to the subduction front until 8-7 Ma. At the same latitude interval, we have identified abandoned spreading centers which provide discontinuous clockwise rotation until reaching a trench-parallel spreading direction.

We suggest that until 7-8 Ma the motion between Pacific and North America was accommodated along these spreading centers and along the trench. Two models with ridge or with no ridge subduction can be proposed, where interaction between the oceanic ridge and the margin induce a slab detachment. Once this occurred, the slab pull was essentially removed, and both subduction beneath North America and spreading, relative to the Pacific plate, ceased. In both hypotheses a trench-parallel slab gap or slab window is open beneath Baja California.

SE14-4

SEAFLOOR SPREADING IN THE SOUTHERN, CENTRAL AND NORTHERN BASINS OF THE GULF OF CALIFORNIA

Lonsdale Peter
Scripps Institution of Oceanography, USA
plonsdale@ucsd.edu

Recent multibeam surveys and sampling clarify how much of the Gulf floor is oceanic crust accreted by seafloor spreading, and where it has lineated magnetic anomalies revealing rates and timing of accretion. The answer to the first question depends on your definition of oceanic crust. In the enclosed basins of the central Gulf, exemplified by Guaymas and Farallon Basins, the upper crust filling the gap between separating continental margins is a sediment-sill complex formed when accumulation of low-density muds at axial depocenters completely suppresses eruptions there. In North Pescadero Basin, less accessible to terrigenous turbidity currents, small tholeiitic cones do erupt within the axial trough, and oceanic lavas are exposed along its walls. Similar unsampled axial cones were mapped in the sediment-starved Sal si Puedes and Lower Delfin basins of the northern Gulf. Oceanic rises with crust lithologically and structurally similar to the open-ocean East Pacific Rise (EPR), i.e., with lava faulted into linear abyssal hills on the flanks of risecrests with axial fissure eruptions, are restricted to central parts of two semi-enclosed basins in the southern Gulf. Maria Magdalena Rise (MMR) was accreted between 5.5Ma, when the granitic barrier separating an enclosed basin from the Pacific Basin was breached by rifting, and 3Ma, when the MMR became extinct after being overlapped by the northward-propagating EPR. Development of Alarcon Rise (AR) began ~2.5Ma, after arrival of the EPR tip at Tamayo Transform ended the enclosure of Alarcon Basin, and allowed much of the sediment being delivered to its floor to escape southwards. Outcrops of the pre-2.5Ma crust near the basin margin are a sediment-sill complex like that of Guaymas Basin.

The MMR and AR have high-amplitude magnetic anomalies recording Chrons 3-to-2A and Chron 2-to-present spreading at close-to the full Pacific-North America plate divergence, though on the AR west flank the magnetic pattern is confused by seamounts, and the MMR west flank was deformed during overlap by the EPR axis. Magnetic anomalies of Chron 2A between the AR and the rifted continental margin are of lower amplitude and are best modelled with larger transition widths between positive and negative crust of lower magnetisation, consistent with the source being the (sampled) complex of coarse-grained, hydrothermally altered intrusions that accreted when the basin was an enclosed sediment pond.

Magnetic-model parameters fitting the older sediment-sill crust in Alarcon Basin also fit low-amplitude Chron 2-to-present magnetic stripes over this type of crust in the northern part of Guaymas Basin. Difficulties with mapping seafloor-spreading stripes elsewhere in this basin are that much of the crust has been smothered by off-axis volcanism (c.f. AR), and/or been deformed and rotated by the interaction of this basin's overlapping spreading axes (c.f. MMR). These same stripe-obscuring factors apply in many of the other enclosed basins in the Gulf, aggravated in some cases by their being too young to record magnetic reversals, as at Carmen and Lower Delfin, where axial troughs with morphologies and magnetic anomalies resembling the Guaymas axes lie within 15km of continental margins.

SE14-5

CONTINENTAL RIFTING ACROSS THE ALARCON AND GUAYMAS BASINS, GULF OF CALIFORNIA

Sutherland Fiona¹, Lizarralde Daniel², Harding Alistair J.¹, Kent Graham M.¹, Holbrook W. Steven³, Fletcher John M.⁴, Umhoefer Paul⁵, González Fernández Antonio⁴ y Axen Gary J.⁶

¹ Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, USA

² Georgia Tech, USA

³ University of Wyoming, USA

⁴ Depto. de Geología, CICESE

⁵ University of Northern Arizona, USA

⁶ University of California, Los Angeles, USA
fi@ucsd.edu

In Fall 2002 seismic refraction data and multi-channel seismic reflection data were collected in the Gulf of California as part of the Margins Rupturing Continental Lithosphere (RCL) initiative. A large part of this dataset consists of two transects across pairs of conjugate rifted margins- one across the Alarcon Basin at the mouth of the Gulf of California and the other at the Guaymas Basin about 400km to the north. Velocity models from the wide-angle refraction data have been constructed for both basins and show significant differences in rifting styles. The Alarcon has about 150km of new oceanic crust (defined from crustal thickness, lower crust velocity and magnetic anomalies) bounded by about 300km of thinned (~15km thickness) rifted continental crust on either side. However at Guaymas it appears the transition from rifting to seafloor spreading was more abrupt; there is about 300km of new oceanic crust with a relatively sharp (~75km wide) transition into ~25-30km thick continental crust.

Extension at the Alarcon appears to have been accommodated in part by large normal faults, which have created rifted basins with up to 1km of sediment. An initial estimate of 470km total tectonic separation has been calculated assuming a 2D model beginning with uniform continental crust 30km thick; this agrees with previous estimates of 450-500km of total tectonic separation for the Gulf of California. Such calculations are not simple to make at Guaymas, and with only 300km of oceanic crust and no obvious rifted continental crust it appears that extension may have been accommodated differently.

SE14-6

ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DE LA CUENCA DE ALTAR, SONORA, Y SU RELACIÓN CON LA DEPRESIÓN DE SALTON Y DELTA DEL RÍO COLORADO

Pacheco Romero Martín¹, Martín Barajas Arturo¹, Espinosa Cardeña Juan Manuel² y Elders Wilfred³

¹ Depto. de Geología, CICESE

² Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

³ Dept. of Earth Sciences University of California, Riverside, USA
mpacheco@cicese.mx

La integración de datos geofísicos y geológicos de PEMEX en el margen suroriental de la Depresión de Salton indican que la Cuenca de Altar, en Sonora, contiene un importante registro sedimentario de la primera incursión marina en norte del Golfo de California y la progradación del Delta del Río Colorado durante el Mioceno Tardío-Plioceno. El depocentro de la cuenca está definido por una anomalía magnética elongada NW-SE de ~50 km de largo y limitada por el

trazo de la Falla Cerro Prieto. Al oriente, el límite de la cuenca se define por un alineamiento y desfaseamiento de anomalías gravimétricas y magnéticas, y por afloramientos del basamento cristalino en la Sierra El Rosario. Este alineamiento se interpreta como una falla de dirección NW que produce una importante caída del basamento hacia el SW (Falla Altar). La interpretación de líneas sísmicas indica que el basamento sube hacia el norte, llegando a una profundidad de 2.8 km en un pozo cercano a San Luis Río Colorado. Hacia el SE, la cuenca parece cerrarse hacia un alto estructural definido con una anomalía gravimétrica positiva, en donde un pozo cortó basamento granítico a 3.8 km de profundidad. Hacia el NW, en el Valle de Mexicali la presencia de altos magnéticos y gravimétricos sugiere intrusiones volcánicas en una columna sedimentaria de >4 km de espesor. La parte más profunda de la Cuenca de Altar se localiza en la porción suroeste, en donde dos pozos cortaron espesores sedimentarios mayores a 5.1 km dentro de la anomalía magnética que define al depocentro principal.

Del análisis estratigráfico de siete pozos se reconocieron tres secuencias concordantes principales: una secuencia de lutitas marinas de hasta 900 m de espesor (Secuencia A), de edad Mioceno Tardío o Plioceno Temprano (foraminíferos planctónicos), que sobreyace al basamento Cretácico en tres de los pozos estudiados. La Secuencia B consiste en una alternancia de lodolita-arenisca de más de 2,200 m de espesor, que contiene microfósiles marinos del Pleistoceno y retrabajo del Mesozoico en sedimentos limo-arenosos del Río Colorado. La Secuencia C es una potente unidad de hasta 3,500 m de espesor, de areniscas fluviales con conglomerados y lodolitas subordinadas. Las líneas sísmicas de PEMEX muestran la concordancia y continuidad lateral en dirección N-S de las tres secuencias estratigráficas, que representan el relleno de la cuenca a partir de una incursión marina y la progradación del Delta del Río Colorado. La integración de los datos analizados sugiere que la Cuenca de Altar se originó durante el inicio de la tectónica transtensiva del rift (<7 Ma). La presencia de terrazas Cuaternarias a lo largo de la costa sugiere un proceso de abandono y la migración de la subsidencia hacia el Valle de Mexicali y a la cabecera del Golfo del California.

SE14-7

UPPER MIOCENE TO LOWER PLIOCENE SEQUENCE STRATIGRAPHY ON SE GULF OF CALIFORNIA MARGIN DEFINED BY NEW SEISMIC REFLECTION DATA AND THE STRATA ON THE TRES MARIAS ISLANDS SUGGESTS A SIMPLE RIFT TO DRIFT HISTORY

Brown Hillary¹, Umhoefer Paul² y Holbrook W. Steven¹

¹ University of Wyoming, USA

² Northern Arizona University, USA
hbrown@uwoyo.edu

The sedimentary record in the Gulf of California is an important key to the tectonic history because it can be used in delineating between periods of rifting and spreading and in revealing the style and timing of rifting. The geologic record under the margin of the southeastern gulf is essentially unknown. New pre-stack time migrations of two seismic lines collected during the fall of 2002 Margins cruise present the most detailed images of the sedimentary sequences under the southeast margin of the Gulf of California to date and provide important new interpretations when combined with correlations to the stratigraphy on the nearby Tres Marias islands. We identify two primarily sequences, an undeformed upper sequence and a faulted lower sequence, which are separated by a major

unconformity. The lower sequence ranges from ~100 to ~800 m thick and displays abundant normal faults and extensional monocline features. Many faults die out up section into folds. The faults are both NW and SE dipping although we do not have good constraint on fault strike in most cases. The lower sequence appears to be part of a large and thick rift basin. The upper sequence ranges in thickness from a few meters to ~800 m, filling in and on-lapping previous topography on the lower sequence across a major unconformity. This sequence is unfaulted and mainly composed of sub-horizontal strata. The Tres Marias islands, at the eastern mouth of the Gulf, are the only sub-aerial exposure of the marine shelf stratigraphy and were studied by previous workers. Miocene to Pleistocene strata on Maria Madre Island are divided by three possible unconformities. The island stratigraphy shows a change in depositional environment from shallow marine abruptly to a thick deep marine section and then to outer shelf slope deposits; the section then changes at the top to shallow marine and is finally capped by terrestrial deposits. Common microfossils give age control to the section. By correlating sedimentary sequences on the island with those observed in seismic sections we hope to develop a more complete understanding of the rift to drift history of the southern portion of the Gulf. Our initial correlations suggest that the lower sequence is part of an 8 to 3.5-3.0 Ma (Upper Miocene to Lower Pliocene) marine rift basin. The major unconformity between the lower and upper seismic sequences is likely 3.5-3.0 Ma and closely ties to the time of formation of the Alarcon spreading ridge in the central Gulf northwest of our study area. The upper sequence is 3.5-3.0 Ma to the present and represents a "drift" or post-rift section. These preliminary interpretations suggest that there is a fairly simple rift to drift history on the southeastern side of the Gulf of California. This is in contrast to the southwestern margin of the Gulf on and along southern Baja California, where rifting continues 3.5 million years after spreading initiated the Alarcon rise.

SE14-8

SEDIMENTACIÓN RECIENTE EN LAS MARGENES DE UN RIFT ASIMÉTRICO: EL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO

Nava Sanchez Enrique¹, Miranda Avilés Raul², Bourrouilh Robert³ y Murillo Jiménez Janette¹

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

² Universidad de Guanajuato

³ Universidad de Bordeaux I
enava@ipn.mx

El Golfo de California es una cuenca de rift asimétrica, ya que la arquitectura tectónica en ambos márgenes son deferentes; la margen de la Placa Norteamericana se esta moviendo hacia el oeste y su movimiento vertical es casi nulo, mientras que la Península se esta moviendo hacia el noroeste y el movimiento vertical es importante, con varias fallas activas. Así, la morfología y procesos de sedimentación asociados a estos patrones tectónicos son también diferentes en ambos márgenes. La margen del macizo continental presenta una vertiente de hasta 210 km de amplitud, que drena la Sierra Madre Occidental con alturas de hasta 3000 msnm y presenta una planicie costera estrecha con algunas lomas y corrientes permanentes e intermitentes. El margen peninsular presenta una vertiente de 33 km de amplitud máxima, con alturas promedio de menores a 1000 msnm, no existe una planicie costera y sus corrientes son intermitentes.

La sedimentación moderna en la margen este esta dominada por planicies aluviales y en la costa, por deltas progradantes, descargando arenas lodosas y gravas finas sobre una plataforma de 25 km de ancho en promedio. En dicha margen no hay cuencas marginales, así que el sedimento se deposita y traspasa la plataforma y se mueve talud abajo para alcanzar las cuencas axiales del Golfo. En la margen oeste, la sedimentación esta dominada por abanicos aluviales y abanico deltas erosionados que descargan sedimentos muy gruesos, ya sea sobre la estrecha plataforma (3.5 km de amplitud) o directamente hacia el talud y cuencas marginales. La sedimentación de la margen oeste está dominada por terrígenos con importantes aportes de carbonatos en algunos puntos, con tasas de sedimentación que varían entre 0.3 y 0.5 mm/año. En la margen este los sedimentos terrígenos dominan son aportes muy escasos de carbonatos; las tasas de sedimentación pueden variar de 0.3 a 2.0 mm/año. En resumen, las diferencias en la sedimentación de ambas márgenes, son evidencias de un patrón tectónico diferente; la sedimentación del oeste corresponde a una margen muy activa con intenso levantamiento, mientras que en el este la sedimentación esta asociada a un margen continental relativamente estable (semipasivo).

SE14-9

RE-LOCALIZATION OF STRAIN AND RIFT PROPAGATION IN THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA

Aragón Arreola Manuel y Martín Barajas Arturo
 Depto. de Geología, CICESE
 maragon@cicese.mx

Structural mapping of the central and northern Gulf of California using multichannel seismic reflection data collected by PEMEX and CORTES-P96, along with published and unpublished data from offshore Sonora and Southern California, reveal the ancient development of the Yaqui, Tiburón, Tepoca, and Altar basins in the eastern Gulf of California Rift (GCR) system. Each of these basins extends over an area of 3-5 x 103 km² and contains sedimentary sequences 3-7 km thick. Timing of the basin-bounding faults is poorly constrained, but based on unpublished biostratigraphic data we estimate that their activity elapsed in the 7 to 2 Ma period. In Late Pliocene time, subsidence shifted into the western margin of the GCR forming the Guaymas, Lower Delfin, Upper Delfin, Consag, Wagner, Cerro Prieto basins. A ~160 km-long antiform separates the Tiburón-Tepoca basins from the Delfin-Consag-Wagner basins. We interpret this structural high as the result of re-localization of strain to the west. Furthermore, seismic profiles across the Wagner Basin indicate that the depocenter has migrated northwestward, and is now located in the hangingwall of a NE-trending fault zone. This shift of depocenter suggests that the Wagner Basin is currently under segmentation, evidencing the mechanism of strain re-localization. Based on the space-time relationships of the seismically imaged sequences and basement we suggest that an important mechanism of propagation of the rift is a process of localization and re-localization of strain. In the northern GCR strain first localized along the Sinaloa-Sonora margin, and subsequently early rift basins aborted and subsidence shifted to the western margin of the Gulf and the axial zone of the Salton Trough. The high sediment flux from the Colorado River, and the high heat flow evidenced by magmatism within the active rift basins, favor the ductile accommodation of strain within the crust. These two features have retarded the rupture of the continental crust in the northern Gulf and the consequent spreading of new oceanic floor.

SE14-10

A STRUCTURAL COMPARISON OF THE GULF OF CALIFORNIA WITH SOME OTHER RIFTS

Stock Joann
 California Institute of Technology
 jstock@gps.caltech.edu

The Gulf of California is a modern geological example of a transition from continental rifting to oceanic seafloor spreading. Recent studies have helped to constrain on the crustal architecture, timing of rifting, detailed structural style, and variations in structural style along strike. It appears that the transition from distributed extension in the northern basins to focused extension in the southern basins, and well-established seafloor spreading in the Alarcon basin, is not simply due to differences in amount or timing of extension from north to south. Other plausible mechanisms for contributing to this structural variation include variations in original lithospheric structure, the presence of other preexisting structural or thermal weaknesses, and differences in sedimentation history during rift development. Additionally, the structural development of the Gulf shows clearly that some of the major offsets along the spreading system (i.e. large – offset transform faults) were inherited from structural discontinuities in the original continental rift system. Later episodes of ridge jumps or relocation of the position of extensional basins have not been sufficient to reconfigure the geometry of the Pacific-North America plate boundary and remove evidence of its relationship to the earlier continental rift structures. This contrasts with the structural style seen in rift systems associated with smaller tectonic blocks or microplates, such as the Bransfield Basin or the Woodlark Basin, where structural and volcanic variations along strike are linked to differences in the net amount of extension and timing of extension. The Gulf of California segment of the Pacific-North America plate boundary may provide a useful alternative model for the early development of rift systems that involve larger plates, such as the Cretaceous Campbell Plateau- Marie Byrd Land margin in the Southwest Pacific Ocean. This rift system appears to be diachronous along strike if one looks only at the ages of seafloor preserved within the rift. Consideration of the Gulf of California shows that the preserved seafloor may generally be a misleading indicator of early rift history.

SE14-11 CARTEL

VOLCANISMO CALCO-ALCALINO Y ADAKÍTICO PLIOCENO DE LA ISLA DE SAN ESTEBAN, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Pallares Carlos¹, Bellon Hervé¹, Calmus Thierry², Maury René C.¹ y Aguillón Robles Alfredo³

¹ Domaines Océaniques, IUEM, Université de Bretagne Occidentale

² ERNO, Instituto de Geología, UNAM

³ Instituto de Geología, UASLP
 cpallare@sdt.univ-brest.fr

San Esteban situada a 28°42' de latitud norte, es la única isla del Golfo de California que presenta un volcanismo calcoalcalino Plioceno. Las lavas tienen composiciones que van desde basaltos a riolitas pasando por andesitas y dacitas, siendo éstas últimas las más abundantes.

Tres unidades litológicas principales fueron reconocidas en campo: la primera está constituida de coladas de lava andesítica, dacítica y de tobas; la segunda corresponde a unas coladas y domos

de composición andesítica y dacítica que cubren cerca del 80% de la superficie de la isla; la tercera está formada únicamente de rocas piroclásticas.

Dos familias geoquímicas diferentes pueden ser distinguidas en base a la distribución de los elementos traza, particularmente los espectros multielementarios normalizados al manto primitivo (Sun et McDonough, 1989). La primera muestra un empobrecimiento en tierras raras pesadas y anomalías positivas en Sr. La segunda corresponde principalmente a las andesitas y dacitas y presenta un enriquecimiento en tierras raras pesadas, en relación a la familia precedente y anomalías negativas en Sr característico de un origen mantelico. Por otra parte en un diagrama de Sr/Y en función de Y, las lavas de la primer familia se agrupan principalmente en el campo de las rocas adakíticas definidas por Defant et Drummond, (1990).

El primer episodio volcánico identificado en la isla, fechado entre 4,7 et 3,4 Ma, corresponde a las andesitas y dacitas de origen mantelico las cuales afloran principalmente sobre el borde occidental de la isla (ver carta geológica). El segundo episodio corresponde al emplazamiento de las lavas adakíticas; fechado entre 3,2 y 2,5 Ma tomando en cuenta los resultados de Desonie (1992).

En la península de Baja California, el campo volcánico de San Borja está contituido en una parte de andesitas magnésicas (bajaitas) de la misma edad, de la misma manera un poco mas al norte el campo volcánico de Jaraguay del que una parte importante del volcánismo es también de Plioceno Inferior a Medio. Estos dos campos junto con la isla San Esteban, así como los volcanes calco-alcalinos plio-cuaternarios de Baja California Sur indican una contribución importante de la placa oceanica subducida en la formación de los magmas después del cese de la subducción de la placa Farallón a 12,5 Ma. Dos mecanismos principales son invocados para explicar la precencia de magmas andesíticos ricos en Mg y adakíticos plio-cuaternarios en ésta región: Una aumentación de la temperatura y una fusión parcial del manto superior ligada a la abertura del Golfo de California, o a la fusión parcial de la placa subducida ligada a su ruptura enseguida del cese de la subducción.

SE14-12 CARTEL

PROCESOS DE RUPTURA DE SISMOS DE MW>6 EN LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Martínez Ordóñez Angélica y Quintanar Robles Luis
Instituto de Geofísica, UNAM
angelicamtz7@yahoo.com.mx

Si bien la sismicidad del Golfo de California esta gobernada por terremotos de enjambre que son de gran interés en el Norte del Golfo y Sur de California, no es común la ocurrencia de eventos mayores en la parte centro y sur del Golfo.

En este trabajo se presenta el análisis del proceso de ruptura de siete sismos de Mw > 6 ocurridos en el período 1990 - 2003 en la parte sur del golfo de California utilizando el modelado de ondas P telesísmicas ($30^\circ < \theta < 90^\circ$), así como el análisis espectral de dicho grupo de ondas. Los eventos están localizados cerca de la Cuenca Carmen, en los extremos de la Cuenca Pescador y en la zona de Fractura Tamayo.

El mecanismo focal de estos eventos reportado mediante la inversión del tensor de momento sísmico (CMT-Harvard) indica que seis de ellos son caracterizados por fallas de corrimiento lateral con

rumbo predominantemente Noroeste y echados muy abruptos mientras que solo uno registra un mecanismo de falla normal y está ubicado cerca de la Bahía de la Paz B.C. Sur. Nuestros resultados muestran que la mayoría de estos sismos puede ser modelado con funciones fuente simples indicando rupturas igualmente sencillas sin una directividad notoria.

El análisis espectral muestra asimismo tiempos de ruptura del orden de 2 segundos y caídas de esfuerzo en el rango de 26 a 57 bares. La aparición de sismicidad de magnitud mayor en esta región puede representar episodios tectónicos importantes en la interacción entre la placa del Pacífico y la placa de Norteamérica lo cual refleja sin duda un regimen de esfuerzos muy diferente al existente en la parte norte del Mar de Cortés.

SE14-13 CARTEL

MODELACIÓN DE LA SUBSIDENCIA TECTÓNICA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Sarychikhina Olga¹, Glowacka Nita Ewa¹ y Contreras Pérez Juan²

¹ Depto. de Sismología, CICESE

² Depto. de Geología, CICESE

osarytch@hotmail.com

La cuenca tectónica de Valle de Mexicali, en la porción sur de la cuenca Saltón, se localiza entre los bordes de las placas Norte América y Pacífico y esta delimitada por las fallas Imperial y Cerro Prieto. Estas fallas forman parte del sistema Transforme de San Andrés, tienen una orientación NO-SE y un movimiento lateral derecho de 35 mm/año (Imperial) y 42 mm/año (Cerro Prieto). El área del Valle de Mexicali se caracteriza por rápidas deformaciones geodésicas, alto flujo de calor, sismicidad activa y volcanismo. Incluso es considerada por algunos autores como un centro de dispersión (Elders y Sass, 1988; Lomnitz et. al., 1970).

En este trabajo evaluamos la deformación vertical promedio superficial en el Valle de Mexicali causada por el movimiento lateral derecho entre las placas Pacífico y Norte América usando las velocidades de acumulación de movimiento estimadas por Bennett et. al. (1996). Para calcular la subsidencia fue usado el programa Coulomb 2.0 (King et al., 1994; Toda et al., 1998). El máximo de la razón de subsidencia es de 0.45 cm/año y se localiza en la parte central del Valle de Mexicali, en el área que corresponde al Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP). El orden de la subsidencia tectónica en el área de estudio concuerda con estimaciones independientes efectuadas en áreas cercanas a ésta (Contreras et al., 2002, Johnson et al., 1983) que se han calculado usando metodologías diferentes a la usada en este trabajo.

También calculamos la deformación vertical en una profundidad de 15 km. Los resultados obtenidos sugieren un adelgazamiento de la corteza a una razón de 6mm/año, ubicado en la zona por debajo del CGCP.

Comparando los resultados de la modelación, con los resultados de monitoreo de subsidencia en el Valle, hechos por CFE para los años 1994-1997 (Lira y Arellano, 1997, Glowacka et al., 1999), obtuvimos los siguientes resultados:

(i) La geometría de la subsidencia tectónica modelada y subsidencia observada son similares.

(ii) La zona de máxima subsidencia tectónica coincide la zona de anomalía geotérmica.

(iii) La subsidencia tectónica constituye solamente el 4% de la subsidencia observada en la zona, mientras que 96% es de origen antropogénico.

Los fenómenos observados pueden ser explicados por el control tectónico en el origen del campo geotérmico y en los procesos de sedimentación.

SE14-14 CARTEL

IMÁGENES SÍSMICAS DE FALLAMIENTO EN LA MARGEN DEL PACÍFICO AL SUR Y SUROESTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

González Fernández Antonio¹, Robles Vázquez Luis Nabor¹,
Fletcher John M.¹, Lizarralde Daniel², Kent Graham M.³,
Harding Alistair J.³, Holbrook W. Steven⁴, Umhoefer Paul⁵ y
Axen Gary J.⁶

¹ Depto. de Geología, CICESE

² Georgia Tech, USA

³ Scripps Institution of Oceanography, USA

⁴ University Wyoming, USA

⁵ Northern Arizona University, USA

⁶ University California, Los Angeles, USA
mindundi@cicese.mx

Se presentan los resultados de cinco líneas de sísmica de reflexión multicanal marina llevadas a cabo en el sur y suroeste de la península de Baja California, cruzando la zona de subducción fósil de la microplaca de Magdalena bajo Baja California, la zona de falla Tosco-Abreojos y la continuación en mar de otras estructuras que se observan en tierra, tales como la falla Santa Margarita y los límites del bloque de Los Cabos. Estas líneas sísmicas son parte de un proyecto de estudio sísmico profundo de la margen suroccidental de la península de Baja California y el centro y el sur del Golfo de California. Se utilizó el buque oceanográfico Maurice Ewing, y como fuente de energía un arreglo de cañones de aire comprimido, con un volumen total de 1400 l, y un cable de registro (streamer) de 196 canales y 6000 m de longitud. Se obtuvieron secciones apiladas en tiempo y se aplicó una migración preliminar a los datos. Se observan con gran claridad las diferentes estructuras hasta una penetración de unos 6 s de tiempo doble, que corresponden a más de 6 km de profundidad.

Sesión Especial

Cien años de la utilización de la Energía
Geotérmica

Viernes 5

Salón Juárez 1

SE15-1

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ORIGEN GEOTÉRMICO EN MÉXICO

Abril Gaspar Alejandro
Comisión Federal de Electricidad
alejandro.abril@cfe.gob.mx

Aunque la generación de energía eléctrica de origen geotérmico empezó en México desde noviembre de 1959, cuando entró en operación una planta de 3.5 MWe en el campo geotérmico de Pathé, Hidalgo, la geotermoelectricidad comercial moderna y sostenida se inicia catorce años después, cuando en abril de 1973 entra en operación la primera unidad de 37.5 MWe del campo geotérmico de Cerro Prieto, BC. En la actualidad, más de 31 años después, México tiene una capacidad geotermoelectrica neta de 953 MWe integrados a la red de distribución, constituida por 36 unidades generadoras a condensación, a contrapresión y de ciclo binario, cuyas capacidades individuales van de los 1.5 a los 110 MWe. Hay otra pequeña unidad aislada de 300 kWe operando en Chihuahua. Todas esas unidades fueron diseñadas y construidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE opera actualmente cuatro campos geotérmicos, dos ubicados en la provincia de la Faja Volcánica Mexicana (Los Azufres y Los Humeros), otro ubicado en una cuenca transtensional del sistema de fallas de San Andrés (Cerro Prieto) y otro más asociado a la tectónica activa del Golfo de California (Las Tres Vírgenes). En ellos funcionan continuamente 205 pozos productores, con profundidades de 500 a más de 3 mil metros, que en lo que va del año 2004 han producido casi 7,700 toneladas por hora (t/h) de vapor geotérmico, acompañadas de 6,600 t/h de salmuera. Durante el año pasado, los campos geotérmicos generaron 6,282 gigawatts-hora (GWh), lo que representó el 3.1% de la electricidad generada total en México. Si bien éste es un porcentaje ciertamente pequeño a nivel nacional, la electricidad generada en el campo de Cerro Prieto representó más de la mitad de la energía eléctrica consumida en el sistema de distribución Baja California de la CFE. Actualmente, la CFE tiene planes para instalar 50 MWe adicionales en el campo de Los Humeros, Pue., y 75 MWe en el prometedor campo de Cerritos Colorados, ubicado en los alrededores de Guadalajara, Jal.

SE15-2

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

Lara Cuervo José Guillermo¹, Yáñez García Camilo², Hernández Zúñiga Roberto² y Prol Ledesma Rosa Maria³

¹ ESIA, Instituto Politécnico Nacional

² Comisión Federal de Electricidad

³ Instituto de Geofísica, UNAM
alter_aenima@yahoo.com.mx

La geotermia es una rama de las Ciencias de la Tierra que ha cobrado especial importancia en los últimos años debido a que se ha constituido como una fuente alternativa y eficiente en la generación de energía eléctrica. México es el tercer país a nivel mundial en producción de energía eléctrica por este conducto, contando en la actualidad con 5 campos los cuales son, en orden de importancia 1) Cerro Prieto, B. C.; 2) Los Azufres, Mich.; y 3) Los Humeros, Pue. 4) Tres Vírgenes BCN y el quinto denominado Maguarichi en la Sierra Tarahumara en Chihuahua. Es en Los humeros donde las condiciones y evolución geológicas son de particular interés debido a que

constituyen un sistema con características tectónicas y estructurales singulares que han servido de material para sinnúmero de estudios. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por tanto, toma aquí una especial relevancia por la complejidad de la zona en sí y debido a la característica de los SIG de desarrollar modelos que permitan establecer correlaciones entre diferentes parámetros de la zona de estudio que validen predicciones respecto a su productividad. Esta utilización de los SIG en Exploración Geotérmica abre una nueva perspectiva de trabajo a desarrollarse más ampliamente en años venideros. La eficacia de los SIG en la Geotermia se puede demostrar a través del uso de mapas temáticos de resistividad a profundidad, fallas y fracturas, temperaturas de pozos, mapas magnetométricos; así como de información geológica generada por el procesado digital de imágenes de satélite y de métodos matemáticos como álgebra Booleana, los índices calculados por el método de pesos de evidencia y la lógica fuzzy. En este trabajo se desarrolla esta aplicación particularmente en el campo de Los Humeros; teniendo también como objetivo el conocer la aportación de nueva información generada por los resultados de modelado con SIG en la evaluación del campo.

SE15-3

LA ENERGIA GEOTERMICA DESDE EL INICIO DE LA HUMANIDAD HASTA EL SIGLO XX

Suarez Arriaga Mario Cesar
Facultad de Ciencias Fisico Matematicas, UMSNH
msuarez@zeus.umich.mx

Durante millones de años muchas áreas en nuestro planeta fueron ricas en manifestaciones geotérmicas activas: volcanes, terremotos, aguas termales, fumarolas, exhalaciones de gas, lagos de barro, depósitos de minerales hidrotermales. La presencia durante milenios de comunidades humanas en zonas geográficas con manifestaciones geotérmicas se detectó por descubrimientos arqueológicos. Tales vestigios permiten para inferir que el humano estableció una relación de convivencia con los volcanes y con otros fenómenos de la energía de la Tierra. Desde su pasado más oscuro, los hombres prehistóricos usaron piedra volcánica, obsidiana, pedernal y basalto para fabricar armas y herramientas. Usaron lava para hacer sus casas con piedra dura. Supieron del cocimiento de alimentos en fumarolas y rocas calientes, del uso de aguas termales y barro en la higiene del cuerpo, para curar heridas y templar flechas y lanzas usadas en la caza y en la guerra. Con el inicio de asentamientos humanos consagrados al cultivo de la tierra alrededor de zonas volcánicas, surgieron las primeras experiencias sistemáticas de la utilización del calor terrestre. Lavar y bañarse en sistemas naturales de aguas termominerales, irrigación de jardines, aplicaciones terapéuticas, recreación y relajación, ocurrieron en culturas antiguas diferentes. El Baño en aguas termales fue una parte esencial de la vida en muchas civilizaciones avanzadas del pasado. Los manantiales de agua caliente conteniendo minerales se usaron no sólo para curar enfermedades físicas reumáticas, ciáticas o ginecólogas, sino también para tratar problemas psiquiátricos. El vapor ruso proviene de Grecia mientras que el Temascal es típico de Mesoamérica. El sauna finlandés y los baños termales japoneses de agua mineral, vienen de raíces históricas diferentes. Los baños árabes todavía existen en la ciudad vieja de Granada en España. El baño turco de vapor seco e innumerables Spas son muy populares en el mundo actual. La energía geotérmica jugó un papel importante en la ocupación humana del territorio. Algunos investigadores demostraron que el desarrollo social, agrícola y artístico de la población original en sitios volcánicos fue influenciado por las erupciones volcánicas. Las interpretaciones religiosas míticas de fenómenos geotérmicos ocurrieron temprano,

reflejando un respeto profundo hacia el calor de la Madre Tierra. En las culturas mesoamericanas, dios del fuego fue considerado padre de todos los otros dioses y su representación como un hombre viejo hace pensar en la vejez de montañas y volcanes. La relación de hombre con la energía geotermal tuvo una interpretación ética dual: benéfica/maléfica, constructiva/destructiva. Esta comprensión influyó profundamente la visión cósmica de esos pueblos. Muchas culturas antiguas se desarrollaron cerca de aparatos volcánicos recientes. Ahora sus descendientes usan los manantiales de agua termomineral, calientan o enfrían el espacio habitable y establecen programas agrícolas con geotermia, mientras otros comercializan sus derivados o construyen proyectos de generación eléctrica. Esta perspectiva da énfasis a la antigüedad prehistórica de los procesos cognoscitivos del fenómeno geotérmico.

SE15-4

ESTADO TÉRMICO INICIAL DEL CAMPO GEOTÉRMICO LOS AZUFRES, MICHOACÁN

García Gutierrez Alfonso¹, Arellano Gomez Víctor Manuel¹,
Altamirano Flores Jazmin Lizbeth² y Torres Rodriguez Marco
Antonio³

¹ Gerencia de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Depto. de Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Puebla

³ Residencia del Campo Geotérmico Los Azufres, CFE
aggarcia@iie.org.mx

Se determinó el estado térmico imperturbado del campo geotérmico Los Azufres Michoacán. Para ello, se utilizaron los registros de temperaturas de 62 pozos del campo y, a partir de ellos, se obtuvieron las temperaturas estabilizadas como función de la profundidad de cada pozo mediante los métodos de Horner y la Esfera. Posteriormente, se elaboraron gráficas que muestran los registros de temperatura, las temperaturas estabilizadas, la litología, la terminación, las pérdidas de circulación y varias gráficas de la velocidad de calentamiento entre registros de temperatura consecutivos de cada pozo. Estas gráficas permitieron correlacionar la zona principal de aporte de fluidos de cada pozo con la temperatura de yacimiento en esa zona.

Enseguida se graficaron las temperaturas de yacimiento como función de la elevación. Este modelo revela la existencia de líquido comprimido profundo (a unos 308°C) que asciende hasta que, aproximadamente a 1300 m.s.n.m., comienza a ebullición. Esta región de fluido bifásico se extiende hasta aproximadamente 1700 m.s.n.m. (con una temperatura de 280°C) en donde el vapor saturado es la fase que controla el comportamiento del sistema. La temperatura de la región predominada por vapor varía relativamente poco con la elevación (aproximadamente 272°C a 2500 m.s.n.m.)

Finalmente se elaboraron secciones transversales del yacimiento que muestran curvas isotermas de la distribución de temperaturas del campo geotérmico, localizándose las zonas de flujo convectivo de calor y su relación con las fracturas del yacimiento.

SE15-5

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO DE LAS TRES VIRGENES, B.C.S.

Antayhua Vera Yanet¹, Lermo Samaniego Javier Francisco¹,
Romero Francisco², Bernal Esquia Yesenia Isabel¹, Vega Rocha
Daniel¹ y Chavacan Avila Marcos¹

¹ Coordinación de Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería,
UNAM

² CFE

yanet@axil.igp.gob.pe

La región geotérmica de Las Tres Vírgenes, ubicada en el extremo Este de Baja California Sur, ha sido motivo de diversos estudios geológicos y sismológicos durante estos últimos tiempos debido a su potencial geotérmico económicamente rentable. Así, en Setiembre del 2003 el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el CFE realizaron la instalación de 10 estaciones sísmicas (temporales y permanentes) alrededor de esta región. Esta red sísmica ha permitido registrar 17 sismos regionales y locales, los mismos que se distribuyen en los extremos y sobre las trazas de los sistemas de fallas presentes.

Sin embargo, de estos 17 sismos se han seleccionado solamente 6 de ellos debido a que fueron localizados en la zona de mayor interés de este estudio. En general, estos sismos presentan magnitudes M_d menores a 2.1 y profundidades del orden de los 5 km. La orientación de la fuente obtenida a partir de la polaridad de la onda P indica que estos sismos presentan mecanismos focales de tipo inverso y transcurrentes con componentes normales.

En consecuencia, el análisis de la actividad sísmica en superficie, en profundidad y sus mecanismos focales ha permitido realizar una interpretación y la posible configuración de la sismotectónica de la zona geotérmica de Las Tres Vírgenes.

SE15-6

MODELADO GEOQUÍMICO DE FLUIDOS EN EL SISTEMA HIDROTÉRMICO COSTERO DE BAHÍA CONCEPCIÓN, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Villanueva Estrada Ruth Esther¹, Prol Ledesma Rosa María²,
Torres Alvarado Ignacio³ y Canet Miquel Carles²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Centro de Investigación en Energía, UNAM
estherv@mar.icmyl.unam.mx

La actividad hidrotermal submarina en Bahía Concepción (costa Este de la Península de Baja California) consiste en diversas manifestaciones termales distribuidas a lo largo de un sistema de fallas de dirección NW-SE relacionado con la tectónica extensional terciaria de la región del Golfo de California. Estas manifestaciones incluyen un área de emanación difusa de fluidos hidrotermales (agua y gas), a profundidades de entre 5 y 15 m, y un conjunto de manantiales termales situados en la zona intermareal. Las temperaturas medidas en el área de emanación difusa varían entre 50°C en el fondo marino y 87°C a una profundidad de 10 cm en los sedimentos. En los manantiales intermareales la temperatura de descarga de los fluidos alcanza los 62°C. Alrededor de las zonas de descarga de fluidos hidrotermales precipitan ópalo, calcita, barita, óxidos de Mn y de Fe, pirita y cinabrio. Los análisis químicos indican que el agua termal está enriquecida en Ca, As, Hg, Mn, Ba, HCO₃⁻, Li, Sr, B, I, Cs, Fe y Si

respecto al agua de mar. Las composiciones química e isotópica ($\delta^{18}\text{O}$, δD) del agua termal se explican mediante un modelo de mezcla simple entre agua marina local y un miembro final termal, en el que la contribución del miembro final termal en la mezcla es del 40%. La aplicación de geotermómetros (Na/Li, Na-K-Ca y Si) a partir del agua termal proporciona temperaturas de hasta 200°C para el reservorio profundo, e indica una temperatura de equilibrio somera de unos 120°C. La modelación química de las soluciones hidrotermales, teniendo en cuenta los minerales precipitados, sugiere que el agua del miembro final termal se mezcla con agua marina cuando circula a través de los sedimentos sin consolidar de la bahía, siendo éste proceso el principal factor que condiciona la composición de los fluidos descargados.

SE15-7

APLICACIÓN DEL MÉTODO INVERSO PARA UNA CARACTERIZACIÓN ÓPTIMA DE LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS DE MÉXICO

Hernández Ochoa Abel
Instituto de Investigaciones Eléctricas
afho@iie.org.mx

México se encuentra entre los países con una mayor capacidad de producción geotermoeléctrica del mundo. Sus principales yacimientos geotérmicos de Cerro Prieto y Los Azufres, explotados por la Comisión Federal de Electricidad, son unos de los más eficientes y rentables a nivel mundial. Para incrementar la productividad geotérmica de nuestro país es primordial acrecentar el conocimiento que se tiene de los campos geotérmicos existentes y potenciales. Lo cual también permite una planeación más objetiva de la explotación de los recursos energéticos de nuestro subsuelo.

Una manera de mejorar la caracterización de nuestros yacimientos, la cual no ha sido aprovechada en estudios previos, es mediante el uso del método inverso. Esta metodología permite utilizar datos de variables de estado (presión, flujo, concentración, etc.) así como de mediciones previas de parámetros geohidrológicos (transmisividad, conductividad hidráulica, porosidad, recargas, etc.), si se cuenta con ellas, con el fin de definir mejor la distribución espacial, generalmente heterogénea, de estos parámetros. El método inverso se basa generalmente en una regresión no lineal de las ecuaciones de estado de flujo y transporte de energía y masa que se resuelve numéricamente mediante un método Gauss-Newton. Las ecuaciones de estado son implementadas previamente en un simulador numérico. La metodología inversa permite también obtener una medida de los errores de los parámetros estimados.

La predicción de flujo y transporte obtenida mediante este método utiliza al máximo la información geohidrológica y geoquímica recabada en campo. La aplicación del método inverso optimiza así el uso de la información disponible, requiriendo para ello solamente de una infraestructura computacional adecuada.

SE15-8

RESPUESTA DEL YACIMIENTO DE LOS AZUFRES, MICHOACÁN A LA EXPLOTACIÓN

Arellano Gómez Víctor Manuel¹, Torres Rodríguez Marco Antonio² y Barragán Reyes Rosa María¹
¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas
² Comisión Federal de Electricidad
vag@iie.org.mx

Se investigó la respuesta del yacimiento de Los Azufres a la explotación a través de la evolución de las condiciones termodinámicas de los fluidos del yacimiento considerando los principales cambios ocurridos desde el inicio de su explotación en 1982 hasta 2002. Las condiciones termodinámicas de los fluidos del yacimiento se obtuvieron mediante la simulación del flujo de fluidos y calor en pozos usando el simulador de pozos "WELFLO" y datos de producción de veinte pozos del campo. Las condiciones iniciales de los fluidos en la zona norte del campo se localizaron en la región de líquido comprimido mientras que la primera respuesta a la explotación consistió en una disminución de la presión y un aumento en la entalpía de los pozos. A largo plazo se observaron cambios muy pequeños en la presión y mayores incrementos en la entalpía de los pozos. Las condiciones termodinámicas iniciales de los pozos de la zona sur mostraron la presencia de líquido comprimido, fluido bifásico y vapor. La primera respuesta a la explotación consistió en una disminución de la presión y un aumento en la entalpía de los pozos, mientras que a largo plazo se han observado diversos procesos tales como: disminución de presión y gasto, ebullición, enfriamiento, producción de vapor. En pozos afectados por la reinyección se han observado incrementos tanto en la presión como en el gasto producido.

SE15-9

PRIMERA ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS GEOTÉRMICAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Iglesias Rodríguez Eduardo, Torres Rodríguez Rodolfo J. y Martínez Estrella J. Ignacio
Instituto de Investigaciones Eléctricas
iglesias@iie.org.mx

Como hemos demostrado en trabajos previos, la República mexicana cuenta con importantes reservas geotérmicas de temperaturas inferiores a 200°C, que en la actualidad son mayormente subutilizados. Dichos trabajos se enfocaron sobre las reservas agregadas de todos los estados Mexicanos con recursos geotérmicos conocidos. En este trabajo presentamos una estimación parcial de las reservas geotérmicas del Estado de Querétaro. La estimación que presentamos es necesariamente parcial porque no se cuenta todavía con la información necesaria para cubrir todos los recursos geotérmicos del Estado.

Querétaro ocupa el segundo lugar en la República considerando el número de anomalías geotérmicas catalogadas por Estado. Nuestra compilación actualizada registra 238 anomalías geotérmicas en el mismo. Esta abundancia de recursos geotérmicos es consistente con el hecho de que el 50.6% del área del Estado se localiza en el Eje Neovolcánico Mexicano.

Nuestra estimación incluye aproximadamente 47% de las anomalías geotérmicas catalogadas, distribuidas en 28 localidades geotérmicas, cuyas áreas varían entre aproximadamente 3 y 46 km².

Para estimar las reservas utilizamos el método de volumen, complementado con simulaciones Monte Carlo, con el fin de cuantificar las incertidumbres inherentes, y un factor de recuperación de 25%. Nuestros resultados indican que las reservas geotérmicas de estas 28 localidades Queretanas se ubican entre 1.9×10^{16} y 3.3×10^{16} kJ, con 90% de confianza. Las temperaturas de yacimiento más probables estimadas varían entre 76 y 148°C. Esto permitiría el aprovechamiento de las reservas en una gran variedad de aplicaciones domésticas e industriales, útiles en el entorno socioeconómico del Estado, como: secado de frutas, granos y bloques de cemento; calor de proceso para las industrias textil, papelera, azucarera, cervecera, refresquera, etc.; invernaderos; cría de peces y mariscos; calefacción y refrigeración; spas y balnearios; etc.

Las magnitudes de las reservas estimadas y de sus temperaturas asociadas son potencialmente importantes para impactar positivamente el desarrollo económico del Estado, y, particularmente, el de las poblaciones localizadas en las inmediaciones de estos recursos. A futuro, sería aconsejable obtener la información faltante de las anomalías geotérmicas catalogadas y estimar las reservas totales del Estado, que podrían llegar a duplicar aproximadamente las presentadas en esta estimación parcial.

SE15-10

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE LOS AZUFRES A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN DE EQUILIBRIO QUÍMICO DE FLUIDOS PRODUCIDOS DURANTE 1998-2002

Barragán Reyes Rosa María¹, Arellano Gómez Víctor Manuel¹, Sandoval Medina Fernando², Amaya Cruz Sandra³ y Tello Hinojosa Enrique²

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas

² Comisión Federal de Electricidad

³ Universidad Autónoma de Tamaulipas
rmb@iie.org.mx

Con el propósito de investigar los efectos de la explotación del yacimiento de Los Azufres Michoacán se estudiaron los cambios de composición de los fluidos producidos durante 1998-2002, a través de la modelación de equilibrio químico y los resultados se compararon con los obtenidos para el estado inicial de yacimiento en 1987-1988. El estudio se realizó en diez pozos productores de mezcla bifásica de las dos zonas del campo empleando el programa EQQYAC para efectuar la modelación de equilibrio. La temperatura de yacimiento se estimó mediante el geotermómetro CCG mientras que en los pozos de vapor se utilizó el método FT-HSH2 que proporciona además el exceso de vapor de yacimiento. Los principales cambios observados son los siguientes: disminución del pH de yacimiento y aumento o disminución de la saturación de líquido en la formación. La disminución del pH de yacimiento se puede atribuir a la ocurrencia de ebullición del líquido profundo, inducida por la disminución de presión, que libera especies como CO₂ y H₂S que acidifican el medio. La disminución generalizada de pH modificó el equilibrio fluido-mineral desde las fases albita-feldespatos-muscovita, donde se ubicaron los fluidos en 1987-88 hacia el área de estabilidad de la muscovita. Con respecto a las condiciones iniciales, algunos pozos mostraron aumento en la saturación de líquido en la formación lo que puede deberse al arribo de fase líquida por recarga natural desde una zona más profunda del yacimiento, o bien, a través del arribo de fluidos de reinyección. Por el contrario, debido a la ocurrencia de una alta fracción de vapor de yacimiento, en otros pozos se encontró una

disminución en la saturación de líquido. La distribución de la estimación de valores de temperatura de yacimiento refleja los efectos de la reinyección de fluidos encontrándose una tendencia decreciente hacia el oeste de la zona sur, donde se localizan los pozos reinyectores de la zona.

SE15-11

GEOQUÍMICA DE MANANTIALES TERMALES DE LA ZONA DE PIEDRAS DE LUMBRE, CHIH., MÉXICO

Tello Hinojosa Enrique
Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos, CFE
enrique.tello@cfе.gov.mx

La composición química de manantiales termales de las zonas de Recubichi y Piedras de Lumbre, Chih., fueron estudiados con el fin de establecer las características geoquímicas del acuífero somero y su interacción con fluidos geotérmicos. Se realizaron dos muestreos de fluidos en 1984 y 1995. La composición química del agua de los manantiales es sulfatado-sódica. Los manantiales más calientes se encuentran en la zona de equilibrio parcial, mientras que los de menor temperatura se desplazan hacia la región de aguas someras. La temperatura a la cual se está efectuando la interacción agua-roca es de 200°C. Los gases son característicos de un ambiente geotérmico. La temperatura estimada por gases es de 187°C. El He es de origen profundo, mientras que el N₂ es de origen atmosférico. No se detectó metano, lo que indica que el equilibrio de los gases con la fase líquida se está efectuando a temperaturas mayores de 150°C. La composición química de los manantiales de Recubichi y Piedras de Lumbre presenta una gran similitud, lo que indica que tienen el mismo origen, o bien, que son alimentados por el mismo sistema hidrotermal. No se detectó arsénico y el boro presenta concentraciones del orden de 0.175 ppm.

SE15-12

EFECTO DE LA COMPRESIBILIDAD EN ROCAS CONSOLIDADAS Y NO CONSOLIDADAS

García Manuel Pablo y Contreras López Enrique
Instituto de Investigaciones Eléctricas
pggarcia@iie.org.mx

La compresibilidad de la roca juega un papel importante en la caracterización de un yacimiento geotérmico o petrolero. La recuperación del fluido, vapor o aceite, depende en gran cantidad de propiedades tales como la permeabilidad, porosidad, difusividad térmica y la compresibilidad de la roca entre otras.

El presente trabajo muestra un análisis de la compresibilidad de rocas, propiedad que depende directamente de la relación de la presión efectiva de sobrecarga y de la relación de Poisson.

El estudio se efectuó tanto de pozos geotérmicos como de pozos petroleros. Se hace énfasis especial entre las rocas bien consolidadas las que no lo son tanto.

La investigación realizada se efectuó en laboratorio simulando las condiciones de yacimiento, considerando esfuerzo uniaxial sobre muestras cilíndricas de 4 pulgadas de diámetro por 6 pulgadas de longitud. El intervalo de presión aplicada a la muestra va desde 0 hasta 500 Kg/cm² y a la temperatura de 200°C.

El desarrollo de las pruebas se llevó a cabo en el laboratorio de yacimientos del Instituto de Investigaciones Eléctricas. El equipo experimental utilizado fue desarrollado en el mismo instituto, los componentes principales del equipo experimental son: una autoclave de confinamiento, una bomba automática multifuncional y una computadora personal.

La autoclave se utilizó para presurizar a la muestra hasta alcanzar la condición de yacimiento, la bomba se utilizó en el modo de operación de receptor de fluido para cuantificar el volumen de salmuera o aceite desalojado por la muestra cuando se le comprime. La computadora personal se encarga de controlar el proceso y de registrar los datos experimentales más relevantes.

Los resultados obtenidos muestran que el efecto de la compresibilidad de volúmenes de poros es más notorio en las rocas no consolidadas, tales como las areniscas localizadas en el golfo de México y en algunos pozos del campo de Cerro Prieto B.C.

La importancia de este estudio radica en la información obtenida que es de gran utilidad para el ingeniero de yacimientos para cuantificar el efecto sobre la porosidad efectiva del núcleo así como también el efecto de la compresibilidad de volúmenes de poros sobre la permeabilidad del núcleo.

SE15-13 CARTEL

HYDRO-GEOCHEMISTRY AND ISOTOPIC FLUID EVOLUTION OF THE "LOS AZUFRES" GEOTHERMAL FIELD, CENTRAL MEXICO

González Partida Eduardo¹, Levresse Gilles¹, Tritlla Jordi¹, Gonzalez Sanchez Francisco², Ramirez Silva German² y Venegas Salgado Saul²

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Comision Federal de Electricidad
egp@geociencias.unam.mx

Hydrothermal alteration at Los Azufres geothermal field is mostly propylitic with a progressive dehydration with depth and temperature increase. Argillic and advanced argillic zones overlie the propylitic zone due to the activity of gases in the system. The deepest fluid inclusions (proto-fluid) are liquid-rich with low salinity, with NaCl dominant fluid type and ice melting temperatures (T_m) near zero (0°C) and salinities of 0.8 wt % NaCl equivalent. The homogenization temperatures (Th) is Th=325±5°C. The boiling zone presents Th=±300°C and salinities between 1 and 4.9 wt % NaCl equivalent, implying a vaporization process and a very important participation of non-condensable gases (NCG), mostly CO₂. The upper part of the geothermal reservoir (from 0 to 700 m depth) presents positive chalthrate melting temperatures (fusion) with Th=150°C. These could well be the evidence of a high gas concentration. The current water produced at the geothermal wells is NaCl rich (geothermal brine) and it is fully equilibrated with the host rock at temperatures between T=300°C and 340°C. The hot springs are acid-sulfate, indicating that are formed by meteoric water heated by geothermal steam. The NCG related to the steam dominant zone are composed mostly by CO₂ (80 to 98% of all the gases). The gases represent the between the 2 to 9 wt % of the total mass of the fluid of the reservoir. We interpret the evolution of this system as deep liquid water boiling when circulates through fractures connected to the surface. Boiling is accompanied by a drop of pressure, which in turns favors an increasing steamization rate with the brine ascending towards the surface. During this ascent, the fluid changes to steam-dominant and steam in the shallowest

zone, where mixing with perched aquifers and meteoric water occurs. Stable isotope (δ¹⁸O‰-δ^D‰) of the geothermal brine indicates mixing processes between meteoric water and a minor magmatic component. The enrichment in δ¹⁸O‰ is due to the rock-water interaction at relatively high temperatures. Stable isotope data of δ¹³C 0/00 show a magmatic source with minor meteoric contribution for CO₂. The initial isotopic value for sulfur is δ³⁴SRES=-2.3 ‰, which implies a magmatic source. More negative values at shallow pyrite range from δ³⁴S FeS₂=-4‰ to -4.9‰, indicating a boiling processes. Same fractionation tendencies are observed for fluids in the reservoir (δ¹⁸O‰-δ^D‰).

SE15-14 CARTEL

LA COMPETIVIDAD ECONOMICA DE LA ENERGIA GEOTERMoeLECTRICA EN MEXICO

Bazán Perkins Sergio Dale

Depto. de Ingeniería en Energéticos, Posgrado de Ingeniería,
UNAM

bazanperkins@hotmail.com

De fundamental importancia para la seguridad del país es la generación de energía eléctrica mediante recursos energéticos domésticos, que propicien desarrollo tecnológico, a costos razonables y de altos efectos multiplicadores en sus sectores económicos. No obstante, la actual política energética de México, orientada a intensificar la generación de electricidad basada en el gas natural y carbón mineral de importación, implica mayor dependencia energética externa, fuga de divisas y mayores emisiones de gases de efecto invernadero, que no resuelven la problemática en forma eficiente y sostenida.

Particularmente, la generación geotermoelectrica resulta altamente viable para ser desarrollado al máximo en México. Su empleo favorece la seguridad del suministro eléctrico por no depender de la climatología y de los precios de los combustibles. Además de ser una fuente de energía renovable, se obtiene energía eléctrica sin emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, México está entre los países avanzados en el desarrollo tecnológico de la geotermoelectricidad, desde la prospección de los campos geotérmicos hasta su empleo para la generación eléctrica, y participa en su implementación en otros países. En el 2001, al comparar su costo de generación (€3.79US/kWh) y factor un aprovechamiento (76%) con la de otras fuentes de generación (CONAE-SENER, 2002); se deduce que la generación geotérmica estaría entre las más viables del Sistema Eléctrico Nacional.

Sin embargo, de acuerdo con la información de la SENER (2003), durante el 2002 la capacidad de generación geotermoelectrica fue de apenas 843 MWe, que es el 2.0% de la capacidad instalada, cuando su potencial estimado es de 2,400 MWe. Por tanto, únicamente se emplea un 35% del potencial de generación, si se aprovecharán además el 65% restante estaría cubriendo un 6% de la capacidad.

Si bien, el potencial de generación geotermoelectrica es limitado e insuficiente para cubrir la demanda eléctrica, al intensificar la exploración y aprovechamiento de nuevos campos geotérmicos, se decrementaría el riesgo del suministro energético. En comparación, con la generación hídrica, solar y eólica, dependientes de la climatología. Recientemente, las termoelectricas a base de gas representan un alto riesgo en la seguridad energética, por la volatilidad del precio del combustible y, recientes importaciones de

gas. A su vez, al promoverse la importación de gas licuado por la vía marítima se agregan otros problemas de suministro, como acontece en Estados Unidos, asociados a la climatología y estabilidad política de los países exportadores.

En suma, la actual política energética propicia un alto riesgo en la economía de México, al no promover la expansión de electricidad mediante fuentes de energía alternas, como serían geotérmica, solar, biomasa, hidrógeno y nuclear. Por el contrario, cada vez es mayor dependencia en las importaciones de gas natural debido a los altos consumos que obliga el sector eléctrico, sustentadas con escasas reservas probadas. La "Prospectiva del Sector Eléctrico 2003-2012", SENER (2003), proyecta al 2006 que el sector eléctrico consumirá un 37% del gas natural producido y en 2010 el 40.7%. De las importaciones, absorberá hacia el 2006 el 26% y para el 2010 un 50%, cifras que se consideran conservadoras.

SE15-15 CARTEL

DETECCIÓN DE HIDROCARBUROS MEDIANTE ALGORITMOS DE LÓGICA DIFUSA EN IMÁGENES DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUCIÓN

Torres Rodríguez Vicente, Bolongaro Crevenna Andrea, Luna Angel y Lagunas Rodrigo
Programa de Investigación en Recursos del Subsuelo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
vicente.torres@anide.edu.mx

La detección de hidrocarburos (HC) del petróleo sobre la superficie terrestre tuvo éxitos en las zonas oceánicas mediante la utilización de radares. Del lado continental, Torres y Origel (1996) desarrollaron el índice normalizado de hidrocarburos en suelos (NDHSI) que tuvo aplicaciones exitosas con imágenes Landsat 5 en zonas tropicales.

Con la finalidad de localizar cuerpos pequeños de hidrocarburos tales como derrames, manifestaciones naturales (chapopoterías) o acumulaciones industriales, se desarrollaron algoritmos de lógica difusa que combinan: información espectral de imágenes de satélite de alta y moderada resolución, información morfológica de la geometría de los cuerpos de HC por detectar y las relaciones espaciales con sus fuentes naturales o artificiales.

Como resultado se obtuvieron metodologías para clasificar mediante técnicas de segmentación multiespectral cuerpos de hidrocarburos en variados ambientes climáticos y fisiográficos, localizados en zonas continentales.

Aplicaciones de esta tecnología conducirán a la elaboración de inventarios de manifestaciones de hidrocarburos en superficie, localización y mapeo de derrames en zonas continentales, cuantificación de pasivos ambientales de los sectores petroleros e industrial, así como el monitoreo de acciones de restauración ambiental en zonas afectadas por derrames de hidrocarburos.

SE15-16 CARTEL

SEGMENTACIÓN MUTIESPECTRAL PARA EL MAPEO DE ALTERACION HIDROTERMAL: APLICACIÓN DE ALGORITMOS DE LOGICA

Torres Rodríguez Vicente¹, González Partida Eduardo² y Bolongaro Crevenna Andrea¹

¹ Programa de Investigación en Recursos del Subsuelo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

² Centro de Ciencias de la Tierra, UNAM
vicente.torres@anide.edu.mx

Se presenta una metodología para el reconocimiento y clasificación de zonas de alteración hidrotermal basada en tecnologías de análisis de imágenes multiespectrales orientada a objetos. La metodología propuesta difiere de la tradicional donde las imágenes están formadas por simples píxeles, introduciendo el concepto de objetos entre los cuales existen interrelaciones mutuas. Tales objetos (minerales y asociaciones de minerales) además de sus propiedades espectrales en las regiones visible, infrarroja y térmica, contienen propiedades "semánticas" tales como forma, dimensiones, orientaciones y relaciones con su entorno geológico, que permiten mediante el establecimiento de reglas de pertenencia (en lógica difusa), separar los que pertenecen a cada grupo mineral característico (zonas de alteración hidrotermal).

La aplicación de esta tecnología se la comparó con otros métodos basadas exclusivamente en el análisis multiespectral, como el método Crosta de clasificación por componentes principales, encontrándose una clasificación mejorada.

La clasificación de objetos mediante lógica difusa, en este caso zonas de alteración hidrotermal, permitió introducir dentro de cada objeto sus propiedades mineralógicas observables en las distintas regiones del espectro electromagnético, sus propiedades geomorfométricas y sus relaciones espaciales con las estructuras mayores del sistema volcánico al cual se encuentran asociadas.

La validación de resultados se realizó mediante comparación analítica de mapas elaborados con técnicas de cartografía geológica de campo, así como estudios geoquímicos de la mineralogía de alteración hidrotermal de muestras de campo.

Sesión Especial

**Tectónica Cenozoica del Golfo de México.
Sus relaciones con las estructuras del este
y noreste de Mexico continental**

Lunes 1

Salón Juárez 2

SE16-1 CARTEL

THE RÍO GRANDE FAULT, A MAJOR MID-TERTIARY LEFT-LATERAL SHEAR ZONE

Flotté Nicolas¹, Martínez Reyes Juventino², Rangin Claude¹,
Tardy Marc³, Husson Laurent¹ y Le Pichon Xavier¹

¹ Collège de France

² Centro de Geociencias, UNAM

³ Université de Savoie, France
flotte@cdf.u-3mrs.fr

It is generally assumed that the last major compressive deformation in the Sierra Madre Oriental took place during the Laramide orogenesis (Upper Cretaceous-Early Eocene). We have studied the N120° Babia lineament inherited from the Jurassic opening of the Gulf of Mexico and located at boundary between United States and Mexico. We demonstrate that it was active during Oligocene. In the Ojinaga area (Chihuahua), Oligocene volcanic sequences overlying the Upper Cretaceous are tightly folded, parallel to the N120° trend of the Rio Grande river. Thus the valley is underlined by a major sinistral fault which separates morphologically the Oligo-Miocene Big Bend Volcanic province of Texas from the tightly folded calcareous Mesozoic limestones of Chihuahua (Mexico). To the east, the sinistral fault-system extends below the Burgos basin. It offsets the Paleocene-Eocene oil-fields of roughly 40-60km. We propose that during the Oligocene, the shear controlled the distribution of the Burgos normal faults as demonstrated by their pattern that is compatible with sinistral wrench. Indeed, the Oligocene depocenters are also offset by ~40km. We conclude that a ~900km long shear zone that might be called the Rio Grande Fault was active during mid-Tertiary with a total offset of 40-60km. Its activity should obviously affect the Tertiary depocenters in southwestern Texas and within the Burgos basin. A major question concerns the possible extension offshore of this system.

SE16-2 CARTEL

GEODYNAMICS OF MID-TERTIARY EXTENSIONAL PHASE IN SOUTHWEST TEXAS AND RELATIONSHIP WITH THE RÍO GRANDE FAULT

Le Pichon Xavier, Rangin Claude, Husson Laurent y Flotté Nicolas

Collège de France
lepichon@cdf.u-3mrs.fr

Based on the heat flow, crustal thickness and deep structural style, Husson et al. and Rangin et al. have argued in preceding papers that southwestern Texas was affected by crustal extension during Tertiary. The extension produced two southwest-northeast elongated zones of lithospheric and crustal thinning that are about 60 km wide and 600 km long. The northwestern one is situated onshore, southeast of the Wilcox fault and the southeastern one is situated offshore, below the Corsair fault zone. The crust appears to have been thinned by about a factor of two, corresponding to a total extension of about 60 km. The 180 km distance between the two extensional zones gives a wavelength of deformation that is compatible with lithospheric boudinage. Flotté et al. have further demonstrated the existence of a major 900 km long northwest-southeast rectilinear zone of left-lateral shear that was active during mid-Tertiary time with an offset of 40-60 km. The Rio Grande fault zone follows closely the trace of the Rio Grande except where it makes a large eastward excursion in its middle portion.

The two extensional zones appear to terminate to the southwest against this Fault Zone that transfers the 60 km of motion northwestward toward the Big Bend area. The extension and the related left-lateral shear are thus parts of a large scale geodynamic phenomenon that was most active during mid-Tertiary time. Available evidence indicates that the extensional activity migrated southeastward from Paleocene to Miocene.

SE16-3 CARTEL

MID-TERTIARY CRUSTAL THINNING AND GROWTH FAULT INTERACTIONS ON THE TEXAS SHELF

Rangin Claude, Flotté Nicolas, Husson Laurent y Le Pichon Xavier

Collège de France
rangin@cdf.u-3mrs.fr

Husson et al. have shown that the high heat flow on the southwestern shelf could best be explained by lithospheric extension during mid-Tertiary. Flotté et al. have demonstrated the existence of a zone of left-lateral shear of mid-Tertiary age with an offset of 40-60km, compatible with the amount of extension required by the heat flow anomaly. Yet the usual interpretation of Tertiary tectonics there is purely gravitational. We discuss whether a different structural interpretation can be made involving deep crustal extension. We take into account the fact that the high thermal regime on the southwestern Texan shelf indicates that ductile deformation behavior prevailed during Oligo-Miocene times below about 10km while the upper part underwent a brittle deformation. We discuss on this basis the structural style offshore Texas using recent penetrative reflection seismics. Particular attention is paid to the Corsair fault where the Tertiary infill is up to 10km thick. The heterogeneous distribution of Cretaceous reflectors is interpreted as stretching of the mid-lower crust. Evidence for ductile stretching beneath the main Corsair décollement includes undulations and shearing of that décollement level, and S/C shear bands. Two décollement levels materialize the rheological contrast, according to their respective depths. Additional support and correlations are provided by onshore seismic lines, where older décollement levels also appear at similar depth ranges. Still, gravitational collapse also contributes to extension in the upper crust. The coexistence of the two driving mechanisms is illustrated by crosscutting faults, their orientations and the occasional planar shape of the décollement.

SE16-4 CARTEL

THERMAL EVIDENCE FOR A MID-TERTIARY EXTENSIONAL EVENT IN SW TEXAS

Husson Laurent¹, Gaulier Jean Michel², Flotté Nicolas¹, Henry Pierre¹, Le Pichon Xavier¹ y Crépieux Norbert²

¹ Collège de France

² TOTAL

husson@cdf.u-3mrs.fr

A systematic analysis of a large database composed of 2000 Reservoir Temperatures and 4250 Bottom Hole Temperatures reveals unexpected features at a regional scale on the Texan and Louisiana shelves, onshore and offshore. A statistical analysis shows that the whole Texas is warmer than Louisiana. At a shorter scale, two NE trending thermal highs lay parallel to one another, along the Corsair (offshore) and Wilcox (onshore) fault zones.

Thermal modeling suggests that a steady state basal heat flow of about 70 to 75 mW/m² beneath the Corsair fault zone is required to counteract the heavy blanketing effect, i.e. about 30% higher than the Intermediate zone separating the thermal highs and 50% higher than Louisiana. The temperature distribution with depth altogether with the spatial distribution of the thermal and pressure anomalies exclude fluid flow as a cause of the thermal regime. Our preferred explanation is Tertiary lithospheric extension. The deep seated Tertiary faults on the shelf would be one of the expression of this lithospheric scale extension. The wavelength of the thermal field is compatible with lithospheric boudinage.

A key to the general understanding of the Tertiary tectonics of the Gulf of Mexico shelf is the potential extension of the thermal anomalies toward Mexico.

Sesión SELPER

Planeación urbano-regional

Jueves 4 — Viernes 5

Salón Goyesco 1

SS1-1

IRIS

Olarte Quiroz José Luis y Aguilar Lara Javier Vicente
INEGI
joseluis.olarte@inegi.gob.mx

La constante evolución en todos los ámbitos de la sociedad actual, emana información que puede ser cuantificada y relacionada con hechos o sucesos inherentes a tal evolución. Por otro lado, es observable que el comportamiento de esta información puede ser explicada, en forma complementaria, a través del estudio de la geografía de la información, la cual influye directamente a través de su flora, fauna, hidrografía, orografía, suelo, etc. En este orden de ideas, la sociedad demanda instrumentos que, acordes con la evolución tecnológica, permitan un análisis eficiente de la información disponible, y cuyos resultados puedan incidir, en forma positiva y directa, sobre una adecuada toma de decisiones. Así, es importante que quienes toman decisiones cuenten, en cada momento de cambio, con la información oportuna, suficiente y confiable, que les permita planear en forma eficiente las actividades que consumen los recursos disponibles y que influyen el curso del que hacer humano.

Por otro lado, una ventaja estratégica para las organizaciones actuales –en esta era de la información y del conocimiento- radica en su capacidad para recopilar, organizar y sistematizar una gran cantidad de datos, con la finalidad de contar con elementos suficientes para una toma de decisiones oportuna y sustentada. A este respecto, la información geográfica no es la excepción, la cual por su naturaleza requiere de tratamiento especial, tanto para su recopilación, organización y sistematización, como para su explotación. Por ello, previo a la aplicación de información geográfica digital, un usuario debe realizar tareas de recopilación, normalización y estructuración de dicha información; debe, además, hacerse de un sistema automatizado de información que le permita aplicar tal información; después, estará en posibilidades de iniciar su uso, análisis e interpretación.

Así, atendiendo a la misión institucional que considera el satisfacer las necesidades de información de interés nacional, se presenta IRIS –un sistema de información de base geográfica-, con una gran ventaja estratégica: contar con información geográfica y estadística, integrada, para su inmediata aplicación. La información estadística la conforman las bases o bancos de datos que integran y representan una parte de la realidad socio-económico-demográfica de un sector de la sociedad en un momento determinado, y que es susceptible de ser representada en el espacio geográfico que le corresponde; mientras que la información geográfica está dada por la representación en formato digital de los rasgos naturales y culturales del espacio físico que delimita la región ocupada por el sector social en cuestión.

En ese sentido, el objetivo de IRIS es: promover y facilitar el uso, análisis, interpretación e integración de la información geográfica y estadística nacional, que contribuya al conocimiento y estudio de las características del Territorio, con la finalidad de propiciar la toma de decisiones basada en elementos técnicamente sustentados.

SS1-2

**EMPLEO DEL SIG Y METODOLOGÍAS DE
CARACTERIZACIÓN Y PRIORIZACIÓN COMO
HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA EN
MICROCUCENCAS**

Gómez Garzón Alfredo, Medina Mendoza Raúl y Olvera
Salgado María Dolores
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
agomez@tlaloc.imta.mx

Se realiza una presentación de la utilización de un SIG como herramienta de planeación Participativa en microcuencas y de metodologías de caracterización del medio físico y priorización de microcuencas (SIG Cuencas), la cual parte del conocimiento de la microcuenca y la relación directa de trabajo con los habitantes de la misma para generar una estrategia de trabajo general, el diagnóstico del medio físico y aspectos socioeconómicos para lo cual se hace uso de cartografía y documentación relacionada, el análisis de la misma por parte de un equipo multidisciplinario y los habitantes de la microcuenca para poder instrumentar alternativas, así como generación de cartografía complementaria y sus requerimientos de inversión, y posteriormente la priorización o jerarquización de las mismas para su planeación en el tiempo y el espacio, la generación de cartografía de planeación y los mecanismos de vinculación con las políticas públicas e instrumentar los programas de las entidades municipales, estatales y federales que se traducen en realizar proyectos enfocados al desarrollo rural integral o desarrollo sustentable de la microcuenca.

SS1-3

**USO DE INTERNET COMO APOYO PARA LA TOMA DE
DECISIONES ESPACIALES**

Sorani Valentino¹, Contreras Macbeath Topiltzin¹, Ongay
Delhumeau Enrique² y Peña Luis Arturo²
¹ Universidad Autónoma del Estado de Morelos
² Asesores en Desarrollo Regional Sustentable S.C.
vsorani@uaem.mx

En el ámbito de un proyecto de Fondo Mixto Gobierno del Estado de Morelos – CONACYT, se está elaborando el ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Morelos. La primera etapa, que incluye el diagnóstico ambiental y la zonificación, ha llevado a la delimitación y caracterización de 75 unidades de gestión ambiental (UGA). La segunda etapa de planeación participativa se está desarrollando a través de 9 talleres a los cuales participan representantes de los sectores productivos más importantes del estado (agricultura, turismo, asentamientos humanos, industria, silvicultura y conservación de los recursos naturales). Con la finalidad de tener una participación más amplia de la sociedad se abrió en Internet una página web (www.redmeso.net/ugas) que incluye tres partes: una primera parte en la cual a través de la selección de mapas de las unidades de gestión ambiental los usuarios pueden indicar los mejores usos del suelo, una segunda en la cual el usuario sugiere políticas y lineamientos ecológico para la UGA seleccionada, y una tercera que consiste en una encuesta sobre el tipo de herramienta propuesto. Debido a la dificultad de parte de la población en acceder a este medio de comunicación, se han instalado en todo el estado 80 sitios abiertos al público, donde voluntarios ayudan las personas que quieren expresar su opinión a utilizar esta herramienta. La consulta ha

sido promovida por radio, televisión, periódicos, folletos y visitas en las escuelas. En los primeros 40 días, han entrado a la página 550 personas, de los cuales el 40 % tienen estudios superiores o posgrado, se han registrado 150 sugerencias de políticas ambientales y han contestado a la encuesta sobre el método 267 personas. Los resultados de la consulta se comparan con los mapas de aptitud elaborados con metodología multicriterios y multiobjetivos y se discuten las diferencias encontradas. El método propuesto demuestra que este tipo de herramienta puede apoyar la toma de decisiones espaciales involucrando una parte importante de la sociedad.

SS1-4

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE ACCIDENTES EN LAS CARRETERAS FEDERALES DE MÉXICO

Quintero Pereda Francisco L., Mayoral Grajeda Emilio F. y
Mendoza Díaz Alberto
Instituto Mexicano del Transporte
quintero@imt.mx

Se describen los esfuerzos que se han realizado en el IMT para elaborar Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el manejo de información de accidentes en Carreteras Federales. Los rasgos geográficos están integrados en un inventario de la Red Carretera Federal referenciada con sistemas de posicionamiento global (GPS). La información de accidentes está contenida en bases de datos alimentadas con los reportes de la Policía Federal Preventiva.

Con el desarrollo de estos sistemas se ha ganado en eficiencia, confiabilidad y automatización en el manejo y análisis de dichos datos. Aunque lo anterior sólo se ejemplifica para el caso del Estado de Querétaro, los desarrollos presentados ya han sido completados para todos los Estados. El sistema generado puede ser manejado descentralizadamente por los Centros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los Estados, para administrar lo correspondiente a sus redes.

Se describe el uso del sistema desarrollado para la generación de algunos resultados importantes, tales como: localización de puntos de alta incidencia de accidentes, generación e impresión de mapas en diferentes escalas, tablas estadísticas de saldos de muertos, heridos, daños materiales y vehículos involucrados, gráficas, así como índices de accidentalidad, fotografías de los puntos de conflicto, etc.

SS1-5

PROYECTO PARA LA PLANEACIÓN DEL DESARROLLO REGIONAL DEL LITORAL CENTRO Y SUR DE SINALOA

Ayala Baldenegro Leonardo, Plata Rocha Wenseslao, Roldan Lopez Horacio, Figueroa Elenes Rafael, Lopez Camacho Edgar B., Karam Quiñonez Carlos, Renterias Zatarain Rafael y Yáñez Gutiérrez Rene
Universidad Autónoma de Sinaloa
pupma@uas.uasnet.mx

El Estado de Sinaloa, ubicado en el noroeste mexicano cuenta con 58,092 km², que representa el 2.9% de la superficie del país; 656 km de litoral, que forma parte del Golfo de California; 2,216 km² de lagunas litorales. La región litoral, objeto de este estudio, comprende una franja territorial que abarca desde los límites de la

ZOFEMAT hasta aproximadamente 10 km tierra adentro. Forman parte los municipios de Escuinapa; Rosario; Mazatlán; San Ignacio; Elota y Culiacán. El área del Proyecto comprende 5,063.12 km², aproximadamente 8.7% de la superficie Estatal y 325 km de línea marina de 656 km que tiene el Estado. En esta franja, se concentran 559,055 habitantes, distribuidos en 771 localidades (3 ciudades, 15 centros de población y 753 localidades rurales) cuya población corresponde al 22.03% de la población del Estado (2'536,844 habitantes).

Esta región se identifica por ser un amplio espacio de interacciones del mar, la tierra y aguas epicontinentales; caracterizada por una gran diversidad de tipos de ecosistemas, dentro de los cuales destacan extensas playas y dunas; los acantilados de Mazatlán y San Ignacio; dos grandes sistemas lagunares estuarinos; sistemas de manglar. Asimismo, en esta región se detectan zonas importantes con uso de suelo agrícola y pecuario; acuícola. En lo referente a la actividad industrial, turística y de servicios destaca la ciudad y puerto de Mazatlán.

La elaboración del estudio abarca cuatro fases: la primera consiste en desarrollar los trabajos para la elaboración del Diagnóstico-Pronóstico Regional y Urbano; la segunda consiste en elaborar la estrategia de desarrollo integral de seis municipios; la tercera comprende integrar una matriz de corresponsabilidad sectorial para detectar y priorizar los proyectos estratégicos de mayor rentabilidad económica, social y ambiental. Finalmente, la cuarta corresponde a identificar los instrumentos mediante los cuales se concretará el proyecto.

Las posibilidades de transformación hacia un funcionamiento alternativo, se presentan como las fortalezas y oportunidades del territorio litoral, las cuales tienen la potencialidad de revertir las causas y efectos que generan las amenazas y las debilidades. Se tiene que para cada problemática estratégica se presentan los escenarios posibles que permitirán el desarrollo de la región o, en su caso, aquellos que puedan ser un obstáculo para el mismo. Una vez que se ha determinado los distintos usos del suelo, actuales y posibles, en el área de estudio; se realizó una abstracción de las posibilidades y limitaciones de cada sistema, para sostener un determinado uso del suelo, respaldada por una serie de reglas basadas en el grado de impacto previsto, por el desarrollo de obras o actividades proyectadas o en operación y la capacidad amortiguadora del sistema o sus componentes. Así se determinó el Uso Predominante; Uso Compatible; Uso Condicionado y Uso Prohibido. La localización de las áreas prioritarias para el desarrollo de proyectos productivos y de servicios; aquellas propuestas para su conservación o protección; así como los criterios de usos y destinos del suelo por unidades territoriales, se elaboró el Sistema de Información Geográfica, como producto de análisis y proyección del desarrollo de la región de estudio.

SS1-6

EL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO EN BAJA CALIFORNIA: UNA HERRAMIENTA NECESARIA PARA LA PLANEACIÓN REGIONAL

Bringas Rábago Nora L.
Colegio de la Frontera Norte
nbringas@colef.mx

El objetivo de este trabajo consiste en presentar algunos elementos que sirvieron como punto de partida para la elaboración de un modelo de ordenamiento territorial para el estado de Baja California. Con la ayuda de un SIG se hizo un escrutinio del medio físico-natural y su fragilidad ante el impacto de las actividades antrópicas. Posteriormente, se definieron las capacidades de uso del territorio y se determinaron las políticas de aprovechamiento y protección para lograr una mejor distribución de la población y las actividades económicas sobre el territorio, para operar los cambios que exige el encadenamiento hacia un desarrollo más equilibrado.

SS1-7

ESTUDIO DEL SUELO URBANO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA: LA EXPANSIÓN PERIFÉRICA ENTRE 1970-2000, CON LA APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Cruz Solís Heriberto, Jiménez Huerta Edith Rosario y Rábago Anaya Jesús
Universidad de Guadalajara
hpk99@cencar.udg.mx

En el transcurso de las tres últimas décadas, la ciudad de Guadalajara y su área conurbada han experimentado una gran expansión debido a su actividad inmobiliaria, industrial y comercial que han dado lugar a una transformación importante en su morfología urbana. Durante esta etapa, la metrópoli tapatía ha experimentado el proceso de mayor crecimiento en toda su historia, alcanzando una gran extensión por el valle de Atemajac.

Sin embargo, el proceso urbano que se ha producido durante esas décadas se ha manifestado como precipitado, desarticulado, desequilibrado y carente de una adecuada planificación; esto es, incongruente con el desarrollo de la ciudad más importante en el occidente de México y la segunda del país.

Este proceso, presidido por la especulación inmobiliaria tanto en el suelo privado como en el ejidal fue configurando el área metropolitana de Guadalajara que hoy encontramos y que cuenta con infinidad de problemas: asentamientos irregulares, congestionamiento vial, falta de infraestructura, áreas de riesgo ambiental, áreas de riesgo tecnológico, delincuencia, etc.

Se pretende en este trabajo presentar un análisis de los promotores urbanos como agentes productores del espacio urbano de la metrópoli tapatía en el período comprendido entre 1970-2000. Es importante recalcar que en los estudios urbanos la Geografía está experimentando en la actualidad con las posibilidades de tres tecnologías de extraordinaria utilidad: la Teledetección, el Sistema de Posicionamiento Global y los Sistemas de Información Geográfica. Las fotografías aéreas e imágenes de satélite nos permiten reconocer el paisaje y su dinámica con total fidelidad y matices, en tanto que los sistemas informáticos nos ayudan a cartografiar y organizar la

información. De esta forma, el trabajo está apoyado en los planteamientos teóricos (el análisis de los componentes básicos del paisaje) y técnicos (las posibilidades de las Tecnologías de la Información Geográfica) para mostrar las transformaciones recientes de Guadalajara.

SS1-8

DOCUMENTACIÓN GEOLÓGICA EN EL CERRO DE LAS MITRAS, SECTORES VISTA HERMOSA Y SAN JERÓNIMO, COMO BASE PARA URBANIZACIÓN EN MONTAÑA, MONTERREY, N.L.

Medina Barrera Francisco, Gómez Mancha Katya D. y Córdova Jiménez Ma. Adriana
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
famedina@ccr.dsi.uanl.mx

La presentación tiene por objeto dar a conocer el Proyecto de documentación geológica en un sector urbanizado en zona de montaña debido a que en los últimos años se han presentado en el área metropolitana de Monterrey, fenómenos de inestabilidad de laderas, en forma de deslizamientos (desgajes de cerros), ocasionados, principalmente por la intensidad de los períodos de lluvia, sin embargo se ha podido observar una relación directa entre este fenómeno meteorológico, la posición estructural que guardan las rocas estratificadas y el tipo de litología que conforman el terreno dentro del área metropolitana de Monterrey, en el frente de la Sierra Madre Oriental.

El proyecto aquí presentado, tiene como principal objetivo conocer a detalle la composición geológica de los sectores Vista Hermosa y San Jerónimo, debido a que en estas dos zonas se están realizando alteraciones al terreno natural para fines de urbanización, sin considerar el factor geológico. Lo cual ha dado como resultado la inestabilidad de laderas provocada por los cortes (taludes) hechos para asentamientos humanos y originando daños a las construcciones de estos sectores.

SS1-9

MODERNIZACIÓN CATASTRAL DEL MUNICIPIO DE URIANGATO GUANAJUATO, CON BASE EN UN SIG

Verde Orozco Francisco
Instituto Mexicano del Transporte
fverde@imt.mx

Actualmente las tareas realizadas por El Catastro Municipal o Estatal no son independientes a otras dependencias, ya que la información que ésta procesa puede y debe servir como base para la planeación y realización de actividades tanto de Dependencias Municipales, Estatales y Federales, un Catastro moderno, utiliza los avances tecnológicos como herramientas para fiscalizar, evaluar, planificar y administrar el uso de uno de los recursos más importantes, "el suelo".

Por lo que en este proyecto de la Modernización Catastral del Municipio de Uriangato, primeramente se integro un vuelo fotogramétrico escala 1:4,500 del cual se obtuvo bordes de manzanas, predios y construcciones principalmente.

Se ligo cada predio cartográfico a la base de datos del impuesto predial, también se ligo el uso del predio actual (habitacional, comercial, industrial, etc).

Se hizo una investigación de las calles, sus nombres y sentidos, esta información se integro inicialmente en mapas de papel y posteriormente se digitalizaron en la computadora en archivos shape del software ArcView.

De igual forma se integraron las colonias de la Cabecera Municipal, los postes del alumbrado público, la infraestructura (Hospitales, Escuelas, Iglesias, etc.), Carreteras Pavimentadas Federales, Estatales y Terracerías, Parques y Rutas de recolección de basura.

Como resultado de este avance, se plasmó para su divulgación general en mapas en papel y se capacito al personal de Catastro para que pudiera consultar y analizar la información resultante, todo esto en el software de ArcView 3.x.

La siguiente etapa del proyecto es lograr mantener actualizada la información cartográfica digital del Catastro (Predios y Construcciones).

SS1-10

APOYO DEL USO DE SIG PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE JIUTEPEC, MORELOS

Rueda Hurtado Rocío, Dorado Ramírez Oscar, Arias Ataide Dulce Maria y Sorani Valentino
Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, UAEM
rocioru_eda@yahoo.com.mx

El municipio de Jiutepec con una superficie de 49.23 km², forma parte desde 1982 de la Zona Conurbada de Cuernavaca del estado de Morelos. Jiutepec concentra el 11% de la población total de la entidad, destaca el hecho de que es un el municipio más densamente poblado de Morelos, superando a la capital (Cuernavaca). Asimismo, es uno de los municipios con mayor índice de crecimiento del país.

Dadas las características que presenta Jiutepec, la imagen que ha proyectado desde finales del siglo pasado es la de un municipio predominantemente industrial, cuyo desarrollo económico ha sido gracias a este factor.

Uno de los problemas principales, que enfrenta es el crecimiento desordenado de la población, que motivo que en tan solo tres décadas se produjera una rápida transformación del suelo, que pasó de forestal a urbano. Este cambio de uso de suelo se reflejó en un déficit de áreas verdes, ya que la mayoría de la nueva población se asentó sobre terrenos agrícolas y forestales de origen ejidal y comunal.

Pese a que la estrategia inicial del gobierno estuvo dirigida hacia el desarrollo industrial en el municipio, actualmente, dada la problemática poblacional, urbana y ecológica que se han generado como efecto de este proceso económico, la imagen objetivo del municipio no puede ser la misma que la de hace varias décadas; es por ello que, a través de un Plan el Ordenamiento Ecológico del municipio, se propiciará instrumentar acciones en materia de conservación, mejoramiento y aprovechamiento de los recursos naturales.

Para elaborar el diagnóstico del municipio fue necesario analizar la distribución de los diferentes usos de suelo mediante el uso de SIG, a fin de poder diagnosticar las condiciones medioambientales municipio.

SS1-11

SISTEMA DE INFORMACIÓN COSTERO URBANO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MÉXICO (SICUAMS)

Yáñez Trujillo Luis¹, Huerta Illescas Juan Antonio², Bastida Villalobos Víctor¹ y Mojena López Eugenio¹

¹ Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana

² Dirección de Medio Ambiente, Municipio de Solidaridad
luis_chacmol@yahoo.com.mx

Se realizó el diseño y la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la Dirección de Medio Ambiente del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.

Se diseñó el SIG para el manejo integral costero ya que incluye entre otros la temática urbana ambiental y costera y será utilizado para normar el uso y aprovechamiento de los recursos del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Las oberturas presentes en el SIG son: Localización y Área de Estudio (29), Clima (15), Ecología (11), Geología (12), Hidrología (22), Suelos (11), Topografía (12), Uso de Suelo y Vegetación (12), Espaciograma del Municipio (5), Imágenes Satélite (12), Radar (7), Información General (4) y POE (23).

Se espera que en un futuro el SIG realice acciones de administración y prestación de servicios requeridos para el mantenimiento y la preservación de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y otros.

Ahora se está utilizando para la posible modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio.

SS1-12 CARTEL

LA SISMICIDAD COMO MÉTODO DE INVESTIGACIÓN, APLICADA A LA PROTECCIÓN CIVIL

Ramos Jiménez Esteban
Instituto de Protección Civil del Estado de México
gemipcsi@mail.edomex.gob.mx

El método de sismicidad tiene una gran aplicación en muchas ramas de las Ciencias de la Tierra, ya que sirve como una herramienta por ejemplo para la búsqueda de hidrocarburos, para determinar la respuesta sísmica en edificaciones, presas, definición de cámaras magmáticas en volcanes activos, reservorios de energía geotérmica, etc. La aplicación de este método, consiste en medir los movimientos ya sean naturales o inducidos, dependiendo del objetivo que se persiga. Ahora bien, estando situada la República Mexicana en una de las regiones sísmicas más activas del mundo, no fue sino hasta el 5 de septiembre de 1910, en que se instalaron los primeros equipos en el denominado Observatorio de Tacubaya, D.F., dependiente del Instituto Geológico Nacional, de la Secretaría de Minería y Fomento, con la finalidad de registrar la sismicidad o "temblores" que ya se venían sintiendo y registrando de alguna manera mediante descripciones puramente objetivas en función de los daños y movimientos en las casas y objetos circundantes de quienes así lo escribieron. Estos antecedentes son remotos, ya que los primeros pobladores de México sufrieron los efectos de la actividad sísmica y volcánica en diversas regiones, dejando su testimonio de diversas maneras. En la época de La Colonia, la descripción y el registro de

los sismos las llevaron a cabo principalmente los frailes, como Francisco Javier Clavijero y Bernardino de Sahagún. Posteriormente, con el uso de la imprenta se reportaron datos sismológicos en los periódicos de la época o revistas, con descripciones algunas veces exageradas aunque pintorescas, lo cual se puede encontrar en por ejemplo las "Efemérides Seismicas Mexicanas" de Juan Orozco y Berra, 1888. Con el desarrollo de La Colonia, los temblores fueron descritos también por naturalistas a la vez que por publicistas y público en general, pues en todos los folletos antiguos se encuentran notas sobre temblores, cuyas áreas se empezaban a delimitar a medida que se establecían las comunicaciones entre los pueblos.

En el trabajo que se presenta, se incluyen algunos ejemplos prácticos, como el monitoreo sísmico en el volcán Popocatepetl y la sismicidad de la parte oriente del Valle de México.

SSI-13 CARTEL

REORGANIZACION ESPACIAL DE LA ZONA CONURBADA DE S.L.P. EN BASE AL CORREDOR INDUSTRIAL: ESTUDIO DE CASO DELEGACION VILLA DE POZOS

Rincón Fraga Ana María y Galindo Mendoza María Guadalupe
Laboratorio de PR y SIG, Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP
geo_rincon@hotmail.com

Desde que le fue otorgado el título de ciudad en 1656, hasta aproximadamente principios del siglo pasado la actividad económica que predominaba en la entidad de San Luis Potosí era la minería. En 1910 a causa del movimiento de Revolución la economía minera sufre un colapso y es cuando empieza a despuntar el comercio y la industria. En la actualidad, San Luis Potosí es un estado predominantemente industrial—sobre todo en el ramo de autopartes—, actividad que lo ha llevado a un crecimiento espacial acelerado en los últimos 30 años—de 1970 a 2000— y como consecuencia ha provocado una nueva conformación espacial de su zona conurbada, tal es el caso de la Delegación Villa de Pozos—ubicada a unos 10 km de la capital—que a crecido en paralelo con el corredor industrial. Planear el territorio es una demanda prioritaria porque no solo se transforma el espacio físico, también se impacta el espacio cultural, económico y social.

Con el fin de analizar el crecimiento gradual y realizar un proyecto piloto de planeación urbano-regional, se aplicarán las técnicas de interpretación y análisis espacial multitemporal donde se combinan planos del Archivo General del Estado georeferenciados e imágenes de satélite LANDSAT MSS y ETM así como planos de catastro urbano de 1992, 97 y 2003, e información por ageb del INEGI.

SSI-14 CARTEL

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LA PLANEACIÓN DEL DESARROLLO DE LA ZONA CON LITORAL, CASO CENTRO Y SUR DE SINALOA

Plata Rocha Wenseslao, Ayala Baldenegro Leonardo y Lopez Camacho Edgar B.
Universidad Autonoma de Sinaloa
geodesia@uas.uasnet.mx

El Estado de Sinaloa, ubicado en el noroeste mexicano cuenta con 58,092 km², que representa el 2.9% de la superficie del país; de los cuales 608 km² son de la superficie insular; 17,751 km² de plataforma continental o parte sumergida; 656 km de litoral, que forma parte del Golfo de California (Mar de Cortés); 2,216 km² de lagunas litorales y 570 km² de aguas continentales. La región litoral, objeto de este estudio, comprende una franja territorial que forma parte de los municipios de Escuinapa; El Rosario; Mazatlán; San Ignacio; Elota y Culiacán (zona Centro-Sur del Estado de Sinaloa).

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos por la Dirección de Desarrollo Urbano y Regional de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Federal y de lo contemplado en el Programa Nacional de Atención a Zonas con Litoral, el área que abarca el PRAZLI se ubica desde los límites de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) hasta aproximadamente 10Km tierra adentro. La superficie total comprende 5,063.12 km², aproximadamente 8.7% de la superficie Estatal y 325 km de línea marina de 656 Km que tiene el estado; distribuida en la zona litoral de los 6 municipios mencionados. En esta franja, se concentran 559,055 habitantes, distribuidos en 771 localidades (3 ciudades, 15 centros de población y 753 localidades rurales) cuya población corresponde al 22.03% de la población total del Estado (2'536,844 habitantes).

El estudio se fundamenta en: interpretación y síntesis de mapas temáticos (Topografía; Geología; Edafología; Climas; Uso de Suelo y Vegetación; Fisiografía; Hidrografía; Cuencas Hidrológicas); interpretación de espaciomas, imágenes de satélite, ortofotos y monitoreo de campo mediante el diseño recorrido de ruta.

Como resultado, se elaboró el Sistema de Información Geográfica (GIS) en Arcview GIS 3.2. El GIS comprende mapas temáticos del medio natural y socioeconómico y mapas analíticos respecto a descripción de usos y destino del suelo con base al establecimiento de los sistema espaciales y tomando como base la matriz FODA. Todos los mapas están georreferenciados espacialmente. Ello permitirá que este GIS sea una herramienta indispensable para aplicar al Proyecto de Atención a Zonas con Litoral como un instrumento de desarrollo productivo y apoyar a la administración Estatal y Municipal en el conocimiento detallado de la problemática socioeconómica y potencial de desarrollo de proyectos productivos.

Sesión SELPER

**Riesgos y desastres: evaluación y
prevención**

Jueves 4

Salón Goyesco 1

SS2-1

MODELO LOGISTICO PARA PREDECIR LA PROBABILIDAD DE INCENDIOS FORESTALES USANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y PERCEPCION REMOTA

Manzo Delgado Lilia¹, Sanchez Colon Salvador² y Alvarez Roman³

¹ Facultad de Ciencias, UNAM

² Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales

³ Instituto de Investigaciones en Matematicas Aplicadas y Sistemas, UNAM

lmanzo@igiris.igeograf.unam.mx

La región central de México se eligió como zona piloto para desarrollar un modelo logístico para predecir la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales. El proceso incluyó los incendios registrados en las temporadas marzo a mayo de 1997, 1998 y 1999. La validación del modelo se realizó para la temporada de incendios 2000. El modelado incluyó factores físicos y biológicos como la elevación, la exposición, la pendiente, la precipitación, los usos del suelo y vegetación, los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), la temperatura de la superficie terrestre (LST) y la cobertura de nubes. Las tres últimas variables fueron extraídas de las imágenes NOAA-AVHRR 14, cuatro meses previos a la temporada de incendios (noviembre-febrero). Las variables restantes se obtuvieron de mapas temáticos digitales. La base de incendios fue construida con los puntos de calor detectados en las imágenes nocturnas AVHRR-NOAA 14. Los parámetros del modelo se estimaron siguiendo la estrategia de selección de variables por eliminación hacia atrás. Las variables seleccionadas fueron la LST, los usos del suelo y vegetación, la pendiente, el NDVI, la elevación y la precipitación. Se elaboró una carta de probabilidad de ocurrencia de incendios forestales para cada temporada 1997-2000. La precisión del modelo se estimó en 76% tomando como referencia la sensibilidad, la especificidad y la curva de características operativas (ROC). Los mapas de probabilidad de ocurrencia de incendios son útiles para diseñar estrategias de manejo de incendio a gran escala.

SS2-2

PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DEL RÉGIMEN DE INCENDIOS EN EL BOSQUE DE PINO ENCINO EN JAUMAVE Y MIQUIHUANA, TAMAULIPAS, MÉXICO

Ramirez Araiza Patricia¹, Casas González Silvia Lucero² y Sánchez Ramos Gerardo²

¹ Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

² Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
paraiza_71@hotmail.com

Con base en el potencial de la tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota (PR), se estudiaron los municipios de Miquihuana y Jaumave para buscar los patrones espacio temporal del régimen de incendios, para ello se utilizó la información digital de vegetación y uso de suelo (INEGI) 1970 y del inventario nacional Forestal (INF) 2000, esta información digital se procesó en el software ArcView 3.2., bajo este ambiente de trabajo se delimitaron las áreas con incidencia de fuego con el propósito de analizar los cambios ocurridos en la cobertura vegetal y de manera visual se clasificaron en pantalla las imágenes de satélite MSS 1973, 1986, y 1992, y TM 2000. De esta forma, se obtuvo una panorámica de los cambios ocurridos, los patrones espaciales y temporales del

régimen de incendios, así como la influencia de fuego sobre los procesos de sucesión natural en las zonas afectadas. Con la ayuda de levantamientos de campo (GPS) se localizaron 23 puntos de áreas quemadas, las cuales inciden mayormente en el bosque de pino encino y del bosque mesófilo de montaña.

SS2-3

AMENAZA A LA BIODIVERSIDAD POR INCENDIOS

Cruz López María Isabel, Jiménez Rosenberg Raúl, Schmidt Michael, Ressler Rainer y Ressler Silke
CONABIO

icruz@xolo.conabio.gob.mx

La Conabio ha llevado a cabo el Programa para la detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota, durante 5 años. Este programa surge como respuesta a la problemática suscitada en el año de 1998, en el cual se registró históricamente un gran número de incendios forestales en México. Y tiene como antecedente el trabajo "Los incendios en México un análisis de su amenaza a la Biodiversidad".

Utilizando imágenes de satélite del tipo AVHRR y MODIS se han detectado puntos de calor que potencialmente pueden ser un incendio forestal, los sitios detectados como puntos fueron caracterizados con información geográfica, los resultados han sido publicados y enviados diariamente a las personas involucradas la prevención y combate de incendios. El programa se encuentra automatizado desde que llega la imagen hasta la publicación en la página WWW de la Conabio:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos_calor/doctos/puntos_calor.html

A cinco años del establecimiento de este programa se cuenta con información anual de los puntos de calor y con base en esta información se tienen como objetivo:

"Reconocer las zonas con presión de los puntos de calor (incendios forestales) sobre la vegetación aún conservada, como elemento importante en la conservación de la biodiversidad"

Para el desarrollo del trabajo se utilizó la siguiente información:

1. Mapas de puntos de calor generados en los 5 años.
 - Puntos de calor nocturnos: 1999 a 2003, detectados con imágenes registradas entre las 19:00 y 6:00 hrs del siguiente día.
 - Puntos de calor diurnos: 2000 a 2003, detectados con imágenes registrada entre las 6:00 y 17:00 hrs.
2. Tipos de vegetación
 - Bosque conservado
 - Selva conservada

Se considera conservado a las categorías de bosque o selva que no presentan vegetación secundaria, actividad agrícola o pecuaria, de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie II elaborado por el INEGI por ejemplo: Bosque de Encino-Pino

3. Especies registradas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL.059-2001) registradas en la base de datos de plantas (Pteridofitas, Gimnospermas, Angiospermas) que forma parte del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

SS2-4

PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOMORFOLÓGICOS

Hernández Rivero María de la Paz¹, Rojas Carmona Juan de Dios² y Castro Flores Adán¹

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Unidad de Protección Civil, Deleg. Alvaro Obregón
pazheri@servidor.unam.mx

Los Incendios Forestales son uno de los fenómenos naturales que mayor número de daños causa a la ecología, clima, morfología, suelos, economía y sociedad de una región no importando si es producto de la naturaleza o del hombre.

La prevención, control y combate de incendios forestales requiere del conocimiento de la zonas de mayor afectación y por ende de su relieve, para lo cual es necesario hacer uso de métodos geomorfológicos, que permitan al personal que dirige las operaciones de prevención y combate de incendios, tener una visión más completa del sitio afectado dado que en un incendio forestal es necesario que interactúen tanto factores naturales (atmósfera, clima, combustible, barreras naturales) como geomorfológicos (altura o elevación, tipo de laderas, pendiente, exposición de laderas, configuración del relieve).

Para conocer las características anteriores es necesario realizar un estudio de la zona afectada utilizando "herramientas" de tipo geomorfológico, como son los mapas hipsométricos o altimétricos, zonificación morfológica y de análisis de pendientes; conjuntamente con mapas de isotermas y de análisis de puntos de vulnerabilidad.

Mediante la aplicación del estudio del relieve y la geología de la zona de afectación se puede identificar el impacto de un incendio forestal en la ecología y su relación con la evolución morfológica de la región, lo cual a su vez permite que se implementen las medidas más adecuadas en las operaciones de prevención, control y combate de incendios forestales y se organicen grupos multidisciplinarios para estudiar, analizar y mitigar situaciones de alto riesgo, ante un agente perturbador (desastre) ya sea de índole natural o antropogénico, en pro de la salvaguarda de las personas, los bienes y el medio ambiente.

SS2-5

METODOLOGÍA PARA MEDIR LA VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO Y LOS BOSQUES TROPICALES A LA SEQUÍA Y LAS INUNDACIONES EN LA HUASTECA POTOSINA APOYADOS EN PR Y SIG

Contreras Servín Carlos y Galindo Mendoza María Guadalupe
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
coser@uaslp.mx

Como se sabe, la Huasteca Potosina es una región tropical subhúmeda donde se alternan sequías con inundaciones severas provocadas por el paso de ciclones tropicales. Además, por sus características naturales, esta región es considerada por autores como Rzedowski (1963) como el límite boreal de las selvas altas perennifolias. Por esa razón, el objetivo general de este trabajo es presentar los primeros avances que se tienen sobre el estudio del impacto al cambio climático; al mismo tiempo, pretende identificar las principales actividades, grupos o lugares en riesgo y promover en una segunda fase del proyecto de estudio, acciones de mitigación y

programas para alterar esta vulnerabilidad, por tal motivo se propone una metodología que permita identificar los elementos que aumentan o disminuyen la vulnerabilidad de la agricultura y las selvas a la sequía e inundaciones. Entre otros, se identificarán gradientes de vulnerabilidad, factores detonantes, correlaciones con fenómenos climáticos de orden global –como el ENSO–, umbrales y una zonificación de vulnerabilidad a los factores mencionados. En este contexto, la metodología propuesta en este proyecto medirá, identificará y localizará las zonas de vulnerabilidad a través de un análisis multivariado y multitemporal que podrá representarse en un modelo espacio-temporal apoyado en los sistemas de información geográfica e imágenes de satélite. En un plano teórico-cognoscitivo, permitirá contar con una herramienta técnica para identificar, localizar y cuantificar las zonas vulnerables a la sequía y a las inundaciones que afectan al sector forestal y agropecuario de la Huasteca Potosina. Este impacto potencial, a su vez, permitirá profundizar en el conocimiento de los problemas ambientales que afectan a esta región, plataforma fundamental para formular cualquier posible estrategia de intervención en esta problemática (remediación, restauración, regeneración, mitigación, conservación, etc).

SS2-6

CAMBIO DE COBERTURA DEL TERRENO, EROSIÓN DEL SUELO Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN LA CUENCA DE LA PAZ, B.C.S.

Martínez Gutiérrez Genaro, Wurl Jobst, Ramos Velazquez Ernesto y Perez Lopez Guillermina
UABCS
martingg@uabcs.mx

La cuenca de La Paz con una extensión aproximada de 979 km² muestra un crecimiento urbano acelerado en los últimos 5 años, con una tasa aproximada 300 hab/año. Este crecimiento poblacional ha dado como resultado la demanda por casa habitación y servicios públicos. El estado de Baja California Sur situado dentro de una región árida a semiárida está caracterizado por tener una escasa precipitación la mayor parte del año (la mas baja de todo el país), restringiéndose principalmente en verano e invierno. La demanda por casa habitación y el incremento de créditos para la adquisición de vivienda ha propiciado la deforestación de áreas naturales. La remoción de la cubierta vegetal y los escurrimientos anuales han traído como consecuencia la erosión del suelo y degradación del mismo dentro de la cuenca a pesar de la escasa precipitación. Utilizando fotografías aéreas, ortofotografías, e imágenes de satélite que cubren el periodo de 1973 al 2001, así como levantamientos con GPS diferencial, se realizó un análisis del cambio de cobertura del terreno y el grado de erosión. La información capturada está georeferenciada y co-registrada al sistema coordinado UTM, usando como base el Datum WGS84. A través de la identificación estereoscópica en las fotografías analizadas (1973, 1980 y 1993) se delinearón polígonos mostrando el cambio de cobertura, uso y estado de suelo, en cada uno de los años analizados utilizando un SIG. Por medio de álgebra de mapas se elaboraron mapas de cambio de cobertura y sus peligros asociados, i.e., inundación, erosión (eólica y fluvial). Estos mapas permitirán realizar mapas de riesgo en áreas urbanizadas y no urbanizadas. Los resultados mas sobresalientes en el análisis, fue la identificación de que varias zonas residenciales están asentadas sobre antiguos cauces de arroyos, algunos de estos fueron activos a finales de lo 90s.

SS2-7

UTILIDAD DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ANÁLISIS DE UNA CUENCA URBANA DE GUAYMAS, SONORA

Montijo Gonzalez Alejandra¹, Villa Teran Alberto², Ramirez Jimenez Aaron Alonso¹, Espinoza Mendoza Marcos Eduardo¹, Cajigas Piña Carlos Ernesto¹ y Amador Vidal Manuel Arnulfo¹

¹ Universidad de Sonora

² Direccion de Proteccion Civil, Gobierno del Estado de Sonora
Amontijo@geologia.uson.mx

La ciudad de Guaymas se ubica en el suroeste del territorio sonorenses, enclavada en una zona definida como "valle aluvial entre montañas y cerros" en su mayoría de origen volcánico, con una orientación preferencial de Sur a Norte.

En los últimos años han aumentado los estragos en la ciudad por los fenómenos naturales; en la ciudad de Guaymas, siendo las inundaciones repentinas o "flashfloods", las que ocasionan mas trastornos y daños a la población, infraestructura y a la planta productiva. Esto es debido en gran parte a un inadecuado o insuficiente sistema de drenaje, a una planeación urbana deficiente; así como a la falta de información geomorfológico e hidrológica de las regiones urbanizadas (antes y después de la urbanización).

Con el fin de poder analizar más a detalle los efectos de los fenómenos meteorológicos y las consecuencias que trae consigo la impermeabilización de las Cuencas Urbanas, está definida como una "Cuenca Hidrológica cuya característica principal está representada por el incremento de la impermeabilización y la reducción de la infiltración", se tomó a modo de ejemplo una pequeña cuenca hidrológica, que se le denominó "Caso 1".

La necesidad de conocer la precipitación máxima que se podría presentar en un día, en un período de "t" años, se utilizó el Software "SMADA 6.4 y la Distribución de Gumbel para calcular el periodo de retorno.

Por otra parte, para poder tener una idea de los efectos que podría causar una lluvia de cierta intensidad con un período de retorno de "n" años, se procedió a utilizar el método de Área-Pendiente, el cual es recomendable para aquellas áreas en donde casi no existen datos y/o ningún tipo de instrumentación.

De esta manera, como primer paso se procedió llevar a cabo un levantamiento con cinta métrica y (GPS) del arroyo, además con Sistema de Información Geográfica que fue creado para estos fines, se reconocieron varios sitios que resultaron ser altamente vulnerables a este tipo de inundación.

SS2-8

EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS DEL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985 A LA LUZ DE NUEVOS DATOS Y ESTUDIOS Y CON AYUDA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Quiroga Cuéllar Carlos Eduardo y Reinoso Angulo Eduardo
Instituto de Ingeniería, UNAM
cquirogac@ingen.unam.mx

Se analizan los datos de daños en estructuras causados por el sismo del 19 de septiembre de 1985 con ayuda de Sistemas de Información Geográfica comparándolos con distintas variables de peligro sísmico como son la aceleración del terreno, los espectros de respuesta, amplificación entre componentes ortogonales de intensidad sísmica, entre otros. En particular, los factores de amplificación ortogonal consisten en un análisis en el tiempo lo que contrasta con lo usual en el diseño estructural que es un análisis espectral que involucra máximos de intensidad en direcciones ortogonales, los cuales es muy poco probable que se presenten al mismo tiempo. Para este estudio se utilizaran herramientas como simulación de acelerogramas y Sistema de Información Geográfica. Mediante este último se aprovechara en forma organizada y práctica la base de datos recopilada, la cual además de contener la información de daños del sismo del 85 tiene datos relevantes para diferentes estudios de carácter estructural de la delegación Cuauhtemoc.

La aportación del artículo es:

Correlacionar la información existente de las estructuras que sufrieron daño en el sismo del 19 de septiembre de 1985 tales como sistema estructural, número de pisos, periodo del suelo con distintos parámetros de peligro, entre ellos el factor de amplificación ortogonal de la excitación sísmica y la dirección preferencial de la energía sísmica.

SS2-9

CARTOGRAFÍA REGIONAL DE PELIGROS NATURALES DEL SUR DEL ESTADO DE SONORA

Minjarez Sosa José Ismael¹, Teran Alberto Villa², Ramirez Diaz Laura Lizette¹, Gutierrez Anguamea Grisel Alejandra¹ y Montijo Gonzalez Alejandra¹

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora

² Direccion Estatal de Proteccion Civil, Gobierno del Estado de Sonora
iminjare@geologia.uson.mx

Se presenta la cartografía de Peligros Naturales de la región Sur del Estado de Sonora, a escala 1:250,000. Este trabajo fue realizado como parte de un ejercicio metodológico de Cartografía de Peligros Naturales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, con el objeto de conformar el Atlas de Peligro y Riesgo del Estado de Sonora.

La Región Sur de Sonora se encuentra frente a la zona sísmica de la Cuenca de Guaymas, formada por un segmento transtensional de la falla San Andrés. Se caracteriza geomorfológicamente por la planicie costera formada por la coalescencia de los deltas de los Ríos Yaqui y Mayo, y a planicie de Empalme donde desemboca el Río

Matape. Estas planicies se encuentran bordeadas de altas sierras de pendientes abruptas formadas principalmente de rocas volcánicas del Terciario Medio-Tardío.

Se integró un Sistema de Información Geográfica que incluye: base topográfica y toponímica; imágenes del Satélite Landsat VII; Modelo Digital de terreno, procesado para obtener diversos parámetros de la pendiente; Mapa Geológico; Mapa Geomorfológico interpretado; climatología, hidrología e hidrografía; información histórica de desastres naturales; focos de sismos y su magnitud.

A partir del SIG y sobre el Mapa Geomorfológico se interpretó y cartografió la distribución de los peligros naturales de; sismos, inundación, deslizamientos, huracanes (incluyendo marea de tormenta) y tsunamis.

El resultado se considera una base adecuada para la elaboración de Atlas Municipales de Peligro, trabajo en curso.

SS2-10

ATLAS DE PELIGROS MÚLTIPLES DE ORIGEN NATURAL EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Sacasas León Carlos, Rodríguez Miranda Willy, Valcarce Ortega Rosa Maria, Carraz Hernandez Orlando, Vega Carreño Marina, Rodríguez Perez Jose y Febles Elejalde Damina
Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverria, CUJAE, Cuba
csl@civil.cujae.edu.cu

Contar con mapas que expresen los peligros múltiples a los que puede estar sometido un territorio, es una herramienta de indudable valor para las instituciones dedicadas al planeamiento y la prevención.

En Cuba existe importante cantidad de información vinculada al medio físico, en diversos formatos de presentación, que atesoran un enorme volumen de trabajos científicos realizados fundamentalmente en los últimos 40 años.

El Atlas de Peligros Múltiples de origen natural de la República de Cuba, es un sistema de información geográfico que presenta a escala 1:250 000, varios peligros de origen natural tales como: ciclones tropicales, sismos, penetraciones del mar, inundaciones pluviales, vulnerabilidad de los acuíferos, incendios forestales, erosión y deslizamientos de tierra. Para confeccionar este atlas se utilizaron varias fuentes de información existentes en Cuba, vinculada al medio físico, en diversos formatos de presentación, que atesoran un enorme volumen de trabajos científicos realizados fundamentalmente en los últimos 40 años.

La evaluación de los peligros se aborda desde diferentes enfoques, atendiendo fundamentalmente a las características de los datos disponibles y al tipo de peligro a evaluar. La clara comprensión de las necesidades y del problema científico a resolver, permitió desarrollar metodologías para obtener cada uno de los mapas de peligros.

Se hace la valoración del peligro a los ciclones tropicales, ya que la información disponible posibilita valorar probabilidad, severidad y localidad. El trabajo consistió en procesar una data estadística compuesta por un elevado número de observaciones (35 000), que permitió conocer qué ha ocurrido desde el año 1851 hasta la actualidad. La sismicidad se evalúa a partir de la información

macroísmica colectada y procesada, lo cual también tiene un carácter estadístico. El nivel de peligro por penetraciones del mar en las costas de Cuba corresponde a un estudio fisiográfico y de modelaciones matemáticas.

El peligro de inundaciones pluviales, deslizamientos, erosión, incendios forestales y la vulnerabilidad de los acuíferos, se evalúa a partir de varios indicadores que fueron desarrollados por los autores atendiendo a una lógica que se expresa en modelos matemáticos. Estos indicadores son la combinación de parámetros que expresan características del medio ambiente natural y en algunos casos del desarrollo social. Se busca así, teniendo como base la lógica expresada por un modelo, cómo podría esperarse que la interacción de varias variables (meteorológicas, el relieve, la geología, la vegetación, el desarrollo de infraestructuras, etc) hagan más susceptible el lugar en estudio a la ocurrencia de dichos peligros.

Debido a que el Atlas de Peligros Múltiples está generado como un Sistema de Información Geográfico, presenta todas las ventajas inherentes a esta tecnología: facilidades para actualizar los datos, hacer consultas, búsquedas selectivas, etc. Todo ello es de enorme importancia para la gestión de los órganos de gobierno.

SS2-11

CARACTERIZACIÓN ESPACIAL Y DETECCIÓN DE CAMBIO, POR EL PASO DEL HURACÁN ISIDORO, DE LOS HÁBITATS SUBMARINOS EN EL ORIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

Cuevas Flores Eduardo y Liceaga Correa María de los Ángeles
CINVESTAV, Unidad Mérida, IPN
ecuevasf@hotmail.com

El Santuario de las Tortugas Marinas Río Lagartos, aledaño a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, alberga hábitats submarinos con gran diversidad y altamente productivos. Estos hábitats son sitios de alimentación y desarrollo de tortugas de carey (*Eretmochelys imbricata*) juveniles, considerados a nivel internacional prioritarios a caracterizar para la conservación integral de esta especie en peligro crítico de extinción. Esta zona sustenta una alta biodiversidad reconocida nacional e internacionalmente. De ahí el gran interés y la relevancia de identificar y cuantificar los cambios que se den en este paisaje a causa de fenómenos naturales o antropogénicos. En el 2002, con el paso del huracán Isidoro, los usuarios de recursos marinos en esta zona identificaron cambios en la estructura del paisaje presentándose la oportunidad de cuantificar el impacto de un fenómeno natural regular en la región. Así se planteó el objetivo de caracterizar espacialmente el área y determinar el impacto sufrido por el paso del meteoro. Para esto se utilizaron métodos estándares de elaboración de mapas de tipos de fondo empleando técnicas de percepción remota, geoestadística y sistemas de información geográfica. Con estos mapas se realizó un análisis de detección de cambio por los métodos cross-tab y clasificación delta. Además se obtuvieron los valores de índices utilizados en ecología del paisaje. Se generaron los mapas de tipos de fondo para los años 2000 y 2003 (con exactitudes de 77.8% y 77.4% respectivamente) así como el mapa batimétrico para el año 2003 de la zona (exactitud del 99%). De la detección de cambio se observó que la principal modificación se dio en la disminución de cobertura de corales blandos y la remoción de praderas de pastos marinos. La complejidad del paisaje, medida por la dimensión fractal, en ambos años fue menor a la reportada para arrecifes coralinos (1.38 en 2000 y 1.44 en 2003). Sobre la diversidad del paisaje, ésta no presentó mayor variación entre

años manteniéndose cercana a 1.9. Concluyéndose que el mayor impacto fue la disminución de zonas cubiertas por octocorales al 30% a coberturas del 15% y que el paso del huracán tuvo un efecto de disturbio intermedio permitiendo la limpieza y renovación del sistema, el cual se asume tiene un alto grado de resiliencia, restableciéndose en el corto plazo las condiciones encontradas antes del paso del huracán.

SS2-12 CARTEL

LA INFLUENCIA DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS A ZONAS DE DESASTRES: AMECA VS NEXTIPAC

Rosas Elguera Jose¹, Zamora Patricia², Valdivia Luis² y Almeida Monica³

¹ Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

² CUCSH, Universidad de Guadalajara

³ CUVALLS, Universidad de Guadalajara
jrosaselguera@yahoo.com

El occidente de la Faja Volcánica Trans-Mexicana es una de las regiones más activas, volcánica y sísmicamente, de México. La interacción de estos dos procesos ha dejado un paisaje dominado por cuencas lacustres y cadena volcánicas. La ciudad de Ameca se localiza en centro de un semigraben que forma parte del rift Tepic-Zacoalco de dirección NW-SE. Desde principios de los 80's en la ciudad se han manifestado una serie de grietas asociadas con la sobreexplotación de los acuíferos. Aquí presentamos los resultados preliminares de nuestro estudio de vulnerabilidad y modelo geológico. La falla Toluquilla es de tipo normal y es la principal que cruza Ameca. Tiene una dirección subparalela al rift Tepic-Zacoalco y presenta un desplazamiento vertical de al menos 7 m. Existen otras fallas menores ubicadas hacia el sur de la ciudad y cuyo desplazamiento vertical no rebasa los 2 m, éstas son antitéticas a la falla Toluquilla. Por otra parte de acuerdo al censo realizado en el segundo semestre del 2003, existen al menos 450 viviendas que ha sufrido algún tipo de daño relacionado con la subsidencia del terreno. Nuestra interpretación preliminar sugiere que las fallas del basamento controlan la dirección de las grietas provocadas por la sobreexplotación de los acuíferos y, consecuentemente, la distribución de las casas dañadas.

El valle de Nextipac es parte del municipio de Zapopan donde recientemente se abrió una grieta de dirección casi N-S que afecta campos de cultivos y no más de tres a cinco viviendas. En esta región ya previamente se habían reportado grietas con la misma dirección y, probablemente, son la extensión de un sistema de fracturamiento que corta la sierra de Tesistan, localizada inmediatamente a norte del valle de Nextipac.

La grieta de Nextipac inicialmente llamo la atención por la ocurrencia del fenómeno mismo pero atrajo los medios nacionales (y quizá internacionales) dado que uno de los rescatistas quedo sepultado cuando iniciaba las acciones de reconocimiento del terreno. Esta noticia estuvo en los noticieros por más de una semana. El resultado fue que Nextipac recibió recursos económicos del estado y, a la fecha, Ameca sigue esperando quizás algún deceso.

SS2-13 CARTEL

CARTA DE ANALISIS DE RIESGO GEOLOGICO POR DESLIZAMIENTO EN HIDALGO

Lugo López Ramón

INEGI

rlugolpz@cehgo.inegi.gob.mx

Utilizando Arc View 3.2 con los datos del Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo, se analizaron archivos de MDE's (% de pendientes), tipos de suelos, erosión y precipitación pluvial, a fin de obtener una serie de mapas de la entidad donde de manera general se identificaron y seleccionaron áreas con pendientes mayores al 30%, así mismo, suelos del tipo de los Andosoles (derrumbados en Teziutlán, Pue. 1999), Cambisoles y Feozems. Se presenta también, mapas del estado con los datos mencionados, incluyendo zonas con una precipitación pluvial de 1000-1600 mm al año, se distinguen en estas zonas los lugares con un grado de erosión de moderada a alta. De la selección y criterios anteriores, finalmente se muestran dos zonas con probable riesgo de deslizamiento, mismas que incluyen las principales vías de comunicación, así como el universo y ubicación de las localidades y su población en riesgo: Zona Norte 22 localidades, 2962 habitantes, Zona Centro Sur 9 localidades con 1257 habitantes.

SS2-14 CARTEL

ESTUDIO GEOTÉCNICO, GEOFÍSICO Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS DE REMOCIÓN EN MASA Y OBRAS DE MITIGACIÓN DEL PARQUE FRANCISCO ZARCO (OCOLUSEN), MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Pola Villaseñor Antonio¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

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

² UMSNH

antonio_pola@yahoo.com.mx

La zona de estudio se encuentra en la parte sur oriental de la ciudad de Morelia, presentando un cambio morfológico que corresponde a un desnivel topográfico de más de 200 m, el cual fue generado por una estructura geológica regional, denominada "La Paloma", misma que tiene más de 300 km de longitud y que en su sector oriental del estado ha sido considerada como sísmicamente activa.

Posibles eventos sísmicos aunados a la estructura y características del terreno han generado varios cuerpos inestables, los cuales pueden ser reconocidos por sus coronas y sus cuerpos desplazados.

Una obra civil que vino a modificar y a desestabilizar aún más el terreno fue una vía de acceso a un posible fraccionamiento denominado "Cumbres de las Américas" en la cual no se consideraron las características del terreno, por lo que su inestabilidad fue inmediata, presentando problemas principalmente sobre los terraplenes construidos.

El detalle con el que se elaboró el mapa topográfico base, permite analizar y evaluar en gabinete los rasgos morfológicos de corte y remoción en masa de la superficie en estudio. Se obtuvieron datos de resistencia y propiedades mecánicas de los suelos involucrados, mismos que fueron de vital importancia en el estudio de la degradación en el escarpe.

Los resultados morfológicos realizados en gabinete con el plano topográfico se corroboraron en campo, como resultado se presenta un plano morfológico con las principales estructuras desarrolladas a lo largo del escarpe.

Los estudios Geotécnicos, Morfológicos y Geofísicos corroboran las zonas inestables y el mal manejo, planeación y construcción de la obra civil, la cual no considero ninguno de los aspectos antes mencionados.

Con este trabajo se obtienen los parámetros necesarios para cualquier obra civil a desarrollar, datos que seguramente son vitales para la mitigación, prevención y toma de decisiones relacionadas con el crecimiento urbano al pie de la ladera.

SS2-15 CARTEL

METHODOLOGY FOR INTENSITY AND HAZARD ASSESSMENT OF SUPERFICIAL LANDSLIDES: APPLICATION IN THE IAFRATE CREEK BASIN (CERVINARA-CAMPANIA REGION, ITALY)

Puglisi Claudio¹, Cavallaro Marco², D'Agostino Gennaro², Delmonaco Giuseppe¹, Dramis Franco³, Falconi Luca⁴, Leoni Gabriele¹, Margottini Claudio¹, Mazza Gaetano², Romano Paola² y Spizzichino Daniele⁴

¹ Casaccia, Geological Dynamics and Territory, Rome, Italy

² University Federico II, Naples, Italy

³ University Roma, Rome, Italy

⁴ Consorzio Civita, Rome, Italy
puglisi@casaccia.enea.it

Fast superficial landslides, as debris and mud flows, that have affected the Italian territory in the last decade (Piedmont, 1994; Versilia, 1996, Sarno, 1998; western Italian Alps, 2000), due to their triggering and evolution kinematics, are the most dangerous in terms of human life losses. Such landslides are characterised by a troublesome spatial and temporal forecasting for an objective difficulty in recognising diagnostic geomorphological features of past phenomena as well as most of them are first-time landslides.

The Law 267/98 has constituted an important changing in land planning policies in Italy for the adoption of special measures in the detection of areas at very high risk; this Law, due to the temporal limits envisaged for the detection of areas at risk, address, as main concern, the analysis in areas affected by acting or dormant landslides. This approach, consequently, tends to underestimate the impact of first-generation landslides.

The proposed methodology permits to define a landslide risk, with a particular reference to first-time landslides. The first phase is related to the analysis of landslide susceptibility, experimented in two test areas characterised by different geological and morphological settings: Cervinara and Virginio river basin. The analysis has been carried out through two distinct approaches: a site analysis, addressed to the definition of landslide predisposing parameters on past phenomena, and a following analysis of macro-area, for the validation, calibration and spatialisation of the detected parameters in areas with the same geological and geomorphological features, in order to detect the landslide susceptibility degree for re-activation phenomena and first-time landslides.

The following phases, aimed to the definition of hazard, involve the assessment of intensity and landslide occurrence probability. For this scope, velocity and mobilised volumes, that concur to quantify landslide intensity, as well as the return time of the triggering causes (i.e. critical precipitation patterns), are examined. A particular attention is paid in the detection and extension of the potential accumulation areas of the mobilised material.

SS2-16 CARTEL

MODELIZACION DE INESTABILIDAD DE LADERAS POR EFECTO DE LLUVIAS EN BASE A LA CURVA CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES; CASO DE ESTUDIO LADERAS DEL DEPOSITO DE IGNIMBRITA XALTIPAN, EN LA REGION DE ZACAPOAXTLA, PUEBLA, MÉXICO.

Hernández Madrigal Víctor Manuel¹, Garduño Monroy Víctor Hugo¹ y Alcántara Ayala Irasema²

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

² Instituto de Geografía, UNAM
vitorio_manuel@yahoo.it

La teoría de la mecánica de suelos no saturados es utilizada en los modelos numéricos de este estudio. El modelo de infiltración con elemento finito, SEEP/W, hace uso de las propiedades geométricas-matemáticas de la Curva Característica Suelo-Agua (CCSA) y de la función de la permeabilidad para simular el flujo del agua a través de un suelo no saturado. La estabilidad del talud mediante el modelo de equilibrio límite, SLOPE/W, considera los parámetros de resistencia al cortante para suelos no saturados y el flujo de agua definido en el modelo de infiltración; determinando con ello el factor de seguridad.

La CCSA representa el contenido volumétrico de agua de un suelo en función de la succión de matriz, ésta última definida como la presión de poro-agua negativa; a mayor valor de ésta menor contenido volumétrico de agua y por lo tanto menor permeabilidad. Entre más agua sea removida de un suelo, la succión de matriz se incrementa y la interface agua-aire ejerce una fuerza de tensión en las partículas sólidas dándole al suelo un valor adicional en la resistencia al esfuerzo cortante. Cuando la infiltración ocurre, la succión de matriz decrece y la resistencia al esfuerzo cortante del suelo se reduce. En este sentido, la infiltración tiene un efecto adverso en la resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

El propósito de este estudio es determinar para una intensidad de precipitación específica y constante, la velocidad de infiltración, variación de conductividad hidráulica, relación infiltración-factor de seguridad, y finalmente tiempo de tormenta para colapso de talud. Para ello se consideran propiedades mecánicas y secciones geométricas del depósito de la ignimbrita Xáltipan de la ciudad de Zacapoaxtla, considerado como un depósito homogéneo limitado en la base por un estrato de roca basáltica. La ignimbrita Xáltipan para esta zona, presenta la granulometría de una arena-limosa con permeabilidad en estado saturado (Ks) de 5.4 x 10⁻⁵ m/s. La CCSA de la ignimbrita Xáltipan es obtenida en laboratorio, y la función de permeabilidad fue generada a partir de las propiedades de la CCSA y del valor de Ks.

Se aplicaron intensidades de lluvias entre 1.0x10⁻⁸m/s (0.036mm/h) y 1.0x10⁻³m/s (3600 mm/h) en toda la superficie del talud; analizándose estas en estado constante y en tiempo variable, encontrándose que la precipitación más crítica para la estabilidad del

talud, bajo el criterio de análisis de estado constante, se presenta bajo una precipitación equivalente a la de la conductividad hidráulica, y con factor de seguridad de 0.29. Sin embargo bajo este mismo criterio se tiene que el factor de seguridad límite permisible igual a 1.0, se logra con una precipitación de 3.3×10^{-6} (11.88 mm/h).

SS2-17 CARTEL

DETERMINACION DEL VOLUMEN SEDIMENTADO Y DEL ANGULO DE FALLA EN EL FLUJO DE DERRUBIOS O DETRITOS OCURRIDO EN TEZIUTLAN, PUEBLA

Cardoso Landa Guillermo¹ y Fuentes Mariles Oscar Arturo²

¹ Instituto Tecnológico de Chilpancingo

² Instituto de Ingeniería, UNAM
gclanda@prodigy.net.mx

Los primeros días de octubre de 1999 se presentaron lluvias extraordinarias asociadas con la depresión tropical 11 en la región de las montañas del norte y noreste del estado de Puebla y en los estados vecinos de Veracruz e Hidalgo, en el país de México. Estas lluvias aunadas con otros factores desencadenaron alrededor de 3000 procesos de remoción en masa en esta zona, desde deslizamientos de suelos hasta flujos de derrubios, afectando 96 municipios, 16511 viviendas en diferente grado, 199 escuelas, 59 edificios públicos federales, 50 inmuebles del patrimonio cultural, 8 centros de salud, grandes danos en las vías de comunicación terrestres, además de 256 personas muertas y 55 desaparecidas. En particular, el día 5 de octubre en la ciudad de Teziutlán, Puebla, ubicada en esta zona, ocurrieron 30 flujos de derrubios y deslizamientos de suelo superficial, que produjeron 150 personas fallecidas.

En el presente artículo se determina gráficamente el tipo de flujo de derrubios presentado, se calculan los ángulos de falla y los volúmenes de material sedimentado de los flujos de derrubios que se presentaron en esta ciudad, aplicando las ecuaciones de Takahashi para flujos de derrubios rocosos y se comparan con los taludes y los volúmenes del material medidos en campo por Capra et al.

SS2-18 CARTEL

PROBLEMAS RECIENTES DE FRACTURAMIENTO EN ALGUNOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO

Segura Rojas José Luis

Instituto de Protección Civil del Estado de México
gemipcsi@mail.edomex.gob.mx

La problemática de fracturamiento del terreno que se presenta en algunos municipios dentro del territorio del Estado de México, se debe principalmente a la sobre-explotación de los mantos acuíferos, ya que la creciente demanda de agua potable a causa de la gran población cada vez mayor en la Zona Metropolitana del Valle de México (zona aledaña al Distrito Federal) es imperativa, debido a la inmigración de personas tanto del campo como de otras entidades del país, que vienen en busca de mejores oportunidades de vivir. De la misma manera, se presenta éste mismo fenómeno en el Valle de Toluca, donde actualmente también se ha venido dando éste fenómeno de fracturamiento, debido a condiciones similares como a las mencionadas para la Zona Metropolitana del Valle de México. Ahora bien, las fracturas se deben en gran medida a los esfuerzos de tensión, que hacen que el terreno se "abra". Estas "aberturas" pueden ser de unos cuantos centímetros hasta varios metros y pueden extenderse desde unos cuantos metros hasta cientos de ellos o aún

kilómetros. Ejemplos de éste tipo se han presentado en los parajes de San Sebastián y Pueblo Nuevo dentro del municipio de Zumpango, así como en la cabecera municipal de Jaltenco, en terrenos de lo que antiguamente correspondía a los Lagos de Xaltocan y Zumpango y que actualmente se usa para vivir y para cultivar maíz, frijol, alfalfa, calabaza y otras verduras. En ésta zona específica, se menciona que existen al menos unos 200 pozos para riego más la que se extrae para consumo humano desde hace unos 30 ó 35 años, lo que ha dado lugar a que el terreno se vaya asentando y reseca en sus partes media y superior, lo que da lugar a las grietas o fracturas que han aparecido recientemente. De la misma manera, se han presentado problemas similares dentro de los municipios de Cocotitlán y Chalco, al oriente del Estado de México. Análogamente, en distintos puntos del Valle de Toluca, también se han presentado fracturas de éste tipo, asociadas al asentamiento diferencial del terreno por la extracción de agua como en los casos anteriores y que además se encuentran en zonas con terreno de origen lacustre.

Desafortunadamente, éste problema de fracturas seguirá creciendo con el tiempo, ya que la extracción de agua continúa a medida que la población se incrementa y por tanto debe tenerse cuidado de no construir cerca y a lo largo de estas, además de que debe regularse el uso del terreno mediante disposiciones legales reguladas por las entidades de Desarrollo Urbano y Ecología tanto del Estado como de los municipios correspondientes.

SS2-19 CARTEL

RED GPS PARA DETERMINAR DEFORMACIONES EN LA CORTINA DE LA PRESA SANALONA EN CULIACAN, SINALOA

Plata Rocha Wenseslao, Balderrama Corral Rigoberto, Ortiz Bueno Candelario y Trejo Soto Manuel
Universidad Autonoma de Sinaloa
e028001@alumno.uasnet.mx

Para la determinación de deformaciones en cortinas de presas u en cualquier obra de gran envergadura, es necesario establecer una red de apoyo geodésica, la cual se encuentre fuera de la influencia de las deformaciones.

Para esto se tiene creada en campo una red con monumentos de centrado forzoso, los cuales permiten centrar la antena excluyendo los errores de centrado y con esto elevando la precisión de las mediciones. Se tienen cuatro vértices fuera de la zona de influencia de las deformaciones y cinco sobre la cortina.

La observación de las deformaciones de la cortina de la presa, es el conjunto de actividades de mediciones geodésicas, el cálculo estadístico y la representación gráfica que se realiza con el objetivo de determinar el grado de deformación de la cortina, independientemente de las causas que lo originan.

Para realizar las observaciones de la Red GPS fue necesario elaborar un proyecto, con la finalidad de que al momento de realizar las mediciones GPS sean de la precisión esperada.

El equipo a utilizar son Tres receptores GPS Geodésicos marca Astech de dos bandas, se espera que nos de una precisión en cada vértice de 1 mm horizontal.

Esto con la finalidad de que los cinco vértices que están sobre la cortina de la presa, sirvan para determinar deformaciones de los puntos deformantes de la cortina con una precisión de 2 mm.

La compensación de las observaciones GPS se realizará con el Software Astech Solutions.

La elaboración matemática de los resultados de las mediciones nos darán parámetros de los errores obtenidos durante el proceso de medición de campo, con los cuales podremos certificar si el método y la metodología de medición utilizados satisfacen la precisión requerida y con ello concluir que el método es apropiado para llevar a cabo las observaciones de las deformaciones de las presas.

SS2-20 CARTEL

LA FOTOGRAFÍA AÉREA DIGITAL COMO HERRAMIENTA PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

Peralta Higuera Armando¹, Palacio Prieto José Luis¹ y Galguera Gerardo²

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM
higuera@servidor.unam.mx

En este trabajo se muestran algunos ejemplos de aplicación de la fotografía aérea digital para la caracterización de riesgos y como una herramienta de respuesta rápida frente a desastres naturales y provocados por el hombre. En el primer caso, el uso de las bandas visibles en combinación con el infrarrojo cercano, proporciona imágenes que permiten identificar factores de riesgo, como la deforestación, la presencia de deslizamientos, pendientes pronunciadas, depósitos aluviales y otros rasgos geomorfológicos con valor diagnóstico. También permiten detectar la presencia de actividades y asentamientos en zonas de riesgo, para adoptar medidas preventivas. Se discute un ejemplo de aplicación en las barrancas del poniente del Distrito Federal, para la identificación de viviendas e infraestructura en laderas, lechos y zonas inundables. El contenido semántico de las imágenes digitales es mayor que el de fotografías aéreas en blanco y negro, pero no proporcionan la precisión métrica de éstas, particularmente cuando es necesario obtener curvas de nivel de gran escala y otras mediciones críticas. Ambas técnicas pueden utilizarse de modo complementario y es posible planear levantamientos en los que se obtienen ambas simultáneamente. Cuando no se requiere de esta precisión, la fotografía digital es una alternativa razonable debido a que proporciona la información necesaria a un costo menor.

El uso de cámaras digitales proporciona una capacidad de respuesta rápida cuando existen desastres naturales o industriales, ya que las imágenes se encuentran listas para su uso en el momento mismo de la toma. Una vez concluido el vuelo, es posible distribuir las imágenes y analizarlas de inmediato para caracterizar el siniestro, apoyar la logística de los servicios de emergencia y cuantificar los daños. En caso necesario, pueden configurarse sistemas de reconocimiento que permitan marcar las coordenadas de puntos críticos observados desde el aire y transmitirlos a tierra junto con las imágenes respectivas, por medio de enlaces de telecomunicaciones, además de recibir información desde los centros de coordinación, para una operación interactiva. El infrarrojo cercano es de gran utilidad para delimitar con certeza zonas inundadas y para evaluar la pérdida de vegetación por incendios forestales. Una vez concluida la fase crítica, los levantamientos digitales pueden utilizarse para planificar la reconstrucción, asignar indemnizaciones y reevaluar los mapas de riesgo. Se muestran ejemplos de algunos levantamientos aéreos digitales empleados para evaluar zonas de desastre y apoyar la fase de recuperación o con fines experimentales. Entre estos, se encuentran los efectos del huracán Paulina en Acapulco, las inundaciones de

1998 en la planicie costera de Chiapas, la ruptura del Canal de la Compañía en el año 2000 que inundó parte de Chalco, en el Estado de México y un derrame de hidrocarburos en terrenos agrícolas.

SS2-21 CARTEL

LAS TORMENTAS ELÉCTRICAS: UN PELIGRO LATENTE

Cajigas Piña Carlos Ernesto¹, Villa Terán Alberto², Montijo Gonzalez Alejandra¹, Ramírez Jiménez Aarón Alonso¹, Amador Vidal Manuel Arnulfo¹ y Espinoza Mendoza Marcos Eduardo¹

¹ Universidad de Sonora

² Dirección de Protección Civil del Gobierno del Estado de Sonora
carpina52@hotmail.com

Las tormentas eléctricas, son un fenómeno meteorológico que consiste en la descarga pasajera de corriente de alta tensión en la atmósfera, a simple vista se manifiesta en forma de relámpago luminoso que llena de claridad el cielo y al oído, como ruido ensordecedor, el cual se le denomina muy comúnmente como "trueno". Este fenómeno se presenta en las nubes del tipo cumulonimbus.

Las descargas eléctricas, imprevistas y violentas, tienen lugar entre nube y nube, y es a lo que se conoce con el nombre de "relámpago", o entre una nube y la tierra, al cual se le da el nombre de "rayo". Ambas se deben a diferencias de potencial muy elevadas en el ámbito de la atmósfera, pero van a ser los rayos los que más daños produzcan al ser humano.

Para la formación de tormentas se requiere la conjunción de ciertos factores:

.aire inestable.

.Contenido de humedad relativamente alto.

.Un mecanismo que origine el ascenso del aire hasta niveles superiores.

En la mayoría de los casos, las tormentas eléctricas están relacionadas con precipitaciones sólidas como el granizo, y líquidas como la lluvia, por lo que la intensidad del daño dependerá del área geográfica y las condiciones en las que se presente. Si bien es cierto los efectos que tienen las descargas eléctricas son muy destructivos, también lo es que éste tipo de fenómenos, principalmente, causan la interrupción de algunos servicios vitales (energía eléctrica y telecomunicaciones), así como, incendios forestales y urbanos.

Una nueva perspectiva, para el estudio de relámpagos, es posible gracias a dos detectores a bordo de un satélite de la nasa: el detector óptico de oscilación transitoria (otd por sus siglas en ingles) y el sensor de imágenes de relámpagos (lis). Gracias a estos sensores se dio una primera visión completa de la actividad de relámpagos a nivel mundial. De esta manera y como lo demuestran los estudios realizados por científicos de la nasa, con estos sensores, sonora es una de las regiones, a nivel mundial, que más destellos inciden en su territorio por año, correspondiéndole en su zona más crítica hasta 30 destellos por kilómetro cuadrado, sobre todo durante las lluvias de verano.

De acuerdo a ciertos investigadores, estos patrones globales no son, probablemente, muy afectados por la actividad humana, pero algunas personas han sugerido que los edificios y las torres metálicas de comunicaciones aumentan la frecuencia promedio de la caída de

relámpagos, aunado a lo anterior el incremento de las islas de calor, provocan que este tipo de fenómenos meteorológicos vaya en aumento, en las principales ciudades de la entidad.

SS2-22 CARTEL

EVALUACIÓN DEL DAÑOS PROVOCADO A VIVIENDAS POR LA EXPLOSIÓN EN UNA INSTALACIÓN PETROLERA EN UNA REGIÓN TROPICAL HÚMEDA

Tapia Crespo Luis Arturo y Aguilar Pérez Luis Antonio
Facultad de Ingeniería, UNAM
artapia58@correodict.fi-a.unam.mx

ANTECEDENTES

Existe una gran cantidad de instalaciones petroleras en México. Petróleos Mexicanos (PEMEX) cuenta con la más alta tecnología y avances en la calidad de sus protocolos para prevención y atención inmediata de cualquier eventualidad dentro de éstas; sin embargo la posibilidad de siniestros que pueden afectar a los habitantes que se han asentado en los perímetros de estos centros de trabajo, es eminentemente real.

Recientemente han ocurrido en el sureste del país algunos accidentes aislados, que han promovido demandas legales hacia PEMEX por supuestos daños a terceros y a sus propiedades.

Las demandas por afectaciones a construcciones debidas a una explosión, incluyeron a 22 colonias o rancherías, donde existían cerca de 15,000 reclamaciones ciudadanas que solicitaban una reparación al daño sufrido. Sin embargo, después de un análisis realizado por PEMEX sólo quedaron 1 590 incluidas en un radio de 20 kilómetros del punto del siniestro.

Los reclamos consistieron específicamente en atribuir a la explosión el agrietamiento de paredes y pisos en sus casas.

OBJETIVO

Realizar un análisis comparativo de daños estructurales en las instalaciones de PEMEX y determinar si fueron o no ocasionados por la explosión y después del estudio de régimen transitorio (antes, durante y después) comparar estos daños con los de las viviendas ubicadas en el radio de afectación.

ETAPAS DE ESTUDIO

1. Determinar los perímetros de afectaciones por la explosión (difusión de gases, dirección de los vientos en ese instante, etc.) y con base en esto, incluir a viviendas en el círculo de influencia de la misma.
2. Revisión y análisis de características mecánicas del terreno, en específico de suelos. Conocimiento del comportamiento de los geomateriales que existen en la zona afectada, tomando como referencia una simulación del evento.
3. Análisis comparativo de los daños estructurales ocasionados o no por el evento.

CONCLUSIONES

- A. Las instalaciones se encuentran en un paleocanal de inundación histórica. Las cimentaciones están desplantadas en suelos lacustres, palustres, aluviales y fluviales.
- B. La mecánica de suelos clasificó al suelo como fino de arcillas de alta plasticidad (CH). Por tanto, es altamente deformable y compresible.
- C. Se presentan asentamientos diferenciales en estructuras mal diseñadas y mal construidas.

D. Se observaron daños en estructuras de reciente construcción y de algunas casas situadas al norte y sur del sitio, originados por asentamientos diferenciales debido al tipo de arcilla.

E. La barda perimetral presenta grietas típicas de asentamientos diferenciales causadas por el tipo de suelo. Es muy antigua y dañada por el crecimiento de vegetación.

F. El análisis de las estructuras del interior de las instalaciones no mostró daños causados por asentamientos diferenciales del terreno.

G. Los suelos son clasificados geotécnicamente como problemáticos, para los cuales es fundamental considerar las condiciones mecánicas e hidráulicas y así diseñar las cimentaciones establecidas sobre ellos.

H. En la zona de la explosión se presentan esfuerzos cortantes en trabes y columnas, reflejadas por grietas.

I. La energía liberada por la explosión no modificó las características geomecánicas del subsuelo dentro de las instalaciones de PEMEX, por tanto el alcance de la misma no pudo ir más allá de dichas instalaciones.

Sesión SELPER

Recursos naturales e impacto ambiental

Miércoles 3 — Jueves 4

Salón Goyesco 1

SS3-1

**EXTINCTION OF POPOCATÉPETL VOLCANO'S GLACIERS:
I. CHRONICLE OF A DEATH FORETOLD**

Delgado Granados Hugo¹, Julio Miranda Patricia¹, Huggel Christian², Cárdenas Gonzalez Lucio³ y Ortega del Valle Susana

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universidad de Zúrich

³ Centro Nacional de Prevención de Desastres
hugo@geofisica.unam.mx

Popocatepetl volcano (60 km southeast of Mexico City) is an ice-clad volcano. The two glaciers of Popocatepetl became extinct after a strong retreat due to the combination of several causes, among others: global climatic change, regional change of meteorological conditions and the volcanic eruption. Photogrammetric restitution of aerial photographs allowed measurement of glacier dimensions. During the last decades, magnitude of the average retreat rate was ~104 m²/year. This value however, showed a dramatic increase in the period 1997-2000. After the year 2001, the former glacier became a series of independent ice masses which do not behave as glaciers anymore. Hazards related with the ice-masses have changed in magnitude and substance.

Tropical glaciers are affected by global warming and local climatic variations as the larger ice masses. However, small glaciers as those on Popocatepetl volcano are more vulnerable and also affected by eruptive processes. Even though their extinction might not have a global impact, their disappearance deprives us of important climatic "gauges" at the ~20° north latitude and strongly impact the local environment. This is an eruption-forced extinction of the glaciers of Popocatepetl volcano. We show that 40% of climatic-related shrinkage occurred in 4 decades whereas 32% of eruption-related shrinkage occurred in 4 years. Long-term effects of glacier extinction might include an imbalance between recharge and extraction of groundwater at surrounding aquifers provoked by disappearance of glacier-related melt water. Experience and conclusions gained with Popocatepetl glaciers may be of importance for similar cases worldwide.

SS3-2

**EXTINCTION OF POPOCATÉPETL VOLCANO'S GLACIERS:
II. ICE AND FIRE INTERACTION**

Julio Miranda Patricia¹, Delgado Granados Hugo¹, Huggel Christian² y Kaab Andreas²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Universidad de Zúrich

pjulio@correo.unam.mx

The glaciers of Popocatepetl were hosted on an active stratovolcano (60 km southeast of Mexico City). Before the current eruption started in December 1994, a glacier extinction process was already in progress as a result of the combination of local and global climatic factors. In order to evaluate the ice-volcano interactions, Digital Terrain Models (DTMs) for different dates (1996-2001) were generated to determine spatial and temporal glacier changes and estimate the ice losses.

According to our data the ice-eruption interaction provoked acceleration of the above mentioned extinction process. The eruption processes affecting the glacier regime included: increase of heat flow at the base of the glacier, deposition of an important amount of hot

pyroclastic material on glacier's surface, erosive effects of pyroclastic flows, inhibition of snow accumulation, among others. Interestingly, the glacier did not respond immediately to the eruption as suggested by the 1994-1997 data. The first glacier response to the eruptive activity was not noticed until 1997-1998. This response was a general thinning of the ice body followed by volume and glacierized area loss. Thickness and distribution of the pyroclastic material on the glacier's surface over 1996-2001 was not regular, resulting in a differential ablation: some parts of the glacier suffered major ablation whereas others were protected from ablation. After 1999-2000, glacier shrinkage and extinction were mainly evident as thinning rather than areal constrain. The mass balance calculations indicate that the ablation, enhanced by eruptive activity, played a fundamental role in glacier's change, the evolution of its morphology, and eventually their extinction.

SS3-3

**ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS MESOESCALARES EN LA
BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

Perez Lezama Edgar Leonardo, Shirasago Germán Bernardo y Obeso Nieblas Maclovio

CICIMAR, IPN

eperezl@ipn.mx

El intercambio de agua entre el Golfo de California y el Océano Pacífico es uno de los aspectos oceanográficos más importantes que ocurre a través de la boca del golfo, ya que integra y refleja el efecto de fenómenos relevantes como los balances globales de calor y sal, la circulación termohalina y el efecto de intercambio termodinámico de momento con la atmósfera. La entrada del golfo es de aproximadamente de 200km de ancho con profundidades que alcanzan los 2,500m lo cual permite un intercambio libre entre el Pacífico y el Golfo. Como el golfo es una cuenca de evaporación se forma en su interior una agua de mayor salinidad, denominada agua del Golfo de California (AGC). Por esto el balance de masa requiere de un flujo hacia adentro del golfo. Por otra parte la diferencia de temperaturas entre el golfo y el Pacífico requiere de un intercambio de aguas entre estos dos cuerpos de agua.

Los estudios que se han llevado a cabo en la boca del golfo revelan patrones complejos de circulación con variaciones espaciales y temporales, detectándose diversas estructuras mesoescalares, como remolinos ciclónicos y fuertes intrusiones de aguas provenientes del Pacífico hacia adentro del golfo.

El objetivo del presente trabajo, es analizar la presencia de estructuras mesoescalares, como son remolinos y flujos de aguas provenientes del Pacífico hacia el golfo. Para lo anterior se utilizaron imágenes NOAA-AVHRR de 1.1km de resolución, imágenes de SeaWifs de promedios semanales, con resolución de 9km y datos obtenidos mediante xbt's (expendable bathy thermograph) durante marzo y junio de 2003.

Los resultados muestran que en marzo se observa una importante intrusión de aguas provenientes del Pacífico hacia adentro del golfo detectadas con datos AVHRR con temperaturas alrededor de 28°C y con bajas concentraciones de clorofilas "a" observadas con datos Seawifs, propias del Pacífico. Los datos xbt's revelan que esta intrusión se manifiesta aproximadamente hasta los 200 m de profundidad. Por otra parte en junio se revela la presencia de un remolino ciclónico en la boca del golfo con una temperatura aproximada de 27°C, con valores bajos de concentraciones de

clorofilas "a". Así mismo, los datos provenientes de xbt's muestran que el efecto de este remolino se aprecia hasta casi ls 300 m de profundidad.

SS3-4

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA EN LA BAHÍA DE LA PAZ MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE Y DATOS DE CAMPO Y SU INFLUENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA

Sánchez Avelar Luis Mariano, Perez Lezama Edgar Leonardo,
Shirasago German Bernardo y Obeso Nieblas Maclovio
CICIMAR, IPN
les_inocents@hotmail.com

La Bahía de la Paz es el cuerpo de agua más grande del Golfo de California y presenta una alta complejidad oceanográfica y biológica. Interactúa con la zona oceánica adyacente mediante dos bocas permanentes que varían en dimensión y profundidad. A través de éstas, la bahía se ve sujeta a un forzamiento dinámico, pues además de las mareas, entran a la bahía ondas de diferentes escalas y perturbaciones causadas por tormentas entre otras. Por consecuencia, el análisis continuo de la dinámica hidrográfica dentro de la bahía, nos permite conocer su comportamiento, para poder llevar a cabo un mejor manejo de los recursos que en ella se encuentran.

Por lo anterior, el objetivo principal del presente trabajo es conocer y analizar la dinámica de la bahía de la Paz en las dos temporadas extremas (fría y cálida), así como la influencia en la concentración de biomasa zooplanctónica.

En el presente estudio se utilizaron imágenes NOAA-AVHRR de 1.1km de resolución. A su vez, se utilizaron datos de CTD (Conductivity Temperature and Depth), para verificar la profundidad de influencia de las estructuras detectadas por satélite. En conjunto con los datos de CTD, se tomaron muestras de zooplancton, hasta una profundidad de 200m, con una red tipo bongo con luz de malla de 303µm, estandarizando el volumen de biomasa a ml/1000m³.

Se logró determinar la profundidad de influencia de las estructuras detectadas con los sensores remotos, logrando establecer las diferencias hidrográficas en ambas temporadas. Aunque las imágenes muestran en ambas épocas temperaturas cálidas en zonas someras, la dimensión de las aguas calientes varía en las dos temporadas, presentando en verano más amplia la distribución, con pequeños núcleos de agua fría, a diferencia del invierno, donde predominan las aguas frías. Sin embargo, en ambas épocas, se encontraron las mayores concentraciones de zooplancton asociadas con las zonas más cálidas.

SS3-5

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE A TRAVÉS DE SU TEMPERATURA SUPERFICIAL Y CLOROFILA A

Salmerón García Olivia y Aguirre Gómez Raúl
Instituto de Geografía, UNAM
osg@igiris.igeograf.unam.mx

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) y la Clorofila a, son dos aspectos que pueden ser estudiados a través de imágenes satelitales. Su estudio es relevante porque los conocimientos

generados pueden ser aplicados al entendimiento de la dinámica del océano. Este trabajo se apoya en las imágenes satelitales AVHRR y SeaWiFS que se reciben en el Instituto de Geografía de la UNAM desde 1996 y 1998 respectivamente, hasta el 2000. Se analizaron datos mensuales y de época de lluvias y secas de ambos parámetros para hacer la caracterización del Golfo de México y Mar Caribe y presentar los resultados en un SIG.

SS3-6

ALTERACIONES DE LOS ESCURRIMIENTOS EN LA CUENCA LECHUGUILLA-OHUIRA-NAVACHISTE, SINALOA GENERADOS POR CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USOS DE TERRENO POR MEDIO TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA Y SIG

Ventura Leonardo Alicia, Covarrubias Legaspi Hugo Orlando,
Berlanga Robles César Alejandro, Ruiz Luna Arturo, Trelles Rios
Nora A. y Páez Brito Lorena Patricia
Centro de Investigación en Alimetación y Desarrollo A.C., Unidad
Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental
alicia_leonardo@yahoo.com.mx

La cuenca Lechuguilla-Ohuira-Navachiste, con una extensión de 4038 Km², se localiza en el norte de Sinaloa en una región conformada espacialmente por el establecimiento y desarrollo de una importante actividad agrícola y acuícola, que aunado a la falta de estrategias de manejo costero, ha provocado cambios desordenados en la cobertura y uso del terreno que se reflejan en una erosión acelerada, la pérdida de biodiversidad y la modificación de los patrones de escorrentías. Con el fin de evaluar los impactos que los cambios en la cobertura y usos del terreno ejercen sobre los volúmenes de escurrimiento de la cuenca se aplicará un modelo de Evaluación del Impacto Hidrológico a largo Plazo (L-THIA por sus siglas en inglés) integrando en un SIG información sobre los cambios de uso del terreno, el tipo de suelos (clasificados de acuerdo a sus propiedades hidrológicas) y registros de precipitación históricos. Los cambios en el uso del suelo se evaluarán a través de un análisis multitemporal postclasificadorio con imágenes Landsat MSS, TM y ETM+ path/row: 33/42 y 34/42 de 1973, 1986, 1992, 2000 y 2003. Para cada año se editarán escenas multispectrales de la cuenca que se clasificarán de manera independiente con métodos supervisados para producir mapas temáticos con las siguientes coberturas: lagunas y esteros, marismas, manglar, selva, vegetación secundaria, agricultura, suelos desnudos, poblados y camaronicultura. La exactitud de las clasificaciones se evaluará con matrices de error de las que se estimará la exactitud total y el coeficiente de Kappa. Posteriormente, se compararan de manera pareada con matrices de detección de cambio de las que se estimarán indicadores de cambio a nivel de clase y paisaje. Resultados preliminares indican que el porcentaje de cambio en la cuenca de 1973 al 2000 fue de poco más del 30%, siendo la vegetación secundaria, los poblados y la camaronicultura las clases con mayor tasa de cambio; por el contrario, las clases de humedales fueron las de mayor estabilidad.

SS3-7

ANÁLISIS DE CAMBIO EN EL LAGO DE TECOCOMULCOGómez Rodríguez Gabriela¹ y De La Lanza Espino Guadalupe²¹ Instituto de Geografía, UNAM² Instituto de Biología, UNAM
gabyg@igiris.igeograf.unam.mx

La gran Cuenca del Valle de México estaba constituida por diversos lagos, entre los más importantes: Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Chalco, Xochimilco, Apan Atochac, Tecocomulco, entre otros de menor tamaño y que ya han desaparecido por diversas causas tanto naturales como antropogénicas. El Lago de Tecocomulco es un relicto de esa gran cuenca con características geológicas e hidrológicas dinámicas que le han llevado a grandes cambios desde hace 42 000 años. En tiempos recientes la zona ha sido sometida a una intensa erosión principalmente como resultado de las actividades agrícolas. El presente trabajo, analiza los cambios en la superficie o cobertura del Lago de Tecocomulco a pequeña escala a través de imágenes de satélite de los años 1973, 1986, 1990, 2000 y 2002. Para esto se contó con cinco imágenes de satélite correspondientes a la época de sequía y de lluvias. Tres imágenes Landsat MSS y dos ETM+. A partir de estas imágenes se hizo una estimación de la superficie de la laguna. Adicionalmente mediante un método combinado de componentes principales y clasificaciones no supervisadas, se identificaron las zonas de asolvamiento y de tipos de vegetación acuática. Adicionalmente se utilizó el modelo de elevación del terreno para delimitar la subcuenca del lago. Posteriormente se evaluó el cambio en el uso del suelo desde 1976 a la fecha para la subcuenca. Este estudio señala cambios importantes en la morfología y dimensiones del lago, especialmente derivados del clima y acelerados por las actividades antropogénicas, como se muestra en cuatro décadas.

SS3-8

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ORIGEN ANтропоGÉNICO Y NATURAL SOBRE EL BOSQUE DE MANGLAR DEL SISTEMA TEACAPÁN-AGUA BRAVA, MÉXICO POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE IMÁGENES DE SATÉLITE LANDSAT

Berlanga Robles César Alejandro, Zumaya Tirado Luis Alberto, Ruiz Luna Arturo, Páez Brito Lorena Patricia y Trelles Rios Nora A.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental
cesar@victoria.ciad.mx

En el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, localizado en la costa norte de Nayarit y sur de Sinaloa, se desarrolla el bosque de manglar más extenso del Pacífico americano el cual ha estado sujeto a diversas perturbaciones tanto de origen antropogénico como natural, sobresaliendo las generadas por la apertura del canal de Cuautla en 1971, el paso del huracán Rosa en 1994 y el desarrollo de la camaricultura en los últimos 15 años. Con el fin de evaluar los impactos de estos fenómenos sobre la extensión, distribución y estructura del bosque de manglar se analizan las transformaciones con matrices de detección de cambio y el índice normalizado de vegetación (NDVI), obtenidas a partir de imágenes Landsat MSS (1973, 1986), TM (1990, 1995) y ETM+ (2000). Los resultados preliminares de la clasificación supervisada de las imágenes ETM+ indican extensiones aproximadas de 72,000 ha para manglar vivo y de

24,000 ha para manglar muerto. Asimismo, se estimó un NDVI promedio para el manglar vivo de 0.32 y de -0.09 para el manglar muerto. Una vez clasificadas el resto de las imágenes y estimados los índices de vegetación se podrán estimar las tendencias de cambio del bosque de manglar y asociarlas a diferentes agentes perturbadores para delimitar los impactos de origen natural de los antropogénicos y a partir de allí contribuir en la elaboración de propuestas de conservación de estos ambientes.

SS3-9

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA Y USOS DEL TERRENO DEL ESTADO DE NAYARIT, MÉXICO, DE 1981 A 1999

Berlanga Robles César Alejandro, Páez Brito Lorena Patricia, Trujillo Batiz Priscila, Ruiz Luna Arturo y Trelles Rios Nora A. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental
cesar@victoria.ciad.mx

El Estado de Nayarit, en el occidente de México, se caracteriza por su bajo desarrollo industrial, siendo sus actividades primordiales la agricultura y en los últimos 15 años la acuicultura, en especial en la costa centro norte con el cultivo de camarón. En el presente estudio se están analizando los principales cambios en los patrones de cobertura del terreno mediante una matriz de detección de cambio formada con las cartas de uso de vegetación y uso del suelo de 1981 escala 1:500,000 (SPP, 1981) y de 1999 escala 1:400,000 (INEGI, 2000). Ambas cartas fueron digitalizadas y la correspondiente a 1999 fue complementada con los polígonos de las granjas camaronícolas digitalizados por fotointerpretación de los componentes pancromáticos de Landsat ETM+ path/row: 31/45, 30/45, 30/46, 31/46 y 30/44 del 2000. Los mapas temáticos en formato vectorial se transformaron a formato raster para ser corregidos geoméricamente y reclasificarlos con el fin de construir una matriz de detección de cambio con IDRISI 32. Como resultados preliminares se tiene que la frontera agrícola aumento alrededor del 71%, en tanto que la camaricultura paso prácticamente de cero a poco más de 4500 ha. Los bosques tropicales en términos generales mantuvieron su cobertura, pero los bosques templados (encino, pino-encino y pino) y el bosque de manglar y ambientes de marismas asociados mostraron tendencias negativas disminuyendo su cobertura en un 15% y 22%, respectivamente. Un resultado que sobresale es el espejo de agua estimado para la presa Aguamilpa construida en 1992 de poco más de 10000 ha inundando principalmente coberturas de bosques tropicales.

SS3-10

CARACTERIZACIÓN DE REMANENTES ARBÓREOS Y RAZONES DE SU PERMANENCIA EN EL ÁREA DEL PROYECTO PUJAL-COY, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Reyes Hernández Humberto y Aguilar Robledo Miguel
Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP
hreyes@uaslp.mx

El objetivo del presente trabajo es identificar los remanentes de vegetación arbórea que sobreviven en el área del proyecto Pujal-Coy, analizar su distribución espacial y las razones de su permanencia. Para localizar, cuantificar y caracterizar los fragmentos de vegetación que persisten en el área del proyecto, se procedió a un análisis e interpretación de imágenes de satélite Landsat MSS, TM y ETM+.

Mediante la elaboración de coberturas digitales y sobreposiciones cartográficas fue posible analizar su distribución espacial y la relación con variables físicas y socioeconómicas. En ambos procedimientos se emplearon los programas IDRIS 32.3 y ARCVIEW 3.3. El trabajo de campo comprendió entrevistas y encuestas a los propietarios para conocer las razones por las cuales han conservado sus remanentes. Los resultados indican que el relieve y el tipo de propiedad son dos de las principales causas por las cuales estos remanentes han permanecido. El tipo de actividad productiva y la escolaridad de los propietarios careció de relación con la conservación de los remanentes. La ausencia de restricciones para no desmontar y el tamaño escaso de la dotación, aparentemente son las principales razones de la deforestación en los ejidos. Por ejemplo, en los ejidos en donde la autoridad local ha impedido la tala de las áreas selváticas, se ha frenado el desmonte de estos fragmentos.

SS3-11

CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA DE LA COBERTURA MULTITEMPORAL DEL SUELO EN LA CUENCA GUAYALEJO-TAMESÍ, TAMAULIPAS

Requena Lara Glenda Nelly¹, Casas González Silvia Lucero², Mora Olivo Arturo² y Almaguer Sierra Pedro¹

¹ Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

² Universidad Autónoma de Tamaulipas
grequena@uat.edu.mx

Se analizaron imágenes de satélite LANDSAT TM y MSS utilizando software especializado, con el objetivo de observar la evolución de la cobertura del suelo en la cuenca Guayalejo-Tamesí. Partiendo de información digital de vegetación en Tamaulipas para 1970 y 2000, se calcularon las superficies y el porcentaje de cambio para cada tipo de vegetación presente en la cuenca. Se integraron al SIG imágenes Landsat MSS de los años 1972, 1973, 1985, 1986, 1990 y 1992, así como TM de 2000, para el análisis visual simple. Posteriormente, se realizó la clasificación no supervisada del grupo de imágenes y se comparó el cambio de cobertura de terreno obtenida de las coberturas temáticas de 1970 y 2000, así como de la clasificación.

El SIG ubicó 33 tipos de coberturas del terreno. Entre ellas destaca por su tamaño, las superficies de cultivo (riego y temporal), las de pastizales (inducido y cultivado) y la selva baja caducifolia y subcaducifolia, que en conjunto ocupan un 64.5% del total del área de estudio para el año 2000. Estas coberturas fueron agrupadas en diferentes clases, para coincidir en lo posible con las obtenidas de las imágenes. Adicionalmente la clasificación supervisada de las imágenes, para lo que se cuenta con una base inicial de 54 puntos de control, de verificación en el terreno.

El avance de las tierras agrícolas sobre la vegetación nativa es un fenómeno que resulta evidente en la región. Este trabajo aporta un panorama general de cómo se ha comportado la cobertura de suelo en la cuenca y cuáles tipos han estado sustituyendo a otros. La integración de otras coberturas al SIG, como elementos climáticos e hidrológicos, y su análisis contribuirán a explicar con mayor rigor el fenómeno de sucesión vegetal que se presenta en la zona de estudio.

SS3-12

VARIACIONES DEL NDVI COMO RESPUESTA A LAS FLUCTUACIONES DE PRECIPITACIÓN Y CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO EN LAS MONTAÑAS DE VERACRUZ

Granados Ramírez Rebeca
Instituto de Geografía, UNAM
rebeca@igiris.igeograf.unam.mx

En ciclos pasados los patrones de lluvia eran más constantes y permitían una planeación adecuada de los recursos vegetales, actualmente la disminución y variabilidad estacional de la precipitación parece ser cada vez más marcada, ocasionando cambios en el uso del suelo y pérdidas considerables en la producción. Las imágenes de satélite son una herramienta que posibilita analizar una zona en repetidas ocasiones. Se realiza estudio multitemporal en las montañas altas de Veracruz para reconocer y evaluar variaciones y cambios estacionales en la vegetación natural, cantidad de biomasa, detección de sequía, etc. El objetivo general fue analizar las variaciones del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) como respuesta a los cambios en los patrones de lluvia, mediante el análisis de las imágenes AVHRR del satélite NOAA

SS3-13

UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS PARA EVALUAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MÉXICO

Yáñez Trujillo Luis¹, Bastida Villalobos Victor¹ y Alvarez Portal Ricardo²

¹ Universidad Autónoma Metropolitana

² CENPALAB, Cuba

luis_chacmol@yahoo.com.mx

Se utilizaron Imágenes de Satélite LandSat TM, ETM, Ikonos y Fotografías aéreas escala 1:4,500 para evaluar el cambio de uso de suelo y vegetación en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México. Se realizaron diversos tipos de muestreos y se obtuvieron una gran cantidad de puntos nivel I con GPS. A partir de esta información se obtuvieron diversos mapas temáticos de vegetación y geología principalmente. Todo lo anterior se cargo en el SIG denominado: "Sistema de Información Costero Urbano Ambiental del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México (SICUAMS)"

SS3-14

ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL DEL ESTADO DE MORELOS, ESCALA 1:50,000, A PARTIR DE IMÁGENES LANDSAT

Rodríguez Gallegos Gustavo¹, Córdova Athanasiadis Milagros¹, Sorani Valentino² y Flores Rosalba¹

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM

² Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla
grobregon@yahoo.es

La actualización de la cartografía de uso de suelo y vegetación tiene importancia en numerosos campos de estudio ya que facilita la planificación del desarrollo urbano y sectores productivos así como el ordenamiento del territorio en general. La cartografía más reciente del Estado de Morelos es la del Ordenamiento Ecológico Territorial a

escala 1:100,000. Para actualizar y mejorar dicha cartografía de uso de suelo y vegetación se creó una capa a escala 1:50,000, interpretando imágenes Landsat TM. Se adquirieron imágenes Landsat del 2000, 2002 y 2003 que se corrigieron con el software Erdas Imagine colocando puntos de control utilizando como referencia datos de la cartografía vectorial 1:50,000 del INEGI y de las ortofotos escala 1:20,000. Posteriormente las imágenes fueron recortadas con el mismo software para cubrir únicamente el área de estudio. Para la interpretación se creó un compuesto de color, utilizando las bandas 4-5-3, y la imagen pancromática, de mayor resolución (píxel de 15 m) con la cual se creó una imagen híbrido entre la pancromática y el compuesto de color. Se realizaron varias salidas de campo para identificar los diferentes tipos de vegetación de la zona y para recopilar datos de campo con los cuales el intérprete se apoyó posteriormente. Finalmente la interpretación se realizó en Adobe Photoshop utilizando varias herramientas para la interpretación visual. Se utilizó paralelamente el software ArcView, como apoyo para observar los datos de campo e información complementaria como cartografía de uso del suelo y vegetación elaborada por el INEGI.

SS3-15

INTERPRETACIÓN VISUAL DE IMÁGENES EN EL PROCESOS DE ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (SERIE III)

Mora Corro Sandra y Zermeño Benitez Carlos
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
sandra.mora@inegi.gob.mx

Contar con información suficiente, confiable y oportuna sobre los cambios que ha sufrido la cubierta vegetal y el uso de suelo, en diversos grados de detalle, motivó al INEGI, a que, haya realizado dos versiones (Serie I y Serie II) de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, en donde se han delimitado comunidades vegetales y el más importante de los usos del suelo: la agricultura.

En 2002 el instituto inicio la actualización (Serie III), una característica importante de esta serie, es la reestructuración de la información en 14 cubiertas vectoriales, las cuales potencializan el nivel de consulta y análisis espacial de la información. El insumo principal son imágenes Landsat ETM de 2002, con resolución espacial de 25 m, suficientemente reciente y preciso para realizar un trabajo de actualización a nivel nacional.

El objetivo del presente documento es compartir algunas experiencias en el uso de la técnica que se ha utilizado a través de los años en el INEGI, durante los procesos de actualización de la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación: la Interpretación Visual. Mientras no exista todavía un clasificador basado en algoritmos "verdadero" en el mundo de la tecnología de la Percepción Remota, la clasificación visual de imágenes seguirá siendo la técnica mas precisa, Smiatek (1995). Al trabajar en ambiente digital, el intérprete tiene la posibilidad de visualizar la imagen con diferentes tipos de reales, filtros y combinaciones de bandas. La interpretación visual de un especialista experto ofrece ventajas sobre las clasificaciones basadas en algoritmos cuando se examinan los elementos de una imagen (tono, color y brillo), los cuales son la principal fuente de información. Los procesos semiautomáticos de clasificación basados en algoritmos pueden identificar diferencias en tono con mas consistencia y precisión que la interpretación visual, sin embargo, la complejidad que guardan el resto de los elementos de interpretación de las imágenes, limita significativamente el uso estos algoritmos, Sohl, Gallant & Loveland (2004).

La interpretación visual a través de la experiencia del intérprete como base fundamental del análisis al momento de clasificar y/o actualizar a partir de una imagen, el uso de elementos de apoyo como: la cartografía temática, consulta bibliografica, trabajo de campo con muestreo, actualización conceptual constante mediante capacitación del recurso humano, ha sido en las ultimas tres décadas, la técnica que mejor resultad ha dado en los procesos de generación y actualización de la cartografía temática en el Instituto. Es importante mencionar que el uso de clasificadores basados en algoritmos como herramientas que permita extraer información intangible para el interprete, complementa y potencializa el proceso de análisis de la imagen.

SS3-16

PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS PARA EL APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE DEL SUR DE NAYARIT

Pineda López Raúl
Red Regional en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma de Querétaro
rfpineda@uaq.mx

El presente estudio se desarrolló a iniciativa del Instituto Nayarita de Desarrollo Sustentable (INADES) con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad de las principales comunidades bióticas de la región ante las actividades humanas y aprovechar las oportunidades de manejo y conservación de la biodiversidad con base en la aptitud del suelo en la región y a los intereses de desarrollo de los diferentes sectores productivos de cinco municipios del sur de Nayarit. Los cinco municipios que comprenden el área de estudio presentan una alta y significativa diversidad en flora y fauna en una región relativamente pequeña cercana a las 450,000 ha. Con respecto a la flora se encontraron importantes comunidades de selva mediana subcaducifolia y, la extensión y diversidad del bosque mesófilo, lo hacen el más importante del país por su relación densidad/área. En el caso de la fauna en la región están presentes diversas especies emblemáticas que deben ser conservadas o aprovechadas bajo esquemas de bajo impacto. Para la elaboración del diagnóstico ambiental se constituyeron los talleres de participación pública en conjunto con las dependencias y los productores que mostraron un amplio interés y nivel de participación. Esta mecánica de trabajo permitió la construcción multidisciplinaria de las diversas capas de información base para los distintos análisis que comprenden el diagnóstico ambiental del estudio. Otra información para la integración del diagnóstico ambiental fue emplear técnicas como el análisis de discrepancias (GARP), el Análisis Jerárquico de Preferencias y el uso de una imagen de satélite Aster de la NASA de última generación con resolución de 15 m y con 14 bandas espectrales. El empleo de los modelos predictivos de distribución de especies fueron el insumo principal para determinar la aptitud y el análisis de priorización de cuencas. Este último comprendió la delimitación y tamaño de las microcuencas con criterios físicos e indicadores socioeconómicos como la densidad poblacional o los índices de marginación y no con base en los métodos tradicionales. El procedimiento de priorización de microcuencas demostró la factibilidad de establecer los sitios donde los trabajos de gestión administrativa, planeación participativa e intervención comunitaria pueden y deben ser iniciados, los cuales cuentan con el apoyo de bases de datos espaciales integradas en el sistema de información geográfica construido ad hoc para el estudio. De manera colateral, el proyecto permitió la identificación de áreas de protección de suelo y agua que deberán ser abordadas de manera

integral en los procesos de planeación de la gestión en cada microcuenca. Finalmente, las propuestas de manejo constituyen una guía para la inversión pública o privada y fortalecen la capacidad de instrumentar políticas de gestión ambiental efectivas por parte del INADES.

SS3-17

ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS TERRESTRES EN TAMAULIPAS UTILIZANDO ANÁLISIS GAP

Lara Maldonado Karla Evelia¹, Casas González Silvia Lucero², Moreno Valdéz Arnulfo¹ y Cantú Ayala Cesar³

¹ Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

² Universidad Autónoma de Tamaulipas

³ Universidad Autónoma de Nuevo León
klsdg@yahoo.com

La desaparición de especies se ha incrementado durante las últimas décadas debido a la acelerada pérdida de hábitat en todo el mundo. La deforestación y la fragmentación de ecosistemas son las principales causas y se alerta sobre las consecuencias que estos fenómenos pueden tener sobre el bienestar de la humanidad y la salud general del ambiente.

La biodiversidad no se distribuye uniformemente en el planeta. Del 50 a 80% de la diversidad biológica del mundo, se localiza en de seis a doce países. México ocupa el tercer lugar, pues se calcula que alberga entre 8 y 12% del total de las especies en la Tierra. Así mismo es el segundo lugar mundial en mamíferos terrestres con 456 especies. En Tamaulipas se han reportado 148 especies de mamíferos terrestres nativos, esto lo ubica en el quinto lugar a nivel nacional.

GAP es el acrónimo de Gap Analysis Program que en español se traduce como Programa de Análisis Geográfico de Omisiones de Conservación, cuyo propósito es analizar las regiones subrepresentadas o no representadas en la red de áreas naturales protegidas, desde una perspectiva geográfica amplia, a fin de brindar a los manejadores de recursos naturales, científicos y políticos la información necesaria para auxiliarlos en la toma de decisiones.

La metodología GAP organiza la información existente sobre inventarios biológicos para identificar áreas de alta biodiversidad y evitar su deterioro. A través de la sobreposición de mapas digitales en un SIG se ubican las especies, las áreas con mayor riqueza de especies y/o áreas con tipos de vegetación que no están representados o están sobre-representados en las áreas naturales protegidas, dando énfasis a endemismos o a especies amenazadas.

En esta primera etapa del proyecto se organizó la base de datos digital que contiene registros mastofaunísticos del área de estudio, posteriormente mediante las cartas topográficas 1:50,000 de INEGI se realizó la geo-referenciación de los datos. Estos datos de puntos de localización georeferidos se visualizaron en Arcview GIS 3.2, mediante el análisis espacial de cobertura de vegetación, curvas de nivel e hidrología superficial, así como el análisis de expertos zoológicos, se realizaron los primeros mapas de distribución de los mamíferos terrestres de Tamaulipas.

SS3-18

APLICACION DE UN SIG PARA CARACTERIZAR ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE QUERÉTARO

Solís Valdez Sara, Hernández Silva Gilberto, Mercado Sotelo Italia, Solorio Munguía José Gregorio y Avila Murillo Fernando
Centro de Geociencias, UNAM
sarasoli@geociencias.unam.mx

Desde hace algunos años, las técnicas sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido aplicadas a las disciplinas en Ciencias de la Tierra. En el caso de la edafología los trabajos realizados muestran aplicaciones diversas; quizá se ha dado mayor importancia al conocimiento de la distribución de metales pesados en una determinada región; otros intentan conocer los cambios temporales y espaciales que presentan los distintos parámetros del suelo, algunos más pretenden conocer el potencial de estas técnicas, aplicándolas a sistemas biológicos. La geoestadística describe una muestra de datos con propiedades que varían en el espacio; la estimación de los valores locales usa una función conocida como variograma, que matemáticamente expresa la forma en la cual la varianza de una propiedad cambia sobre la superficie de la tierra, basándose en la distancia y dirección que separa dos localidades muestreadas. La ventaja de este método sobre otras técnicas de interpolación es que, incorpora el grado de interdependencia de los puntos muestreados. El objetivo de este trabajo fue aplicar un SIG y métodos geoestadísticos para conocer la distribución de algunos parámetros elementales en el estudio de los suelos así como su variación espacial. Para ello se llevó a cabo un muestreo en 215 sitios georeferenciados a una profundidad de 0-30 cm, distribuidos en una superficie aproximada de 770 km². Se les determinó textura, contenido de materia orgánica (MO), concentración de pH y capacidad de intercambio catiónico (CICT). Se ubicaron los datos en el mapa topográfico y con el uso del SIG se obtuvo el mapa de distribución de cada parámetro utilizando para ello, el método de interpolación del vecino más cercano. A los datos obtenidos se les aplicó la estadística clásica y el tratamiento geoestadístico que implicó la elaboración del variograma para cada parámetro medido. Como parte de los resultados, los mapas muestran que los rangos de pH van de ligeramente neutros a ligeramente alcalinos con una distribución heterogénea. En la MO predominan contenidos altos (desde 1.5 hasta 6.0%) asociados al uso del suelo; estos valores concuerdan con los encontrados en los tratamientos estadísticos realizados. Los valores de infiltración son altos en especial en la periferia de la zona de estudio. La textura predominante es la franca, presentándose una gradación, desde suelos arcillosos (distribuidos irregularmente) hasta suelos areno-limosos. Los análisis de regresión múltiple mostraron las mayores correlaciones entre arcilla y CICT ($r^2 = 0.53$), limo-MO ($r^2 = 0.38$), arena-infiltración ($r^2 = 0.59$), pH-CICT ($r^2 = 0.27$), como relaciones positivas. También se encontraron relaciones negativas como el caso de arcilla-infiltración ($r^2 = -0.53$), arcilla-MO ($r^2 = -0.22$), arena-CICT ($r^2 = -0.49$) e infiltración-CICT ($r^2 = -0.37$).

SS3-19

ÍNDICES DE ARIDEZ; UNA ESTRATEGIA PARA EVALUAR BALANCES DE HUMEDAD EN EL SUELO

Venegas Cardoso Francisco Raúl
Facultad de Arquitectura, UABC
raulvenegas5@hotmail.com

Los índices de aridez se han utilizado desde hace varias décadas, tanto para conocer los avances de la desertificación, o separar las regiones de acuerdo a sus condiciones de humedad en el suelo y las comunidades vegetales (Budyko, 1976; De Martone, 1925; Thornthwaite, 1948; NAPCD, 2001; Williams y Baley, 1996 y Le Houérou, 1996).

En este trabajo se utilizó el Índice de aridez, que se calcula en base a la relación precipitación/evapotranspiración potencial (E/ETP), generando un valor que va desde 0.02, que indica extrema aridez o desértico, hasta > de 1 templado o tropical en donde la precipitación excede en mucho la evapotranspiración potencial.

El problema principal para la definición de este índice es el cálculo de la ETP, el cual en este trabajo se resolvió con el método de Papadakis.

El Objetivo de este trabajo es: la definición de los índices de aridez, de la Cuenca del Arroyo Guadalupe, en el Noroeste de del Estado de Baja California, a través del uso de los sistemas de información geográfica.

El principal resultado indica la distribución espacial de los índices de aridez en los rangos de 0.2 a 0.5 Semi-árido; 0.5 a 0.65 Seco sub-húmedo y de 0.65 a 92.

Conclusión, conocer la distribución espacial y temporal de los índices de aridez, permite conocer los avances o retrocesos de las comunidades vegetales en función del comportamiento de la precipitación en periodos seculares es decir en varios años y por otro lado permite conocer el balance anual de humedad del suelo de acuerdo al pronóstico de precipitación que se tenga para cada temporada de lluvias.

SS3-20

DETERMINACIÓN DE LA APTITUD AGRÍCOLA, PECUARIA Y FORESTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BALSAS, REGIÓN PUEBLA-TLAXCALA

Rivera Garcia Hugo Alberto¹, Gonzalez Hernandez Antonio² y Gomez Diaz Jesus David¹

¹ Universidad Autonoma Chapingo

² INIFAP

tuzuazul@hotmail.com

La importancia de conocer la aptitud de un área, radica en la posibilidad de seleccionar el uso más adecuado de dicha área y permite planear cual especie es la que mejor se adapte a las condiciones que predominen sin que ellas ocasionen deterioro de los recursos naturales.

En el presente estudio, se evaluó la aptitud espacial de la Cuenca Alta del Río Balsas. Para el establecimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays*) y durazno (*Prunus persica*), en el área agrícola; mientras que para la pecuaria se estudio la avena (*Avena sativa*); y en la forestal se usaron varias especies de pino.

Se utilizó información climática extraída de la base de datos SICLIM; agrupada por decenas, las variables seleccionadas fueron: la temperatura, precipitación, evaporación, incidencia de heladas, granizadas y horas frío. Como variables edafológicas se utilizó: el pH, textura de suelo y profundidad, fases físicas y químicas; estos datos se obtuvieron directamente de las cartas edafológicas y los perfiles reportados por INEGI. Las pendientes y altitudes se extrajeron del modelo de elevación digital de INEGI con celdas de 50 X 50 metros.

Mediante ARC/INFO se interpolaron los datos de cada una de las variables por medio del método IDW y Kriging, generando los mapas digitales temáticos. Sin embargo, algunos fueron obtenidos mediante modelos de regresión. Posteriormente se emplearon los requerimientos climáticos, edáficos y topográficos óptimos, de las diferentes especies para determinar las zonas aptas. La aptitud se obtuvo de la sobreposición de los mapas generados y comparando metodologías de zonificación, una vez obtenidas las zonas aptas, fueron recortadas con las cartas de uso actual del suelo del 2004 de un estudio simultáneo.

Como resultados del estudio en la comparación de metodologías se observó que la introducción de un número mayor de variables, permite una zonificación más localizada y al mismo tiempo más precisa, aunque con áreas más pequeñas.

SS3-21

APLICACIONES DE LA FOTOGRAFÍA AÉREA DIGITAL EN LA GESTIÓN Y LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Peralta Higuera Armando
Instituto de Geografía, UNAM
higuera@servidor.unam.mx

El conocimiento sobre el estado de los ecosistemas y el diagnóstico de la calidad del ambiente son, además de objetos de estudio científico, aspectos fundamentales para el establecimiento y evaluación de políticas ambientales. Las imágenes de percepción remota de alta resolución, en sus variadas modalidades, permiten identificar, cuantificar y conocer la distribución geográfica de muchos de los componentes de los ecosistemas y de los procesos que ocurren en ellos. En este trabajo se describen varios casos de aplicación real de imágenes aéreas digitales en la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental, programas de monitoreo de proyectos, identificación y distribución de depósitos de residuos sólidos municipales, diagnósticos ambientales para la creación de programas de ordenamiento ecológico, planes de manejo y estudios científicos. Se discute también su papel potencial como fuente importante de indicadores ambientales, para el seguimiento de programas de ordenamiento a través de bitácoras ambientales. La demanda de imágenes aéreas digitales para estos fines se ha incrementado en los últimos años. Ésta se explica por una parte, porque presentan una relación entre costo y contenido de información que las hace atractivas para diversos tipos de usuario. Por otra parte, este interés refleja un incremento en la demanda de estudios ambientales, debida a las disposiciones de la legislación ambiental federal y ya que un número creciente de municipios asume sus atribuciones en materia ambiental, entre otros factores. Existe una enorme demanda potencial

de imágenes de percepción remota de diversos tipos para estos fines, como los sugieren las cerca de 800 manifestaciones de impacto ambiental que se someten anualmente a nivel federal y el hecho de que la mayoría de los ordenamientos municipales en el país está aún por realizarse. Muchos de estos estudios requieren de información temática exacta -que puede lograrse a través de una alta resolución espacial y de información espectral consistente-, pero no de una elevada precisión métrica, lo que aunado a su costo relativamente bajo, posicionan favorablemente a la fotografía digital como complemento de la aerofotografía y las imágenes satelitales.

SS3-22

MONITOREO AÉREO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO POR MEDIO DE CÁMARAS DIGITALES

Peralta Higuera Armando¹ y Carranza Sánchez Jorge²

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
higuera@servidor.unam.mx

La diversidad de ecosistemas que se encuentra en México es una de las más altas del mundo. Éstos representan una enorme biodiversidad que comprende numerosas especies autóctonas y muchas especies que enfrentan amenazas ya sea por su explotación indiscriminada o por la desaparición de su hábitat. El sistema de Áreas Naturales Protegidas de México tiene la finalidad de mantener la integridad de estos ecosistemas y comprende 148 áreas con distintos regímenes de manejo, que cubren más de 17 millones de hectáreas. Su amplia distribución en todo el país y la gran extensión de algunas de ellas, dificultan su monitoreo frecuente, especialmente frente a un contexto de limitaciones presupuestales y escasez de personal especializado. A partir de una colaboración con el Instituto de Geografía, UNAM, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ha adoptado el uso de cámaras digitales de pequeño formato para realizar el monitoreo de áreas críticas, detectar problemas emergentes, elaborar mapas de islas y áreas no cartografiadas, detectar ilícitos y reaccionar de modo oportuno para evaluar las consecuencias de desastres naturales. La asimilación de las técnicas por parte del personal de la CONANP la ha dotado de una completa autonomía en cuanto a su aprovechamiento y a la creación de soluciones propias, como la adaptación y diseño de plataformas para la instalación de cámaras en diversas aeronaves. En este trabajo se exponen los esquemas de operación, las configuraciones de equipo y algunos de los resultados de este monitoreo en diversas áreas protegidas del país por parte de la CONANP y del IGG-UNAM. También se exponen ejemplos del uso de fotografía aérea digital en la creación de nuevas áreas protegidas a nivel estatal.

SS3-23

APLICACIONES DE LA FOTOGRAFÍA AÉREA DIGITAL EN LA CREACIÓN Y MONITOREO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA

Peralta Higuera Armando¹, López García José¹, Honey Roses
Jordi² y Rendón Salinas Eduardo²

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² World Wildlife Fund México
higuera@servidor.unam.mx

La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca fue decretada en el año 2000. Para dar fundamento científico a su delimitación, se empleó el modelado ecológico y la discusión por grupos de expertos, considerando aspectos como la biología de las mariposas, el relieve, las condiciones ambientales y el estado de la vegetación. Con el fin de garantizar su viabilidad, los límites se ajustaron con base en los acuerdos establecidos con los ejidos y comunidades que la componen. En estos procesos, se utilizó la fotografía aérea digital como fuente primaria de datos de percepción remota. Se realizó un levantamiento digital en color visible del área de interés y su entorno inmediato, a partir del cual se elaboró un mosaico que se utilizó para sobreponer vectores, evaluar los límites en función del uso actual del suelo y sirvió además como referencia para discusiones, negociaciones y exposiciones. A partir del análisis estereoscópico de las imágenes individuales, se creó un mapa del estado de la vegetación, que junto con el mosaico, sirve como línea de base para conocer su evolución y documenta los procesos de deterioro ocurridos durante la última década. Tras la creación de la reserva se ha establecido un programa de monitoreo anual basado en la fotografía aérea digital y en la creación de mosaicos. Desde 2002 se incorporó la banda del infrarrojo cercano. Estos levantamientos han sido patrocinados por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y la Monarch Foundation y para su aprovechamiento se realizan esfuerzos coordinados con las autoridades ambientales federales, estatales, las comunidades y algunas ONG. Las principales aplicaciones que se dan a estas imágenes, incluyen la asignación de pagos por servicios ambientales, la determinación de la ubicación y tamaño de las colonias de mariposas, la detección temprana de actividades de tala clandestina, la cuantificación de las áreas deforestadas anualmente, la pérdida de vegetación por incendios, y algunos estudios científicos sobre el ecosistema y su relación con la biología de las mariposas. Las imágenes también se han utilizado para mejorar la comprensión del ecosistema por parte de algunas comunidades y crear una mayor conciencia de su deterioro. Por otra parte, se han realizado pruebas en colaboración con la CONANP y la PROFEPA para conocer su utilidad en la detección oportuna y la documentación de ilícitos. Para optimizar el monitoreo y aumentar las aplicaciones posibles, se han incorporado cámaras de mayor resolución y mejores herramientas para la restitución y creación de mosaicos. WWF realiza actualmente una comparación de costo/beneficio entre esta técnica y las imágenes satelitales de alta resolución (Ikonos), que contribuirá a definir mejor los ámbitos y criterios de aplicación de cada una en relación con el monitoreo.

SS3-24

UN MÉTODO DE BUFFER "COMPARABLE" PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

Mas J. Francois
Instituto de Geografía, UNAM
jfm@igiris.igeograf.unam.mx

Numerosos estudios para evaluar la eficiencia de las áreas naturales protegidas (ANP) se basan en la comparación de los cambios de uso del suelo y vegetación adentro y afuera del ANP. Sin embargo, la heterogeneidad de las variables espaciales puede sesgar esta comparación, es decir que las ANP y su alrededor pueden presentar condiciones muy diferentes que no permiten una comparación objetiva de sus tasas de cambio. Se analizaron las características de ciertas variables como la elevación, la pendiente, el tipo de suelo y el aislamiento (distancia a las carreteras y a los poblados) de 118 ANP y de sus alrededores (buffer estándar de 10 kilómetros alrededor de los límites del ANP). Se escogieron estas variables porque muchos estudios demostraron que tienen una influencia sobre las tasas de cambio de cobertura del suelo. Las ANP y sus alrededores presentan características significativamente diferentes: Las ANP son más aisladas y presentan tipos de suelo menos favorables al desarrollo de actividades agropecuarias. Por lo tanto, la comparación de los cambios adentro y en el alrededor de una ANP no es un criterio objetivo para medir su eficiencia. Se propone un método para crear un buffer que tome en cuenta algunas variables espaciales y que sea comparable con el ANP. Este método se aplicó para la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Se creó un buffer estándar de 10 km alrededor de la reserva y otro buffer de la misma superficie pero que tome en cuenta el tipo de suelo y el aislamiento (es decir que este nuevo buffer presenta proporciones de tipo de suelo y de rangos de distancia a las carreteras y a los poblados similares al ANP). Se calcularon las tasas de deforestación para el periodo 1993-2000 en la reserva y las dos áreas buffer. La tasa anual de deforestación adentro de la reserva, del buffer "comparable" y del buffer estándar son respectivamente 0.3, 1.3 y 0.6%. Estos resultados muestran que el ANP frena la deforestación pero que la comparación entre la tasa de deforestación del ANP y del buffer estándar llevaba a una evaluación muy optimista de su eficiencia.

SS3-25

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA EXPANSIÓN URBANA EN LA ZMCM Y SU PERIFERIA

Santos Cerquera Clemencia y Guarneros Aviles Lizbeth
Instituto de Geografía, UNAM
csantos@ingen.igeograf.unam.mx

El problema ambiental afecta a la sociedad en su conjunto por lo tanto los efectos del daño ambiental no tienen fronteras. Este daño ambiental requiere respuesta específicas y concretas que se reflejen en una interrelación armónica entre los recursos naturales y la sociedad en su conjunto.

La expansión urbana de la ZMCM, incluye al Distrito Federal y municipios conurbados del Edo. México, como son entidades federativas diferentes, los problemas de regulación y el desarrollo de programas conjuntos que ataquen la problemática sobre recursos naturales y terrenos productivos que están en constante transformación hacia la ocupación urbana, son mas lentos y de

muchos trámites político-administrativos. Lo que sin duda aprovechan las entidades y constructoras para avanzar sin medida sobre el suelo de conservación.

Con el uso de las imágenes de satélite se desarrolla un estudio del avance de la ZMCM sobre estas áreas de conservación y en muchos casos sobre las áreas naturales protegidas (ANP) que tienen aún mayor restricción. La aplicación de esta técnica permite la actualización y la vista panorámica de la problemática. En ella se incluye el análisis de la expansión y el análisis de información socio-económica que permite visualizar la problemática y actividades desarrolladas para su recuperación.

SS3-26

DETERMINACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL POR PROYECTO URBANO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A TRAVES DE UN SIG

Nieves Ramírez Eugenia del Carmen
Geoestrategia, S.A.
geo_eugenia@yahoo.com

Hasta hace poco, la determinación del impacto ambiental que puede ocasionarse por la ejecución de un proyecto era una manifestación de daños y alteraciones, no muy precisa y de hecho hasta algo subjetiva. En noviembre del 2003 se realizó la evaluación del impacto ambiental que produciría un proyecto de tipo urbano y todas sus actividades en un ecosistema forestal y con relativa cercanía a un área natural protegida de flora y fauna. La evaluación del impacto ambiental se realizó a través de la combinación de metodologías estadísticas y el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica, que permitió caracterizar unidades territoriales con mayor valor ambiental y cuantificar el impacto real por las actividades del proyecto urbano; así como evaluar el impacto real que el proyecto tendría sobre el área natural protegida de flora y fauna cercana, a través del análisis espacial el SIG dió los argumentos del impacto real y permitió la propuesta de las medidas que en realidad mitigarán los impactos que se ocasionarán.

El proyecto sometido fue aprobado por la autoridad federal en la materia y se le ha propuesto a la misma la aplicación de las medidas de mitigación de impactos a través de un SIG, que les permita a ellos evaluar el cumplimiento de condicionantes, a la empresa cumplir, a los profesionistas del área sig ejercer y demostrar el potencial de esta área de conocimiento y sobre todo...demostrar que el desarrollo con criterios de sustentabilidad es posible, se pueden utilizar las características y condiciones naturales de un espacio geográfico y se pueden implementar acciones para resarcir los daños.

SS3-27

JERARQUIZACIÓN DE LOS PUENTES EN LA RED FEDERAL DE CARRETERAS CON BASE EN LOS FACTORES GEOESPACIALES QUE INCIDEN EN EL PROCESO DE CORROSIÓN

Núñez Rodríguez Gilberto y Backhoff Pohls Miguel Ángel
Instituto Mexicano del Transporte
gnunez@imt.mx

Se presentan en este documento los avances en el estudio sobre el grado de deterioro por corrosión que guarda la infraestructura de puentes de la red federal de carreteras en México, en función del

análisis espacial de factores geográficos y ambientales relevantes, incorporando variables fundamentales como: proximidad a la costa, altitud, humedad relativa, temperatura mínima promedio, proximidad a las zonas urbanas, así como el parque vehicular por municipio, asignándoles pesos específicos y representando cartográficamente su distribución territorial y sus correlaciones.

Se tiene como objetivo fundamental: clasificar la infraestructura de los puentes de México en función del análisis espacial de los factores geográfico-ambientales, que permita definir el estado de degradación potencial por corrosión, estableciendo los niveles de prioridad para su atención.

Este proyecto tiene como antecedente sistémico de desarrollo el Sistema de Información Geostadística para el Transporte (SIGET), solución propuesta en el IMT al problema de la carencia de un sistema integral de información en el Sector Transporte, que coadyuve a la toma de decisiones, con base en el manejo relacional de las bases de datos estadísticos en su expresión territorial, desde un ambiente gráfico de fácil manejo, con funciones diversas de consulta y despliegue visual, análisis espacial y representación cartográfica.

La corrosión consiste en la degradación de los materiales por el hecho de estar expuestos a las condiciones ambientales. La cooperación del concreto para con el acero de refuerzo (o pre-esfuerzo) se basa en que lo provee de una protección tanto química como física en contra de la corrosión. Sin embargo, en un ambiente agresivo, agentes químicos como los cloruros o los sulfatos del agua de mar, o el CO₂ de un ambiente urbano, se pueden acumular en la superficie del concreto y lentamente se transportan a través del recubrimiento de concreto hasta llegar a la armadura. Cuando la concentración de estos agentes químicos en la superficie del acero de las armaduras alcanza valores que exceden un nivel crítico, la corrosión puede desencadenarse.

Las condiciones ambientales en las costas y el interior del país son diametralmente opuestas en cuanto a su severidad como agentes corrosivos. Además, no existe conocimiento sistematizado sobre una tendencia predecible o una uniformidad de la severidad del ambiente en las distintas regiones de México, que permitan normalizar el tipo de materiales necesarios para la construcción y mantenimiento de estas obras de infraestructura.

Entonces, es de fundamental importancia, para evitar gastos innecesarios y eventos potencialmente desastrosos, que el país cuente con una información suficiente, fidedigna y certera, y con una metodología propia para el estudio de las condiciones de agresividad del entorno respecto a los puentes, para poder sugerir y normar los estándares de construcción de dicha infraestructura y para tomar medidas preventivas respecto a su conservación.

SS3-28 CARTEL

INFORMACIÓN SOBRE PERFILES DE SUELO EN LA REPÚBLICA MEXICANA

Cruz Gaistardo Carlos
INEGI
carloscruz@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta el resumen metodológico empleado para generar el nuevo producto geográfico denominado "Información Nacional sobre Perfiles de Suelo v.1.2" el cual se refiere a un archivo

de datos alfanumérico que tiene por objeto difundir toda la información de campo y laboratorio recopilada en los perfiles de suelo descritos y clasificados por el Departamento de Edafología del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La versión actual fue concluida en junio de 2003 y contempla los perfiles de suelo levantados bajo el criterio de clasificación FAO/UNESCO 1968, modificado por DETENAL en 1970, en la escala de trabajo 1:250,000 y durante el periodo de 1981 a 1997. Representa la información complementaria de los 142 conjuntos de datos edafológicos de la Serie I que abarcan el total del territorio nacional. Las versiones posteriores de este producto contendrán datos obtenidos bajo el sistema de clasificación World Reference Base (WRB) 2000.

METODOLOGÍA

Existen siete etapas en la producción: Diagnóstico y Recopilación de Datos, Estructuración del archivo, Numeración de perfiles, Cálculo de coordenadas, Captura de datos, Integración, y Validación de datos.

Al término de la etapa de captura se obtuvo un archivo tabular compuesto por 67 columnas y 16,062 filas. Las columnas representan las variables físicas y químicas del suelo necesarias para un buen ordenamiento territorial. Las filas representan información a nivel de horizonte para 9,549 perfiles de suelo. El 67.8% de los horizontes de suelo cuenta con información química cuantitativa. Cada perfil de suelo tiene un identificador único y se enumeran conforme a la clave del conjunto de datos edafológicos 1:250,000 donde se encuentren.

La obtención de coordenadas fue automatizada, desde el escaneo de la cartografía original empleada en campo hasta la obtención del valor de coordenada. A partir del año 1998 los valores de las coordenadas para los perfiles de suelo son calculados en campo mediante GPS. Con este procedimiento se reduce considerablemente el error de posicionamiento de los perfiles de suelo a valores de +/- 100 metros del sitio real de levantamiento.

La base cartográfica para la representación gráfica de los perfiles son los Conjuntos de Datos Topográficos 1:250,000. La captura de la información es en hoja de cálculo y con normas de abreviación y simbología previamente establecidas. Finalmente, se localizan y corrigen de forma automatizada las principales inconsistencias en la clasificación del suelo sin afectar la descripción geomorfológica de campo ni los datos originales de laboratorio.

RESULTADOS

Un archivo digital en formato dbase, visualizado en cualquier procesador pentium o superior, con información edafológica sobre perfiles de suelos georeferenciados espacialmente empleando la proyección Cónica Conforme Lambert y el esferoide Clarke de 1866 (ITRF 92). Los perfiles contenidos en este archivo pueden integrarse a cualquier cobertura digital georeferenciada y dentro de cualquier manejador de datos geográficos.

El producto se acompaña de una guía de usuario. Algunas de las variables con mayor frecuencia de consulta son la textura, profundidad, color, contenido de materia orgánica, salinidad, clasificación del suelo y tipo de limitante física.

SS3-29 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL DEBIDO A UNA EXPLOSIÓN EN UNA INSTALACIÓN PETROLERA EN EL SURESTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Aguilar Pérez Luis Antonio y Tapia Crespo Luis Arturo
Facultad de Ingeniería, UNAM
laap58@cancun.fi-a-unam.mx

Introducción

Como resultado de la explosión en una instalación petrolera, se generaron varias reclamaciones de los habitantes cuyas viviendas se ubican en los alrededores de ésta. Las reclamaciones implican un impacto al ambiente, en particular a los suelos en la zona.

El estudio del Análisis de Riesgo Cuantitativo para determinar los radios de afectación por la explosión incluyó una caracterización de suelos en la zona afectada.

Objetivo

Determinar si la explosión e incendio ocurridos en una instalación petrolera ocasionaron algún impacto ambiental en los suelos de la zona del siniestro.

Metodología

Para realizar el muestreo de suelos y determinar si existió impacto ambiental se realizó:

- Análisis de información.
- Determinar sitios de muestreo en la zona afectada y en zonas donde no hubo efecto ambiental denominadas áreas de fondo.
- Trazado de brechas y muestrear sitios.
- Se describieron y clasificaron los suelos, y determinaron su pH.
- Se almacenaron las muestras y transportaron al laboratorio con la cadena de custodia.
- Informe.

En las muestras se determinó: descripción organoléptica y litológica. Se identificó la variación horizontal de los compuestos que se manejan en la instalación. Se determinó: Hidrocarburos Totales del Petróleo, carbón orgánico total y ácido sulfhídrico.

Estos compuestos fueron: metano (66% mol), etano (14% mol), propano (6.5 % mol) y ácido sulfhídrico (2.1 % mol).

Se obtuvo el potencial hidrógeno como un indicador del impacto de la explosión y se determinó el pH de los suelos.

Conclusiones

El suelo fue clasificado como arcilla altamente plástica (CH) con poca arena, color café-rojizo, tonalidades claras y oscuras. Solo en un caso, el cual se encuentra cerca de una zona pantanosa, se observó un predominio de materia orgánica, por lo que el suelo se clasificó como OH, que implica un suelo orgánico muy compresible.

El pH de los suelos en la zona de la explosión es similar al de los suelos de las zonas de fondo, por lo que no existe impacto al subsuelo. Esto se corrobora ya que en ninguna de las muestras se encontró H₂S.

Los resultados de los HTP's indican que, con excepción de las muestras que se encuentran en la parte cercana a la zona pantanosa, los suelos presentan concentraciones de HTP's muy bajas, incluso existen concentraciones de HTP's en las muestras de fondo en donde

no hubo impacto de la explosión. Estas concentraciones de HTP's pudieron haberse ocasionado por posibles escurrimientos de aguas superficiales y/o subterráneas, o que tuvieran una atribución externa, debido a que las instalaciones encuentran un gradiente hidráulico subterráneo de por lo menos tres fuentes de emisiones.

Las concentraciones de HTP's indican que el impacto al suelo es muy poco. En las muestras de suelo no se detectó olor a hidrocarburos y se observó gran cantidad de compuestos húmicos.

Los valores de HTP's en los suelos de las instalaciones son inferiores a las concentraciones máximas permitidas por la norma, lo cual indica desde el punto de vista de regulación ambiental mexicana no existe un impacto ambiental en los suelos muestreados.

SS3-30 CARTEL

ESTUDIOS DE LOS CAMBIOS DEL PAISAJE DE LA CUENCA DEL RÍO MOCORITO, SINALOA, A TRAVÉS DE IMÁGENES DE SATÉLITE

García Morales Cristina, Berlanga Robles César Alejandro,
Trelles Rios Nora A., Ruiz Luna Arturo y Páez Brito Lorena
Patricia

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Unidad
Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental
cristyna_23@hotmail.com

Se analizaron imágenes Landsat ETM+ con el objetivo de determinar el estado del paisaje presente en la cuenca Río Mocorito (RH10), al noroeste de México, la cuál presenta una extensión aproximada de 7171.47 Km². En dicha cuenca se localiza la Bahía Santa María-La Reforma, sistema reconocido por su importancia como refugio de aves y reproducción de especies de camarón. La región presenta un desarrollo económico importante caracterizado por su infraestructura agrícola y acuícola lo que ha modificado y definido el uso del terreno, así como el manejo de recursos naturales existentes en la cuenca. Como parte de un estudio sobre las tendencias de cambio de las coberturas y usos del terreno de la cuenca se procesaron dos escenas ETM+ del Path/Row 33/42 y 33/43 del 2000, ambas captadas en época de secas. Se clasificó con métodos supervisados con el algoritmo de máxima verosimilitud con las clases naturales Espejo de Agua (EA), Manglar (MN), Marisma (MR), Selva (SL), Vegetación (V) y culturales Agricultura (AG). Resultados preliminares indicaron que la clase dominante fue Selva (Bosque espinoso y Tropical Caducifolio). Por digitalización de datos complementarios se incorporarán los polígonos para dos clases más: Poblados (P) y Camaronicultura (C). La clasificación será validada con datos de campo a través de una matriz de error, la exactitud total y el coeficiente de Kappa. Así mismo con la clasificación de imágenes de fechas anteriores a la del 2000 (TM/1992), también con métodos supervisados, se generarán mapas temáticos para construir matrices de detección de cambio y analizar las tendencias de cambio del paisaje dentro de la cuenca, esperando encontrar tendencias negativas para las coberturas naturales y positivas para las coberturas culturales en especial los poblados y camaronicultura.

SS3-31 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO COATZACOALCOS

Nieves Verduzco Santiago
Instituto Tecnológico de Minatitlan
snv08@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua por sustancias químicas presentes en el medio puede acarrear serias consecuencias. Determinados compuestos químicos presentan un elevado grado de toxicidad; dentro de este grupo de compuestos están los metales pesados que son sumamente tóxicos debido al proceso de bioacumulación que presentan.

Los indicadores biológicos se emplean para descifrar factores de su ambiente. A cada especie o población le corresponden determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). En general, cuanto más estrecho sean sus límites de tolerancia, mayor será su utilidad como indicador ecológico. Las especies bioindicadoras suelen ser en general, abundantes, muy sensibles al medio de vida, fáciles y rápidas de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico, y con poca movilidad.

METODOLOGIA

Se realiza el monitoreo en diferentes puntos de muestreo, donde se abarco la cuenca baja del río Coatzacoalcos, tomándose en cuenta las posibles fuentes de contaminación de metales pesados de años atrás y en nuestra época.

Las muestras que se toman como primera instancia para la caracterización son de agua y sedimento de los puntos de muestreo establecidos en la cuenca. Junto con un muestreo controlado de varios meses de los bancos almejeros existente en la cuenca, obteniendo diferentes especies como: *Rangia* sp, *Proptera* sp, *Unio stollii* y *Trucilla* sp.

Las digestiones se lleva acabo de manera adecuada para determinar las concentraciones de metales pesados como Pb, Cd, Hg, As, Cu, Zn, Cr y Ni; con la utilización del espectrofotómetro de absorción atómica.

El programa de monitoreo ambiental realizado es flexible, y se puede adaptar a nuevas situaciones impredecibles o temporales; ya que las situaciones de contaminación naturales y humanas deben ser evaluados.

RESULTADOS ESPERADOS

Con la implementación de este monitoreo y el manejo de los datos obtenidos por medio del SIG, el cual dará información sobre evolución de la contaminación de metales en el río Coatzacoalcos y se podrán hacer estudios futuros sobre las evaluaciones de impacto ambiental del agua se detectaran derrames accidentales o intencionales de sustancias tóxicas.

Además, se pueden organizar actividades no contempladas en el programa original, con la finalidad de determinar los efectos de estos eventos, también llamada evaluación de impacto ambiental.

El monitoreo de la calidad del agua es necesario para establecer los usos potenciales de ambientes acuáticos, o para verificar si las condiciones ambientales son apropiadas para los usos establecidos, sean éstos domésticos, agrícolas, industriales, comerciales, de recreación o de conservación.

SS3-32 CARTEL

CONTAMINACIÓN EN LOS SEDIMENTOS MARINOS Y CONTINENTALES DE SANTA ROSALÍA, B.C.S., MÉXICO DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD MINERA ANTIGUA

Rodríguez Figueroa Griselda Margarita y Choumiline Evgueni
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
gmeza@ipn.mx

La cuenca de Santa Rosalía se caracteriza por facies de abanico-delta (vulcano-sedimentarias marinas) asociadas a emplazamientos minerales de Cu de origen hidrotermal, presenta efectos de contaminación visible como las playas negras, que son el resultado de los procesos antropogénicos desarrollados en el siglo pasado. La minería generó grandes cantidades de desechos sólidos posiblemente con altos contenidos metálicos, que eran vertidos al ambiente marino adyacente. El objetivo del estudio fue determinar las concentraciones de metales en sedimentos superficiales marinos, arroyo, playa y en desechos sólidos del distrito minero del "Boleo", utilizando activación neutrónica instrumental y espectrofotometría de masas inductivamente acoplado a plasma (ICP-MS). La evaluación indicó enriquecimiento natural de Cu, Co, Ni, Zn, As, Se, Sb, Ba y U en los arroyos que representan los índices de concentración basal, con excepción del Hg con 0.41 $\mu\text{g/g}$ (valor máximo regional). El ambiente de playa se encuentra modificado por los residuos mineros y está enriquecido fuertemente. Los desechos sólidos son la fuente antropogénica de metales, y mostraron las anomalías más importantes, sobre todo para elementos de importancia ambiental, como Cu 10996 $\mu\text{g/g}$ (FE=1979), Co 937 $\mu\text{g/g}$ (FE=88), Pb 315 $\mu\text{g/g}$ (FE=249), As 39 $\mu\text{g/g}$ (FE=51), Zn 2486 $\mu\text{g/g}$ (FE=83), Ba 4094 $\mu\text{g/g}$ (FE=22), Sr 2253 $\mu\text{g/g}$ (FE=14), Sb 9 $\mu\text{g/g}$ (FE=107), y U 129 $\mu\text{g/g}$ (FE=112). En el ambiente marino se encontraron las concentraciones de menor magnitud, sin embargo, los sedimentos continúan enriquecidos y excedieron algunos valores determinados para localidades costeras contaminadas, como ejemplos Cu con 489 $\mu\text{g/g}$ (FE=15), Co 112 $\mu\text{g/g}$ (FE=9), Pb 60 $\mu\text{g/g}$ (FE=8), As 7 $\mu\text{g/g}$ (FE=6), Zn 616 $\mu\text{g/g}$ (FE=14), Se 1 $\mu\text{g/g}$ (FE=42), Sr 1163 $\mu\text{g/g}$ (FE=6) y U 11 $\mu\text{g/g}$ (FE=9). La distribución espacial de la concentración (absoluta) de los metales en los sedimentos marinos, mostró a la dársena de Santa Rosalía como la zona principal de acumulación; también las desembocaduras del arroyo El Boleo y Estero San Luciano fueron áreas importantes. El enriquecimiento de los elementos se extendió aproximadamente hasta 5 km a partir de la línea de costa y disminuyó con el aumento de la distancia de la fuente de metales en el continente. El As Hg y Sb fueron las excepciones, sus distribuciones son inversas. Los valores de la concentración de lantánidos normalizados con respecto a la lutita norteamericana, indican enriquecimiento de los ETR intermedios y principalmente la anomalía positiva de Eu relacionada al origen hidrotermal del yacimiento. En general, la acumulación de oligoelementos y elementos de las tierras raras (ETR) presentó la siguiente secuencia: sedimentos marinos << sedimentos de arroyo << arenas de playa << desechos sólidos. La comparación de los resultados obtenidos con respecto a las áreas prístinas de La Giganta y Loreto, expuso la persistencia de las principales anomalías de Cu, Co, Zn, As y Pb (entre otros). Sin embargo, las anomalías fueron de menor magnitud, lo que demostró

la relación geoquímica cercana entre las áreas y el alto grado de la influencia antropogénica, que incorporó los metales y metaloides en exceso a los diferentes ambientes de Santa Rosalía.

SS3-33 CARTEL

ELEMENTOS TRAZA EN MACROALGAS DE DOS AMBIENTES MARINOS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA: BAHÍA CONCEPCIÓN Y SANTA ROSALÍA

Rodríguez Meza Durga¹, Choumiline Evgueni¹, Sapozhnikov Dimitry², Méndez Rodríguez Lía Celina³ y Acosta Vargas Baudilio³

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

² Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadski, Moscú, Rusia

³ CIBNOR
gmeza@ipn.mx

Actualmente, se extiende el uso de las algas como bioindicadores de la contaminación del ambiente marino por metales pesados. La Península de Baja California es una zona atractiva para tales estudios a causa de la presencia de varias formaciones geológicas con rocas volcánicas y a la creciente actividad antropogénica, que contribuyen con el aporte de elementos traza. Bahía Concepción es un ambiente casi prístino, importante del punto de vista ecológico (alta productividad biológica, fuentes termales), económico y recreacional. Su cuenca de drenaje está constituida principalmente por rocas volcánicas que pertenecen a la Formación Comondú y con escasas rocas sedimentarias. Por otro lado, la zona costera de Santa Rosalía es un área impactada por los desechos mineros generados de la explotación de los depósitos de minerales ricos en Cu, Co, Zn, Mn y otros elementos, por las compañías "El Boleo" (1885-1938) y "Santa Rosalía" (1954 - 1985). El objetivo del estudio fue realizar la comparación de la concentración de elementos traza en macroalgas de estos ambientes, que representan escaso y alto impacto antropogénico; e identificar las posibles especies indicadoras de acumulación. En Bahía Concepción y Santa Rosalía fueron 9 las especies recolectadas, coincidiendo en *Laurencia pacifica*, *Colpomenia tuberculata*, *Dictyota dichotoma*, *Padina durvillaei*, *Sargassum sinicola* y *Ulva lactuca*. Las muestras fueron secadas (60°C) y pulverizadas para su análisis por los métodos de activación neutrónica (radiación de neutrones termales y la radiactividad medida con detector de Ge(Li) de alta resolución) y espectrofotometría de absorción atómica (mezcla de HNO₃ y H₂SO₄). Los resultados indican para Bahía Concepción, que *L. pacifica* fue la especie con la mayor concentración de Ba (265-270 mg/kg), Fe (0.8-3.4 mg/kg), Co (2.7-1.2 mg/kg), Ni (24-55 mg/kg) y Sb (3.0-3.4 mg/kg), y para Santa Rosalía fue *C. tuberculata* con Ba (135-1965 mg/kg), Cr (8-87 mg/kg), Fe (0.4-3.0 mg/kg), Co (9-274 mg/kg), Zn (90-1410 mg/kg) y Ni (80-270 mg/kg). Los datos muestran que *C. tuberculata* y *D. dichotoma* obtuvieron los mayores contenidos de los elementos. Esto se asocia a la disponibilidad de los elementos que provienen de los desechos de la antigua minería y fundición del Cu y a algunas características morfológicas de las algas (porosidad, tamaño de los folios, contacto con el sedimento de fondo y con las partículas en suspensión), que contribuyen a la mayor concentración de los elementos. Los contenidos de metales directamente asociados a los desechos mineros de Santa Rosalía en *C. tuberculata* fueron 27-621 mg/kg Cu, 72-700 mg/kg Zn y 215-5680 mg/kg Mn; en el caso de *D. dichotoma* fueron 31-634 mg/kg Cu, 42-824 mg/kg Zn y 75-6026 mg/kg Mn.

SS3-34 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DEL AGUA EN LA RIVIERA MAYA, QUINTANA ROO, MÉXICO A TRAVÉS DE UN SIG

Yáñez Trujillo Luis, Ramirez Romero Patricia, Ducoing Chaho Edmundo, Castillo González Miguel y Bastida Villalobos Víctor
Universidad Autónoma Metropolitana
luis_chacmo@yahoo.com.mx

Se analizó el estado actual de la calidad del agua de playas, cenotes y fuentes de abastecimiento de agua potable. En Agosto del 2003 se establecieron 17 puntos de muestreo en playas y 15 en pozos y cenotes; donde se determinaron parámetros físicos, químicos y bacteriológicos y se implementaron en el SIG Sistema de Información Costero Urbano Ambiental del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México (SICUAMS); los resultados fueron comparados con la normatividad existente. Los resultados mostraron que las fuentes de contaminación tienen un origen natural y antropogénico, en su mayoría no puntuales, de comportamiento difuso y estacional, promovido por la compleja geohidrología. Los altos valores de nitritos en fuentes de agua potable, amonio en cenotes y cavernas y altas temperaturas en playas, significan riesgos ecotoxicológicos, que requieren una evaluación cuantitativa. Las fuentes de abastecimiento de agua potable para consumo humano resultaron en algunas zonas inadecuadas y requieren integrar tratamientos combinados y practicas cotidianas, para alcanzar la calidad necesaria. Finalmente se propone implementar un sistema de calidad ambiental y de calidad de agua en la rivierra Maya apoyado principalmente en el SIG y que apoye los programas de Playas limpias de los Municipios.

SS3-35 CARTEL

ESTUDIO DE LA CONDICION RECIENTE Y DE LOS CAMBIOS DE USO DEL TERRENO Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA REGION COSTERA NORTE DE NAYARIT

Gutierrez Santos Luis Armando, Ruiz Luna Arturo, García Campos Rodrigo Ricardo, Jiménez Herrera Lidia Beatriz, Berlanga Robles César Alejandro, Páez Brito Lorena Patricia y Trelles Ríos Nora A.
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental
biolobosanto@hotmail.com

La costa norte de Nayarit ha experimentado un desarrollo agrícola y acuícola, acelerado en las dos últimas décadas provocando cambios en la cobertura y usos del terreno que se refleja en la pérdida de ambientes naturales como los bosques tropicales y los humedales costeros, así como en la calidad de agua de los ríos, lagunas y esteros de la región. Con el fin de contribuir a la formulación de planes de ordenamiento costero para la región, donde se encuentra el sistema lagunar Teacapán-Agua Brava-Marismas Nacionales considerado una región prioritaria para la conservación por la CONABIO y como un humedal de importancia internacional por la convención de RAMSAR, se pretende integrar un SIG para analizar las tendencias de cambio en los usos del terreno y su impacto sobre los cuerpos de agua. Los cambios en las coberturas y usos del terreno se evaluarán por medio de matrices de detección de cambio con mapas temáticos producidos por clasificaciones supervisadas y digitalización de datos auxiliares de una serie histórica de imágenes Landsat path/row: 31/44, 31/45 de

1973, 1986, 1990, 1995 y 2000, con las siguientes clases: lagunas y esteros, marismas, manglar, selva, vegetación secundaria, agricultura, suelos desnudos, poblados y camaronicultura. En el caso de los humedales (lagunas y esteros, marismas y manglar) con las imágenes del 2000 se hará una clasificación más detallada siguiendo la propuesta de clasificación de humedales y hábitats de Aguas Profundas de Estados Unidos modificada por DUMAC. Asimismo se tomarán mediciones con referencia espacial de algunos parámetros de calidad del agua (temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, DBO, concentración de nutrientes, clorofila, coliformes totales) del río San Pedro y las lagunas Pescaderos y Agua Brava para identificar niveles de contaminación y eutrofización. Los resultados serán comparados con la NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-ECO-1996 y serán integrados al SIG para relacionarlos con las capas de información de cambios de uso del suelo con el fin de analizar los impactos de los diferentes patrones de uso del terreno presentes en diferentes años en la región.

SS3-36 CARTEL

ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN ESCALA 1:250,000 EN EL INEGI

Rojas Flores Carlos Felipe y Martín Niño Alcocer
INEGI
carlos.rojas@inegi.gob.mx

El mandato de la Institución, en materia de información geográfica, es el proporcionar información sobre el territorio nacional de forma oportuna y veraz. Encaminada a integrar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG). Con la finalidad de cumplir particularmente con los siguientes objetivos: 1) Obtener información del estado de la cubierta vegetal comparable temporalmente con las series I y II; 2) Servir de marco general para el establecimiento de políticas nacionales y/o regionales; y 3) Vincular esta información con los sistemas de información de la SEMARNAT, SAGARPA, Gobiernos Estatales y la academia. Bajo esta perspectiva, a partir del año 2002, se presenta un nuevo método de generación de información, en la cual se considera especialmente el manejo de la misma en Sistemas de Información Geográfica. Así, se innova la manera de obtener la información correspondiente al tema Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 con respecto a las dos series anteriores. Actualmente, se cuenta con la última serie digitalizada, formada por 144 conjuntos de datos, como base para la actualización hacia la serie III. El método que se sigue para llevar a cabo esta nueva serie tiene los siguientes pasos: 1) Obtención y análisis de material cartográfico y bibliográfico; enfocado a desarrollar hipótesis y criterios de trabajo. 2) Interpretación preliminar; se corrige geoméricamente el archivo digital con respecto de la imagen georreferida, se detectan, interpretan y analizan los cambios en la cubierta vegetal de la zona o la dinámica del uso, considerando el color, tono, textura, forma, etc. Además, se planea un itinerario ubicando los puntos de verificación y observación. 3) Verificación de campo; se ratifican o rectifican los cambios en la cubierta vegetal o uso del suelo, se colecta material botánico de respaldo y se visitan sitios de monitoreo y 4) Actualización de la información; se complementa, detalla y corrige la delimitación y clasificación de los cambios de tipos de coberturas y uso del suelo. Este método nos permite la actualización de la información cada cinco años utilizando imágenes multispectrales Landsat ETM+ con una resolución espacial de 25 m. Otra innovación es la estructura de la información que jerarquiza y reorganiza los conceptos del tema. De esta forma, la información originalmente estratificada en 5 capas se disgrega en 9, siendo las primeras de

polígonos y las últimas dos puntuales: agroecosistemas, nomadismo agrícola, ecosistemas vegetales, aspecto del matorral, erosión, especies vegetales, cultivos, actividades pecuarias, actividades forestales. También se plantea la generación de nuevas capas, 2 capas de polígonos con atributos de altura y cobertura arbórea; 2 capas de comunidades que no cumplen con las áreas mínimas cartografiadas, puntos de importancia ecológica y líneas de importancia ecológica; y 1 capa puntual de otras actividades relacionadas con la actividad pecuaria y forestal.

SS3-37 CARTEL

LA ENERGÍA NUCLEAR COMO BASE PARA RESOLVER LA DEMANDA ELÉCTRICA A LARGO PLAZO

Bazán Perkins Sergio Dale
Depto. de Ingeniería en Energéticos, Posgrado de Ingeniería,
UNAM
bazanperkins@hotmail.com

México cuenta con una diversidad de recursos energéticos, como sería: petróleo, carbón mineral, gas natural, uranio y las renovables, que representan un conjunto de opciones. Su diversificación genera alternativas de abastecimiento y reemplazo que evitan crisis energéticas y económicas.

El suministro de los energéticos en el país plantea serios problemas ante el acelerado agotamiento de sus reservas de hidrocarburos y explotación avanzada. Aunado a las dificultades geológicas y técnicas de elevados costos para recuperar el 40% de las reservas, en la Región Norte. En efecto, la EIA-BP (2003) para 1995 señalan reservas probadas de petróleo de 50,776 Mb y 53 años de producción. Sin embargo, al 2003 se ubican en 12,622 Mb, con duración de unos 10 años. Las reservas de gas natural probadas, registran significativas reducciones; hacia el 2002 existían 38.95 Tpc, pero en 2003 se reportan sólo 8.776 Tpc, para unos 7.1 años.

De no modificarse la actual política energética de México, basada en los hidrocarburos, se corre el riesgo de la seguridad energética. La "Prospectiva del Sector Eléctrico 2002-2011" y otros programas, no contemplan nuevas alternativas para el Sistema Eléctrico Nacional, entre ellas la más importante como serían nuevas instalaciones de reactores nucleares, tampoco se involucra a la energía solar y al hidrógeno. Por el contrario, mis argumentos efectivamente determinan que la energía nuclear, en conjunción con las renovables, implicarían una alternativa barata, viable y concreta para resolver la demanda energética en las próximas décadas, con mayor progreso, mejoramiento ambiental y competitividad.

En este sentido, la tecnología para la producción masiva de hidrógeno en forma económica y limpia, recomendada por varios investigadores, sería la termoquímica producida por la energía de los reactores nucleares de alta temperaturas (>850°C), como sería el MHR de la III+ generación; también los modelos GT-MHR, GFR, LFR, MSR y VHTR de IV generación, entrarán al mercado escalonadamente entre 2012-2025. Resta decir que las fuentes renovables, deben impulsar la garantía de abastecimiento energético y seguridad nacional. Al promover la geotérmica, se decreta el nivel de riesgo de abastecimiento por no depender de la climatología y combustibles. La biomasa, puede ser una alternativa doméstica para áreas específicas. La eólica, tiene importancia logística a corto tiempo, en áreas geográficas favorables del país. Finalmente, la hídrica debe proponerse hacia pequeñas zonas de abastecimiento, menores de 30 MW de capacidad.

Se concluye que para resolver el suministro de energía en México, se debe impulsar el desarrollo de la industria nuclear. El programa energético, debe planearse en función de las necesidades del país y las tecnologías disponibles. Del 2010-2015, mediante la tecnología de los reactores de III+ generación, se producirá así electricidad y cogeneración. Entre 2015-2030, instalando reactores de IV generación, se producirá hidrógeno y electricidad. En este sentido, la actividad mínima sería concluir la evaluación económica de las reservas potenciales de uranio del sistema Jurásico y en particular de la Cuenca de Tlaxiaco (Oaxaca) que facilita la oportunidad de producir energía barata y limpia en condiciones de competitividad, al disponer de reservas de uranio de gran volumen potencial.

Sesión SELPER

Adquisición e integración de datos

Martes 2

Salón Goyesco 1

SS4-1

LA NORMATIVIDAD EN LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Olvera Ramírez Jesús
INEGI
jesus.olvera@inegi.gob.mx

Las necesidades actuales de disponer de datos espaciales con la exactitud razonable, oportunamente y de una manera amigable para el acceso y uso de clientes y usuarios, junto con el hecho de que se incrementa el segmento de generadores y productores de datos e "información", ha puesto de relieve el tema ineludible y al parecer hasta hoy, poco claro y por lo tanto poco comprendido, de la normatividad técnica en el campo de los datos espaciales.

Parece ser evidente que hay otros campos de acción de la normatividad relacionados con los datos, en los que se requiere mayor claridad: metadatos, Servicios tipo WebMap, e interoperabilidad, por citar algunos. Este documento presenta un panorama acerca de las organizaciones internacionales relacionadas con la elaboración de Normas para "información geográfica", y de sus características distintivas y áreas de trabajo. Tales organizaciones son la Organización Internacional de Normalización (ISO, International Organization for Standardisation), el Consorcio SIG Abierto (OGC, Open GIS Consortium), y el Consorcio Amplia Red Mundial (3WC, World Wide Web Consortium).

De especial interés resulta la normatividad para imágenes de percepción remota, datos reticulados y coberturas, a lo que la Organización Internacional de Normalización (ISO) está prestando especial dedicación a través de su Comité Técnico N° 211.

SS4-2

REGISTRO NACIONAL DE IMÁGENES

Martínez Macías Juan Manuel y Rivera Ramírez Ricardo
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
juan.manuel.martinez@inegi.gob.mx

La utilización de imágenes en diversos campos del conocimiento es cada vez más común y va en aumento al igual que los acervos de las instituciones, en México hay un conocimiento disperso sobre sus existencias y características, adicionalmente persisten duplicidades en cuanto a su adquisición, lo cual no debe seguir ocurriendo ya que son muy costosas.

Por ello urge compartir organizadamente las imágenes que tienen o adquirirán las instituciones, lo cual puede redundar en muchos beneficios como son ahorros en sus compras, contar con un inventario de las imágenes del país, fomentar el aprovechamiento y acceso por diversos usuarios, entre otros.

El INEGI en cumplimiento a las atribuciones que le confiere la ley de Información Estadística y Geográfica instrumenta el Registro Nacional de Imágenes, el cual proveerá de datos de las imágenes de percepción remota (aéreas y satelitales) del territorio nacional.

Esta presentación tiene la finalidad de dar a conocer el Registro Nacional de Imágenes que actualmente desarrolla el INEGI y promover la participación de los diferentes sectores en éste Registro.

SS4-3

CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA LA SELECCIÓN, ORGANIZACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y AEROTRANSPORTABLES DE ALTA RESOLUCIÓN

Guevara Zúñiga Armando
Gtt NetCorp de México, S.A. de C.V.
armando.guevara@gttnetcop.com

Con la llegada de los satelitales de imágenes de alta resolución, acoplado al avance de la tecnología de sensores de imágenes digitales aerotransportables con resolución de centímetros, y al creciente uso de estas imágenes, los usuarios en general no tienen los criterios claros (por ejemplo resolución, precisión) para seleccionar el tipo de imagen de acuerdo a su aplicación. Por otra parte, muchos siguen operando con "work-flows" que no son óptimos para organizar y extraer/generar de manera expedita información útil de estas imágenes.

Dado que a mayor resolución y precisión hay implicaciones de mayor costo, tiempo de procesamiento y aumento de almacenamiento, este trabajo presenta un enfoque práctico sobre los criterios fundamentales para la selección y explotación de imágenes de alta resolución de acuerdo a la aplicación.

El trabajo hace un resumen actualizado del estado del arte de la tecnología satelital y aerotransportable disponible actualmente en los rangos de los 30 metros a 15 centímetros, y categoriza los distintos sensores pancromáticos, multiespectrales, de radar, térmicos e hiperspectrales según plataforma satelital o aerotransportable.

Por otra parte, presenta para el análisis de imágenes y su selección, el "National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS). El NIIRS es una escala basada en tareas, usado para calificar imágenes obtenidas de distintos sensores de acuerdo a su aplicación. El Criterio Civil NIIRS consiste de tres criterios específicos (Agrícola / Forestal, Cultural / Urbana, y Natural / Medio Ambiente). Con una escala de diez niveles (0-9), conformado cada nivel por varias tareas de interpretación, cada nivel indica la cantidad de información que puede ser extraído de la imagen dentro de una tarea dada de interpretabilidad -de acuerdo a su aplicación. Por ejemplo conteo de casas (NIIRS=5), inventarios forestales (NIIRS=3). El nivel más alto de interpretabilidad de detalle es el 9.

Concluye el trabajo presentando un "work-flow-process" para la selección, organización, explotación y distribución de imágenes utilizando tecnología avanzada de base de datos geoespaciales, extracción de información usando tecnología orientada a objetos y lógica borrosa, como así, su distribución usando comunicaciones inalámbricas e Internet.

SS4-4

LA VIDEOGRAFÍA COMO INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DE PLAYAS

Euán Avila Jorge Iván¹, Maldonado Repeto Andrés² y Cuevas Jiménez Alfonso¹

¹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

² Universidad Marista
euan@mda.cinvestav.mx

La zona costera del estado de Yucatán presenta problemas ambientales, sociales y económicos ante la erosión de playas. Los efectos de la erosión se reflejan en la pérdida de espacios de interés público, las amenazas a las propiedades y bienes próximos a la línea de costa y por los conflictos con los administradores y entre los usuarios. La erosión desproporcionada que existe es atribuida a obras realizadas por el hombre y a los fenómenos meteorológicos extremos propios de la región. Este trabajo muestra parte de los resultados de un proyecto de colaboración para caracterizar las estructuras de protección, y clasificar las zonas de playa afectadas por la erosión. Para obtener datos de la playa, se realizó un video aéreo a una altitud aproximada de mil pies por toda la franja litoral del estado. El procesamiento de los datos involucró el manejo de archivos de video MPEG, selección y recuperación de cuadros de video a imágenes BMP, y la generación de mosaicos en un sistema de información geográfica. La georeferencia de los mosaicos se realizó con el apoyo de fotografías aéreas y datos vectoriales del INEGI, así como de imágenes satelitales ETM. Teniendo los mosaicos como base, se procedió 1) a la identificación y digitalización en formato vectorial de las estructuras construidas para la defensa de la playa ya fueran espigones, rompeolas, muros de contención o escolleras de los puertos de abrigo y 2) a la medición de los anchos de playa a lo largo de la zona de estudio. Elaboradas estas capas de datos vectoriales, se utilizó un programa dentro del ambiente TNT-mips para determinar y asignar como atributos de los vectores datos de su localización y dimensiones principales de los objetos vectoriales. Se contabilizaron y caracterizaron las estructuras de protección y las dimensiones del ancho de las playas las cuales permitieron caracterizar segmentos con diferentes niveles de riesgo para las propiedades. Los resultados de este estudio reflejan el valor práctico de la videografía y de las alianzas entre instituciones en la obtención de objetivos de interés para la protección de recursos naturales y el manejo de playas.

SS4-5

ADQUISICIÓN DE IMÁGENES AÉREAS DE ALTA RESOLUCIÓN EN EL ESPECTRO VISIBLE Y EL INFRARROJO CERCANO, UTILIZANDO CÁMARAS DIGITALES DE FORMATO PEQUEÑO

Peralta Higuera Armando
Instituto de Geografía, UNAM
higuera@servidor.unam.mx

La utilidad de las imágenes obtenidas en la banda del infrarrojo cercano (850-110nm) para diversos estudios está ampliamente documentada, especialmente cuando se analiza en conjunto con las bandas del espectro visible. A ello se debe que esta sea una de las combinaciones empleadas con mayor frecuencia en la percepción remota óptica, como lo refleja el diseño de algunos de los sensores satelitales de mayor importancia, incluidos los de alta resolución. El

contar con esta banda cuando se trabaja con una alta resolución espacial (0.2 a 1 m/pixel), abre nuevas posibilidades para el análisis e interpretación de las imágenes. Actualmente, no existen en el mercado cámaras digitales de pequeño formato que incorporen esta banda; las cámaras digitales de formato grande son aún muy costosas y la película infrarroja es una alternativa inconsistente y de difícil manejo. Sin embargo, la curva de sensibilidad de los sensores CCD con que cuentan la mayoría de las cámaras digitales, se extiende hasta el infrarrojo cercano, lo que hace posible la modificación y aprovechamiento de algunos modelos, para obtener imágenes aéreas y terrestres. Este trabajo describe la adaptación de equipo para la obtención de imágenes infrarrojas de alta resolución, así como algunos métodos para utilizarlas en combinación con imágenes visibles. Se presentan resultados de su aplicación en tareas como caracterización de la vegetación en diversos ecosistemas, condiciones de la vegetación en relación con factores ambientales y contaminación, identificación y cuantificación de parcelas activas y ociosas en zonas de riego, detección de procesos de deforestación, identificación de colonias de mariposas, delimitación de cuerpos de agua y evaluación de zonas inundadas para mitigación de desastres naturales. Se describen también algunos aspectos relevantes de su interpretación y análisis, así como una reflexión sobre el desarrollo futuro de estas técnicas.

SS4-6

EXPERIENCIAS CON EL USO DE LA CÁMARA KODAK DCS14N PRO EN LEVANTAMIENTOS AÉREOS

Peralta Higuera Armando¹ y Cortés Fernández Ernesto²

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Geosistemas Aéreos, S.C.
higuera@servidor.unam.mx

Una de las principales desventajas de las cámaras digitales de formato pequeño frente a la aerofotografía convencional, es la relación que existe entre cobertura de la imagen y resolución espacial. Para una resolución determinada sobre el terreno, la cámara digital proporciona un cubrimiento varias veces menor que el de la película aerofotográfica de gran formato, lo que se traduce en un mayor número de líneas de vuelo a menor altura y en la necesidad de trabajar con un número significativamente mayor de imágenes. En este contexto, la cámara Kodak DCS14n Pro representa un caso excepcional entre las cámaras digitales de formato pequeño debido a que cuenta con un sensor CMOS de 4,500 x 3,000 pixeles -que supera incluso a sensores CCD de formato medio- y permite lograr condiciones más cercanas a las de la aerofotografía en ciertas aplicaciones. Este sensor rompe con la tendencia gradual de aumento en la resolución que se observa entre las cámaras digitales profesionales. Estas características le confieren un enorme potencial para la realización de levantamientos aéreos y justifican su evaluación no como un producto comercial, sino desde el punto de vista de su utilidad como herramienta de percepción remota. Esto es aún más relevante si se considera que ya existe una cierta demanda para su uso con estos fines en México y a que presenta serios problemas técnicos y algunas limitaciones de diseño que dificultan su aprovechamiento. En este trabajo exponemos la experiencia acumulada durante varios levantamientos de gran cobertura o que requirieron de una muy alta resolución espacial. Estos levantamientos representaron la obtención de aproximadamente 5,000 imágenes aéreas verticales para siete proyectos, realizados con diferentes aeronaves en 2004. También se describen los problemas técnicos que se presentaron, que hicieron necesario realizar modificaciones a la cámara y establecer márgenes

de operación muy estrechos. Un problema particularmente serio es la presencia de bandas con un marcado viraje del color en los extremos de la imagen, debidas a la interacción entre los rayos más oblicuos proyectados por el lente y los microlentes (RGB) que cubren los elementos del sensor. Otros problemas fueron causados por la debilidad de los conectores y por fenómenos de acoplamiento eléctrico entre la cámara y otra utilizada para obtener imágenes infrarrojas. Sin embargo, una vez resueltos estos problemas y controladas las variables críticas, la cámara permitió la obtención de imágenes de alta calidad, debido a su alta resolución y a los algoritmos avanzados de manejo del color y de compresión de imágenes. Estas imágenes se utilizaron con buenos resultados para la obtención de ortofotos y mosaicos por dos grupos independientes que trabajaron con programas de fotogrametría digital distintos.

SS4-7

ADECUACIÓN DEL MARCO GEOESTADÍSTICO NACIONAL SOBRE IMÁGENES DE SATÉLITE DEL AÑO 2003

Chavarria Espinosa Mario Rubén, Macías Sánchez Cenovio y Herrera Canto Miguel A.
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
mario.chavarria@inegi.gob.mx

Los Censos Nacionales y en especial el Agropecuario, demanda un mayor detalle en sus niveles de desagregación. Cartográficamente a nivel nacional se tiene que representar y clasificar 32 Entidades Federativas, 2451 Municipios, 17288 Áreas Geoestadísticas Básicas Rurales, 4028 Localidades Urbanas (las cuales contienen poco más de 40,000 Ageb y alrededor de 1'100,000 Manzanas), 280,323 Áreas de Control y cerca de 275,000 Localidades Rurales, lo que lo convierte en un reto desde el punto de vista cartográfico para este proyecto.

El generar más de 328,000 productos cartográficos originales, además que su reproducción por métodos tradicionales para la planeación y levantamiento censal, hubiera sido casi imposible, por lo que se procedió a utilizar la tecnología de los SIG, que además de atender entre otros aspectos de la producción cartográfica, permitiera llevar el seguimiento y control de cobertura geográfica de los diversos operativos de campo del Censo.

Como primer resultado y con miras al Censo Agropecuario 2001, se integró la información de los diferentes niveles de desagregación del Marco Geoestadístico Nacional sobre imágenes de satélite pancromáticas con resolución de 10 metros tomadas en los años 1993 y 1994.

Un segundo ejercicio se realiza tomando como base cartográfica digital mas actualizada, las imágenes de satélite multiespectrales tomadas en el año 2003, incorporando la cartografía geoestadística resultado de los Censos Económicos 2004, lo cual será la base para la atención de los Censos Nacionales en el año 2005.

El IRIS es el sistema de consulta de la información cartográfica para el Censo Agropecuario el cual puede ser la base para el diseño de encuestas del sector, así como el receptorio de información cartográfica, geográfica y estadística generada por otras dependencias.

SS4-8 CARTEL

PLATAFORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE CÁMARAS DIGITALES EN AERONAVES DE DIVERSOS TIPOS

Peralta Higuera Armando¹, Prado Molina Jorge¹, Cortés Fernández Ernesto² y Schmitter Carlos³

¹ Instituto de Geografía, UNAM

² Geosistemas Aéreos, S.C.

³ Facultad de Ingeniería, UNAM
higuera@servidor.unam.mx

Las cámaras de pequeño formato pueden instalarse con relativa facilidad en diferentes tipos de aeroplanos y helicópteros para obtener fotografías verticales. Sin embargo, para obtener los mayores beneficios de cada hora de vuelo, es conveniente lograr una serie de condiciones mínimas, que garanticen la calidad del levantamiento y la obtención de productos finales con la mayor precisión posible. La condición más importante es la verticalidad del eje de toma –o del eje óptico del sistema- y es un requisito indispensable para aplicar el método de la aerotriangulación. Otra condición que debe controlarse es la deriva, o giro de la imagen sobre el eje vertical y que se produce cuando el eje de la aeronave no está alineado con la dirección del vuelo, debido al viento cruzado. Aún cuando no se apliquen métodos fotogramétricos, esto facilita el trabajo posterior en tareas como la construcción de mosaicos no controlados o la interpretación estereoscópica. Por lo anterior, la primera característica deseable de una plataforma para instalar cámaras a bordo de aeronaves, es la corrección de orientación en tres ejes, es decir, dos para la orientación vertical y un tercero para la deriva. Las plataformas deben cumplir con otras funciones, como la reducción de la vibración de la aeronave y la protección de las cámaras contra condiciones ambientales extremas de temperatura, humedad, lluvia, polvo e impactos. Las cámaras deben ser accesibles, o al menos debe ser posible controlar remotamente sus funciones principales. Por encima de todo lo anterior, su instalación no debe comprometer la seguridad de la aeronave ni la de personas o propiedades en tierra, por lo que su diseño debe ser cuidadoso y contar con medidas redundantes de fijación e integridad. En este trabajo mostramos el diseño y los resultados de la operación de algunas plataformas que hemos desarrollado en los últimos tres años para diversas aplicaciones y para su instalación en aviones y helicópteros. La gama de plataformas incluye sistemas fijos sin corrección, sistemas con corrección manual en tres ejes y sistemas con estabilización inercial automática. Si bien es ideal contar con aeronaves aerofotográficas, equipadas con un orificio para la instalación de cámaras, no siempre es posible disponer de ellas por varias razones, como su escasez en México, el elevado costo de la renta y el altísimo costo de su traslado al área de estudio, que en muchas ocasiones rebasa el costo del vuelo fotográfico. Una alternativa útil, es el uso de plataformas instaladas en el exterior de aeronaves convencionales, que no requieren de modificaciones ni la presencia de herrajes u orificios especiales. Estas plataformas pueden tener corrección en los tres ejes y equiparse con corrección inercial automática. Su uso aumenta significativamente la cantidad de aeronaves disponibles en todo el país para realizar levantamientos y abate los costos de modo importante. En el trabajo se discuten también algunos aspectos relevantes para determinar las condiciones en que estos equipos pueden utilizarse y para lograr su autorización o certificación.

SS4-9 CARTEL

EL ATLAS DE NORTEAMÉRICA, UN ESFUERZO TRINACIONAL

Jiménez Nava Francisco Javier y Ornelas De Anda José Luis
 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
 Francisco.Jimenez@inegi.gob.mx

En una actualidad globalizada, la representación cartográfica no debe tener un tratamiento aislado; la realidad mexicana no sería comprensible integralmente si no involucramos a sus vecinos próximos. Un Atlas de Norteamérica representa inicialmente, un marco de referencia para espacializar las diversas actividades que se llevan a cabo en los 3 países: Canadá, Estados Unidos y México.

En 1997 la Comisión para la Cooperación Ambiental encabezó la iniciativa para desarrollar el Mapa de Eco Regiones de Norteamérica y actualmente coordina las actividades para integrar un Atlas con información geográfica de los 3 países que está disponible en Internet. Este proyecto conjunta la información de 3 organizaciones: Natural Resources Canada; U.S. Geological Survey, e INEGI.

El Mapa de Norteamérica Escala 1: 10 000 000, primer resultado de este esfuerzo; el cual es un Mapa Base que contiene los límites internacionales, estatales, hidrografía, principales vías de comunicación, localidades y topónimos más importantes. Esta información también puede ser consultada a través de un servicio de mapas en la Web.

En el contexto de Bases de Datos Georreferenciados, la construcción de este mapa trinacional es el resultado de la integración de especificaciones y estándares que demuestran la interoperabilidad, de por lo menos esta porción de los Sistemas Cartográficos de los 3 países.

La difusión de este primer producto se hizo en la pasada Conferencia Internacional ESRI y a través de la infraestructura de divulgación de las organizaciones canadiense y mexicana.

La publicación de este primer paso nos permitirá en un futuro la operación de servicios conjuntos de mapeo en Internet, todo esto en beneficio de sociedades con mayor información y mejor comunicadas.

SS4-10 CARTEL

AVANCES EN LA PUBLICACIÓN DE CARTOGRAFÍA INTERACTIVA EN SITIOS WEB: EL CASO DE "DIGITAL GEOSCIENCES"

Origel Gutiérrez Gabriel¹, Ferrari Luca¹, López Blanco Jorge²,
 Urrutia Fucugauchi Jaime³ y Tolson Gustavo⁴

¹ Centro de Geociencias, UNAM

² Instituto de Geografía, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

⁴ Instituto de Geología, UNAM

gorigel@geociencias.unam.mx

En el año 2002 la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Centro de Geociencias y de los Institutos de Geofísica, Geología y Geografía dio inicio a un proyecto conjunto de investigación y publicación científica, el cual tiene como propósito publicar cartografía interactiva en sitios web, especializada principalmente en cartografía de ciencias de la Tierra y geografía

física. La propuesta implementada parte de la recuperación del valor de la cartografía en el quehacer científico, y del reconocimiento de que exige un gran esfuerzo de captura de datos, integración, síntesis, generalización y representación; brindando así importancia primordial a los documentos cartográficos, considerándolos como verdaderos productos científicos, sujetos a procesos de arbitraje y que requieren gran difusión para llegar a usuarios potenciales, utilizando nuevos medios que reduzcan costos, tengan mayor distribución geográfica e incrementen su impacto. De esta manera, se implementó la primera etapa de desarrollo para crear el prototipo del servidor de mapas web, considerando estrategias de diseño centrado en el usuario. Los primeros resultados fueron presentados en la III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, así como en la reunión anual 2003 de la Unión Geofísica Mexicana. A partir de entonces se ha ido mejorando el sitio utilizando como ejemplo cartografía geológica de la Faja Volcánica Mexicana, así como sus principales bases de datos espaciales (litología, fechamientos y geoquímica). El criterio utilizado para la producción cartográfica interactiva, parte de bases de datos y metadatos espaciales, distribuidas e interconectadas utilizando SIG, Servidores de Mapas por Internet, la Web y próximamente manejadores de bases de datos y Servidores de Imágenes Georreferidas. En esta IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra se anuncia el inicio de la segunda etapa de proyecto destinada a su promoción y difusión, mostrando algunos ejemplos de los materiales cartográficos que actualmente están en proceso de revisión. Se presentan los avances logrados en el desarrollo de Digital Geosciences como una publicación científica en línea, la cual publica cartografía temática bi-dimensional, apoyada en el dictamen de árbitros propuestos por el comité científico y técnico, los cuales evalúan la originalidad, calidad y aportes de la cartografía sometida. Se muestran las funciones de interactividad implementadas a demanda del usuario. De esta manera, la publicación ofrece a la comunidad científica un medio adecuado y reconocido para publicar los resultados cartográficos de sus investigaciones, eliminando las limitaciones físicas de tamaño, formato y almacenamiento prevalecientes en los medios impresos. El sitio web es http://satori.geociencias.unam.mx/Digital_Geosciences.

Sesión SELPER

**Algoritmos, Metodologías y Técnicas de
Análisis**

Martes 2

Salón Goyesco 1

SS5-1

ANÁLISIS DE CONVERGENCIA DEL MÉTODO LANDWEBER PARA INVERSIÓN DE INTEGRALES GEODÉSICAS

García Lopez Ramon V., Moraila Valenzuela Carlos Ramon,
Balderrama Corral Rigoberto, Lopez Moreno Manuel y Plata
Rocha Wenseslao
Universidad Autonoma de Sinaloa
rgarcia@uas.uasnet.mx

Se presenta un análisis de convergencia en la aplicación del método iterativo de Landweber proyectado a la inversión de las integrales de Stoke, Poisson y Hotine. El método se implementa con las transformadas rápidas de Fourier tanto en una (1D-FFT a lo largo de paralelos combinada con integración numérica sobre meridianos) como en dos dimensiones. Cuando se logra la convergencia con suficiente rapidez, se obtienen soluciones en forma más eficiente que los métodos que se basan en inversión matricial directa, produciendo el mismo nivel de precisión. Durante el proceso de iteración se estima también el error de convolución cíclica tanto para 1D como para 2D, esto con el fin de aplicar la correspondiente corrección a la solución estimada. Para este último, el cual resulta aun más optimo, se estima también el error de convergencia de meridianos. Se comparan los niveles de convergencia para las integrales mencionadas considerando diferentes configuraciones geométricas y mediante simulación de datos (y errores aleatorios) empleando el modelo geopotencial EGM96.

SS5-2

OBTENCIÓN DE ORTOMOSAICOS Y MAPAS A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS DIGITALES: EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS, COMPARACIÓN DE MÉTODOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Peralta Higuera Armando, Prado Molina Jorge y López García
José
Instituto de Geografía, UNAM
higuera@servidor.unam.mx

Salvo contadas excepciones, el destino final de la información contenida en las imágenes de percepción remota y de las imágenes aéreas digitales en particular, es la creación de mapas temáticos y/o conjuntos de datos espaciales en sistemas de información geográfica. El conocimiento de la exactitud que puede lograrse cuando se emplean cámaras de formato pequeño, en combinación con determinadas técnicas de corrección y restitución, es de gran relevancia para determinar su aplicación adecuada en proyectos específicos y para permitir a los usuarios la elección de un flujo de trabajo óptimo. En este trabajo se evalúan algunas alternativas que hemos empleado para la creación de ortofotomapas y mapas temáticos, en lo que se refiere a exactitud, calibración de la cámara, dificultad de operación y tiempo de ejecución. En general, se obtuvo un error cuadrático medio (RMS) de entre 4 y 8 veces el tamaño del píxel en el terreno, significativamente mayor que el que cabe esperar de la resolución de las imágenes. Una causa de ello, es el uso de puntos de control extraídos de cartas y ortofotos de escala menor que la de las fotos digitales. Una alternativa es organizar campañas para obtener puntos de control terrestre precisos, pero puede ser costosa. De modo similar, la baja resolución de los modelos digitales de elevación disponibles contribuye al error. Aún bajo estas restricciones, cuando combinamos una calibración preliminar de la cámara, su ajuste

con base en los resultados de la aerotriangulación, el uso de más parámetros para el ajuste del modelo y una colocación meticulosa de los puntos de control, fue posible lograr errores de 4 o 5 veces el tamaño del píxel. Si bien estos errores son relativamente grandes, el material resultante cuenta con una exactitud posicional adecuada para abundantes aplicaciones. Como ejemplo, con un tamaño de píxel de 0.6 metros sobre terreno plano y puntos de control obtenidos a partir de levantamientos topográficos, el error RMS fue de 2.65 metros, que puede considerarse aceptable para cartografía temática topográfica, hidrográfica, urbana y de proyectos de desarrollo con escala 1:5,000. De modo conservador, hemos establecido una relación práctica que indica que para un tamaño de píxel de 1 metro, puede obtenerse cartografía con escala aproximada de 1:10,000. El análisis muestra que es posible tomar medidas sobre algunos de los factores mencionados para reducir los errores y mejorar esta relación.

Es necesario decidir el nivel de exactitud que requiere cada aplicación, de acuerdo con los objetivos específicos; algunos proyectos requieren de la exactitud temática que permiten lograr las imágenes en color de alta resolución y no de una gran exactitud posicional. En todo caso, es fundamental conocer el error y manifestarlo al reportar los resultados de un proyecto. Además de discutir las ventajas y limitaciones de los métodos empleados, en la exposición se consideran también algunos conceptos nuevos que modifican sustancialmente las ideas tradicionales del mapa y del SIG, que muy probablemente tendrán influencia en la forma de aprovechar este tipo de imágenes.

SS5-3

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN, MONITOREO Y CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA DE LA SUPERFICIES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS EN LA HUASTECA POTOSINA APOYADOS EN PR Y SIG

Galindo Mendoza María Guadalupe
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
ggm@uaslp.mx

Los proyectos que inician aplicaciones de percepción remota en el sector agrícola dentro de la América Latina datan de la segunda mitad del decenio de los ochenta del siglo XX, en donde el objetivo principal es el de identificación del cultivo, seguimiento de la etapa fenológica y cálculo de rendimientos. Estos estudios han sido construidos dentro de la escala local dejando fuera la visión de conjunto que implicaría necesariamente trabajar sobre límites estatales y nacionales; desde esta perspectiva, se puede afirmar que tanto las áreas como los recursos agrícolas y pecuarios de México siguen sin conocerse. En este sentido, el único proyecto a nivel nacional que ha cuantificado los espacios rurales mexicanos es el Inventario Forestal Nacional que se elaboró en el Instituto de Geografía de la UNAM (1993-2000). Hasta hoy, no hay un trabajo en el sector primario nacional de tal magnitud. De aquí, parte la inquietud por empezar a conformar y visualizar las bases para la creación del Inventario Agropecuario Nacional. Esto resulta una tarea ardua, sin embargo este es un momento adecuado ya que se cuenta no sólo con el hardware y el software especializados, sino también con el personal científico y técnico experimentado y capacitado (liveware) para llevar a cabo un trabajo de tal envergadura. Esta cartografía básica permitirá el ordenamiento del territorio de este sector y la planificación de las actividades económicas correspondientes. Para ilustrar esta situación, se ha escogido la región Huasteca Potosina ya que es una zona en la cual el desarrollo rural ha devenido entre un modelo de agrícola en

algunos momentos y pecuaria en otros; asimismo, en esta región la tenencia de la tierra es en su mayoría ejidal y el 60% de estos propietarios son indígenas, lo que permite realizar un ejercicio en el cual concurren las características más representativas del medio rural mexicano. La metodología consiste en aplicar clasificaciones supervisadas, análisis espectral, análisis visual y verificación de campo en tres zonas piloto. Se cuantifican los grados de incertidumbre en cada una de las etapas y esta información se complementa con información vectorial sobre la organización física, económica y política del territorio, así se propone en forma la simbología (variables) que debe llevar un inventario agropecuario, dando como resultado las primeras cartas temáticas.

SS5-4

CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y TIPO DE NUBES EN CHIAPAS

Gómez Domínguez Sandra Guadalupe¹ y Zavala Hidalgo Jorge²

¹ Laboratorio de SIG y PR, Instituto de Geografía, UNAM

² Centro de Ciencias de la Atmosfera, UNAM
sandra@igiris.igeograf.unam.mx

La superficie del estado de Chiapas es de 73,887 km², ocupando, por su extensión, el noveno lugar en el país. El estado tiene un relieve complejo, que incluye la planicie costera entre Tonalá y la frontera con Guatemala, la región del Soconusco, la Sierra Madre de Chiapas, la serranía Meseta Norte y el Valle o Depresión Central entre estas dos serranías. Esta diversidad orográfica está acompañada de diferencias en la vegetación, suelos y climas, los cuales hay que estudiar utilizando una diversidad de opciones.

En este estudio se presenta una caracterización espacial y temporal de los patrones nubosos sobre Chiapas, basado en análisis de imágenes de satélite. Se analiza su variación diurna, estacional e interanual y su relación con sistemas sinópticos que afectan a la República Mexicana. Se estudia también la relación de los patrones nubosos con otras variables climatológicas.

SS5-5

RESPUESTA DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PARÁMETROS FORESTALES A LA VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Reyes Cárdenas Oscar¹, Flores Garnica José Germán² y Solano Barajas Ramón³

¹ Facultad de Ingeniería en Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato

² INIFAP

³ Universidad de Colima
oscarreyescardenas@hotmail.com

En este trabajo se hace una comparación de dos técnicas de interpolación: 1) una determinísticas (distancia inversa ponderada); y 2) la otra geoestadísticas (kriging ordinario). Las cuales fueron usadas para la determinación de la variación espacial de cuatro variables dasométricas, obtenidas en base a un inventario forestal que se llevo a cabo en el predio el Carrizal (Sierra de Tapalpa, Jalisco): a) diámetro; b) área basal; c) altura; y densidad. En total se muestrearon 79 sitios bajo un diseño de muestreo sistemático. De esta muestra se tomaron submuestras, a fin de variar la intensidad de muestreo en las siguientes proporciones: 87, 75, 62, 49, 36 y 24%. En base al análisis geoestadístico, se generaron los variogramas experimentales

correspondientes a cada intensidad. Los cuales se ajustaron a los modelos mas adecuados, en base a lo cual se realizaron las interpolaciones respectivas. Las interpolaciones determinísticas se hicieron directamente. El criterio de comparación entre las dos técnicas de interpolación fue el valor mínimo del cuadrado medio del error. Una vez seleccionadas tanto la técnica de interpolación, como la intensidad de muestreo, para cada variable, se crearon mapas temáticos que ilustran su comportamiento espacial. Aunque en la mayoría de los casos es mejor la estrategia geostadística, no siempre mostró gran diferencia en relación a la técnica de distancia inversa. Finalmente, se sugiere usar otras técnicas geoestadísticas, además de probar variaciones en el diseño de muestreo.

SS5-6

SON SIEMPRE MEJORES LOS SISTEMAS DE INTERPOLACIÓN ESTOCÁSTICOS QUE LOS SISTEMAS DETERMINÍSTICOS?

Flores Garnica José Germán, Moreno González David Arturo y Benavides Solorio Juan de Dios
INIFAP
flores.german@inifap.gob.mx

El interés por generar información espacialmente confiable ha propiciado el uso de estrategias de interpolación cada vez más complejas. Las cuales, para su uso, implican el considerar dos aspectos importantes: a) el aumento de la complejidad de las técnicas, con el consecuente uso de mejores equipos de computo (memoria, rapidez y robustez); y b) el costo involucrado en relación directa al mayor tiempo invertido. Esto siempre se justifica cuando el aumento de precisión es de consideración. Sin embargo, en ocasiones, los resultados generados por técnicas "sencillas" (determinísticas) y técnicas "complejas" (estocásticas) son muy similares. Lo cual no justifica el uso de estas últimas. Esta situación se ejemplifica en este trabajo con la generación de cuatro diferentes mapas de combustibles forestales. Los datos usados fueron inventariados en 554 sitios, en un área aproximada de 1,400 ha, en el ejido El Largo y Anexos, de Chihuahua (México). Tres de los combustibles se clasifican en base al tiempo en el que, por su un tamaño (diámetro), ganan o pierden humedad (1-HR, 10-HR y 100-HR). La cuarta clase corresponde a los combustibles vivos. Se compara un total de 12 opciones de interpolación: cinco estadísticas (spline, mapeo poligonal, distancia inversa ponderada [primera y segunda potencias]) y siete geostadísticas (kriging ordinario, kriging universal (primero y segundo grado), cokriging, kriging puntual y kriging en bloque). En base a cada una de estas técnicas de interpolación se generaron las superficies continuas que mas precisamente representaron la distribución espacial de cada uno de los tipos de combustibles mencionados. En general las técnicas geoestadísticas (estocásticas) fueron la mejor alternativa, aunque en forma individual la técnica de distancia inversa ponderada (primera potencia) fue más constante en sus resultados. Por lo que se remarca que no existe una sola técnica de interpolación que pueda ser mejor en todas las condiciones. Los datos auxiliares requeridos para la técnica cokriging se obtuvieron de un modelo de elevación digital, una imagen Landsat 5 TM y un inventario forestal.

SS5-7

VISUALIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE MORFOESTRUCTURAS UTILIZANDO ANAGLIFOS: UN MÉTODO ALTERNATIVO AL USO DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Martínez Gutiérrez Genaro
 Depto. de Geología Marina, UABCS
 martingg@uabcs.mx

Las fotografías aéreas han sido una herramienta muy importante en las ciencias de la Tierra, ya que aportan información sobre la superficie terrestre (vegetación, suelo, litología, drenaje, urbanización, etc.) y han servido para la búsqueda de los recursos naturales. Una característica muy importante de la fotografía aérea es que nos permite tener una visión estereoscópica de la superficie del terreno a diferentes escalas, de acuerdo a la altura de vuelo realizada. Para el geólogo la visión estereoscópica es de suma relevancia ya que puede visualizar o inferir en tres dimensiones las estructuras geológicas. Tecnologías como la percepción remota y la digitalización de información vienen a ser una herramienta más para el geólogo. Los modelos digitales de elevación (MDE) generados a partir de información analógica (mapas topográficos) inicialmente, hasta la obtención del modelo de elevación digital del planeta derivado por la antena SRTM (2000), han contribuido al estudio y modelación de los procesos terrestres, así como contribuido en la planificación de ciudades. La técnica de generación de anaglifos no es reciente, ésta consiste en generar una imagen a partir de la combinación de dos imágenes adquiridas de diferente ángulo del mismo objeto. La imagen resultante presenta dos colores (rojo y azul), lo que permitirá visualizar la imagen resultante en tres dimensiones utilizando unos lentes con la misma combinación. Los anaglifos se han obtenido a partir de un par estereoscópico; sin embargo éstos pueden ser generados utilizando un modelo digital de elevación. Aplicando esta técnica se elaboraron una serie de imágenes de anaglifos a partir de modelos digitales de elevación, ortofotografías e imágenes de satélite (Landsat y ASTER). El propósito de este trabajo fue emplear esta técnica para la enseñanza de geomorfología, a fin de mostrar al estudiante las geoformas y estructuras geológicas desde otra perspectiva. Los anaglifos elaborados son proyectados por medio de un proyector digital, los cuales pueden ser vistos con el uso de lentes de bajo costo a gran auditorio. Esta técnica puede ayudar al profesor de cualquier nivel educativo a explicar y ejemplificar las diferentes formas y expresiones de la superficie terrestre.

SS5-8 CARTEL

INTERPOLACIÓN NORMALIZADA PARA LA CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS

Saracco Álvarez Carlos A.
 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
 OMAR.CRUIZ@inegi.gob.mx

La falta de información confiable para seleccionar campos de entrenamiento en la clasificación supervisada, obliga a buscar métodos que subsanen estos problemas, especialmente cuando sólo se dispone de información sobre imágenes de satélite.

En este caso se realizaron clasificaciones de formas de cultivo permanentes en imágenes de satélite tomando de base la información del 2001, a interpolar para otras fechas de estudio, siendo 1972 y 1985.

El primer paso fue discriminar la agricultura permanente de otros usos del suelo, para el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México, en imágenes de satélite ETM del 21 de marzo del 2001. Posteriormente se obtuvieron 24 índices de vegetación diferentes con la finalidad de encontrar aquellos que representen mayor discriminación entre los dos cultivos más representativos de la zona de estudio: el cultivo del mango y la asociación de plátano/coco. Para esto se realizaron campos de entrenamiento donde se tiene la certeza de la presencia de este cultivo en la fecha de la toma de la imagen, cuya respuesta espectral fue analizada como información numérica, extrayendo media, mínima, máxima y desviación estándar de dichas respuestas espectrales de los 24 índices. Se seleccionaron aquellos índices que más diferenciaban ambas coberturas, siendo: I.V. de Diferencia Normalizada (NDVI), I.V. de Transformación Corregida (CTVI), I.V. Perpendicular N°3 (PVI3), I.V. Ajustado al Suelo Transformado N°2 (TSAVI2), I.V. Ajustado al Suelo con factor de corrección de 0.5 (SAVI0.5), I.V. Ajustado al Suelo Modificado N°1 (MSAVI1) y I. de Realzado de Vegetación (EVI). Con estas 7 imágenes seleccionadas se realizó la clasificación supervisada por el método de Máxima Verosimilitud.

Resultados

Cultivo del Mango (3,023.75 ha), Cultivo Plátano/Coco (2,566.75 ha), Otros 597.25 ha. La información registrada la referimos a otras dos fechas de estudio: 1972 y 1985, para las cuales no se pueden digitalizar campos de entrenamiento por no tener la certeza de los sitios con ciertas coberturas de interés. Para esto se realizó una interpolación normalizada de los límites de los campos de entrenamiento de ambas coberturas, esto se realizó de la siguiente manera: se registró el 90% (+/-1.64 σ) de los datos de la respuesta espectral de los campos de entrenamientos, mismos que se normalizaron con respecto a la medida de dispersión de la imagen de los índices seleccionados, considerando el comportamiento de las imágenes de los Índices de Vegetación como normal (gausiano). Éstos límites se desestandarizan utilizando como base la desviación estándar y la media del índice de vegetación de la fecha a interpolar. Con esto se crea un mapa sobre distribución de los diferentes cultivos en las fechas de que no se cuenta con información. Los resultados observados fueron: Cultivo del Mango (485 ha en 1972 y 1,139 ha en 1985), Cultivo Plátano/Coco (198.25 ha en 1972 y 1,360.50 ha en 1985), Otros cultivos (300 ha en 1972 y 848 ha en 1985). Este método es útil para cuantificar la superficie sembrada de un cultivo en específico, así como el análisis de su crecimiento.

SS5-9 CARTEL

SOLUCIÓN DE SUPERFICIES DE CONFUSIÓN EN LA CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES DE ALTA RESOLUCIÓN CON APOYO DE CARTOGRAFÍA URBANA

Ley García Judith
 Laboratorio de Geomática, Instituto de Investigaciones Sociales,
 UABC
 jley@uabc.mx

La clasificación de imágenes satelitales ha sido un procedimiento de gran utilidad en la extracción de información acerca del medio físico en general. Sin embargo, es a partir de la adquisición de imágenes de alta resolución espacial, cuando este procedimiento ha beneficiado la obtención de información precisa acerca del medio urbano.

Las imágenes de alta resolución, ofrecen una visualización nítida de los elementos urbanos (vialidades, manzanas, vegetación y construcciones), sin embargo, cuando la manipulación de la misma va más allá de la simple visualización, es decir, cuando se requiere extraer información mediante procesos clasificatorios, la imagen se torna confusa.

Cada píxel registra el valor espectral promedio de una superficie muy reducida, y por lo tanto, es de esperarse gran variabilidad entre píxeles que conforman una cobertura similar. Esta situación dificulta los procesos de clasificación, obteniéndose como resultado diversas superficies de confusión, es decir, zonas o grupos de píxeles que no se relacionan con las clases definidas, y por lo tanto no son asignados a ninguna de ellas.

En el caso de las vialidades urbanas, la presencia de elementos diversos como vegetación, agua estancada, automóviles, entre otros, incrementan la variabilidad espectral de los píxeles que la componen, y por lo tanto, para extraer vialidades pavimentadas, es necesario recurrir a procedimientos y técnicas complementarias a la clasificación.

En el presente trabajo, se utiliza la cartografía manzanera urbana, como elemento de apoyo para resolver las superficies de confusión producto de una primera clasificación, y con la evidencia obtenida, se realiza una segunda clasificación, la cual permite reducir la incertidumbre al extraer las vialidades pavimentadas de la ciudad de Mexicali.

Sesión SELPER

Iniciativas de Educación en PR y SIG

Martes 2

Salón Goyesco 1

SS7-1

**LA COOPERATIVA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
GEOGRÁFICO INTEGRAL (CEAGI)**

Toudert Djamel
Instituto de Investigaciones Sociales, UABC
toudert@uabc.mx

Dentro de los cambios significativos que caracterizan la nueva era de la información, la geografía –en su sentido amplio y plural– parece jugar un papel trascendente en la conformación de los nuevos espacios de la información.

Frente a los imperativos de la transmisión del conocimiento, los métodos de enseñanza tradicional de las ciencias geográficas dejan entrever una franca debilidad para la conformación de un programa de formación adecuado a las necesidades de nuestro tiempo.

La Cooperativa de enseñanza y aprendizaje geográfico integral (CEAGI) constituye una contribución instrumental implementada en la modalidad en línea con el interés de participar en la creación y consolidación del conocimiento geográfico. Desde su fundación, el CEAGI se define como un espacio de trabajo cooperativo, con cuya filosofía se encuentra basada en las prácticas milenarias de la colaboración comunitaria para llevar a cabo acciones de creación y consolidación del bien común. Por el concepto del bien común, se enfoca de manera central la participación en el enriquecimiento del conocimiento colectivo desde una perspectiva global e integral de las Ciencias Geográficas. En este orden de ideas, el CEAGI a demás de volcarse a la generación y consolidación de conocimientos y experiencias, se encuentra también en los senderos de la difusión desinteresada de conocimientos, materiales e instrumentos hacia el público en lo general.

Durante nuestra exposición, trataremos de presentar los conceptos generales de trabajo, los diferentes módulos y talleres que conforman el aspecto instrumental de la iniciativa, y finalmente, a través de algunos ejemplos prácticos explicaremos en que sentido se puede integrar los esfuerzos de la cooperativa en las diversas acciones de formación y enseñanza.

SS7-2

**SIG ESTRATEGIA DOCENTE PARA EL CONOCIMIENTO
INTEGRAL DEL TERRITORIO**

Nieves Ramírez Eugenia del Carmen
Universidad Autónoma de Guadalajara
ecnieves@uag.mx, geo_eugenia@yahoo.com

La Universidad Autónoma de Guadalajara consciente de su responsabilidad y compromiso de fomentar y promover el conocimiento científico y tecnológico en sus aulas, en el febrero del 2001, promovió la adaptación de los contenidos académicos de las materias de Hidrología y Geología Aplicada para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil realizaran prácticas, de acuerdo a cada materia, usando información territorial en formato digital, utilería de dibujo asistido por computadora (CAD) recolección y procesamiento de coordenadas geográficas a través de receptores y el sistema de posicionamiento global (NAVSTAR GPS) hasta la elaboración y diseño de un proyecto ingenieril como trabajo final usando la plataforma líder de sistemas de información geográfica ARC VIEW.

Actualmente ya son 4 generaciones de estudiantes que han vinculado sus conocimientos teóricos de características topográficas y Geológicas con la práctica, a través de los sistemas de información geográfica, que como estrategia docente han permitido una transmisión de conocimientos activa que fomenta en los futuros Ingenieros Civiles un conocimiento, detallado y preciso de las características del terreno para proponer la infraestructura adecuada, que resuelva necesidades sociales sin menoscabar las características naturales de un territorio y que redunden en DESARROLLO SUSTENTABLE.

Los sistemas de información geográfica se han incluido también como parte de la currícula de la carrera de biólogo.

Esta iniciativa que vincula conocimientos, ha demostrado la pluralidad de los sistemas de información geográfica no sólo para resolver problemas de un territorio, sino también para enseñar las características de un territorio.

SS7-3

**LA ENSEÑANZA DE LA PERCEPCIÓN REMOTA Y LOS
SISTEMAS GEOGRÁFICOS DE INFORMACIÓN EN EL PLAN
DE ESTUDIOS DE LA COORDINACIÓN DE CIENCIAS
SOCIALES Y HUMANIDADES DE LA UASLP: UN
ACERCAMIENTO A LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINARIA**

Galindo Mendoza María Guadalupe, Aguilar Robledo Miguel y
Contreras Servín Carlos
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
ggm@uaslp.mx

No se puede concebir ninguna realidad ajena a lo social ni a lo humano. Incluso la realidad biofísica cobra sentido a la luz de su importancia para las comunidades y grupos humanos. En la Universidad, en el estado de San Luis Potosí, en el país y en el mundo, toda ciencia y toda técnica esta asociada al hombre, sea como creador o como usuario, en función y para satisfacción de sus necesidades históricas y sociales. El conocimiento de lo social es imprescindible para comprender en su complejidad los procesos en los que dichas comunidades y grupos se construyen, y para completar el conocimiento que sobre los objetos naturales se genera justamente para uso de la sociedad (Valle-Méndez,2000). Sobre esta visión, la Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí ofrece tres Licenciaturas desde agosto del 2002: Antropología, Geografía e Historia. Estas tres carreras llevan un tronco común de 10 materias en los dos primeros semestres, en los semestres siguientes los alumnos de las tres carreras pueden compartir algunas asignaturas como materias optativas. Desde la visión cuantitativa y de análisis espacial llevan las materias de Estadística aplicada a la Ciencia Sociales, Análisis e interpretación de Mapas, Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. La interacción de análisis espacial ha sido enriquecida con los aportes y técnicas de los Antropólogos y los Historiadores para la reconstrucción de lugares o el entendimiento de la cosmogonía local tanto en ámbito urbano y rural así como de nueva cartografía temática; esto implicará de manera directa la formación de profesionistas más competitivos no sólo por entender la dinámica y problemática del espacio, sino porque tendrán los conocimientos teórico-metodológicos y técnicos para realizar un análisis real, concreto y rápido de los mismos dentro de un escenario multidimensional. Así pues, el objetivo de este trabajo es dar a

conocer la visión multidisciplinaria de la CCSyH y los resultados que se tienen después de dos años de trabajo en el ámbito de la enseñanza de la PR y los SIG en San Luis Potosí.

SS7-4

EL APOYO A EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS: EL LICENCIADO EN CIENCIAS GEOINFORMÁTICAS DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA, UAEM

Hernández Zetina Sandra Lucía y González Becerril Lidia
Alejandra
Facultad de Geografía, UAEM
hzsl@uaemex.mx

Las necesidades para la generación de información geográfica han convertido a la geoinformática es una ciencia en auge que toma como elemento práctico el análisis espacial, con el fin de orientar y apoyar los procesos de toma de decisiones en diferentes sectores, tanto a nivel público como privado, así como en la investigación en distintas áreas del conocimiento.

Desde esta perspectiva, la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, vislumbra la necesidad de formar un profesionista que permita conjugar la bases científicas tanto de las ciencias geográficas como de la informática, con una correspondencia y complementación, que permita formar una profesional con bases teóricas y prácticas en el uso, representación, análisis e implementación de las tecnologías de la información geográfica que, aplicando conocimientos científicos, metodológicos y tecnológicos, proporcione alternativas de solución a problemáticas de tipo físico ambiental y socioeconómico.

Asimismo, su integración a equipos de trabajo multidisciplinarios, permitirá el diseño, actualización y la creación de herramientas que favorezcan el tratamiento automatizado de información geográfica, logrando a la vez su estandarización e intercambio, lo que permite una visión más completa y por lo tanto, el desarrollo de soluciones inteligentes a problemas complejos.

SS7-5

EL DIPLOMADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UNA INICIATIVA DE ENSEÑANZA DE NUEVAS TECNOLOGÍA EN LA UAEM

Sara Gutierrez Carlos Alberto, Pineda Jaimes Noel Bonfilio y Franco Plata Roberto
Facultad de Geografía, UAEM
sagc@uaemex.mx

Una de las debilidades que presentan la mayor parte de las dependencias públicas y privadas que manejan datos espaciales en México, es la ausencia de profesionales con alta capacidad técnica y metodológica que maneje los Sistemas de Información Geográfica y que además sean capaces de abordar de manera integral la problemática de los fenómenos que se manifiestan en el territorio. De igual modo, existe una carencia significativa de profesionales conocedores de los procesos que se pueden llevar a cabo con el uso de los SIG.

Como una respuesta a lo anterior, a partir de noviembre del 2003, se implementó en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, un Diplomado en Sistemas de

Información Geográfica, el cual se constituye como una oportunidad para formar profesionales con sólidos fundamentos teórico-conceptuales, metodológicos y técnicos para dirigir, asesorar y/o participar aplicando los Sistemas de Información Geográfica en la realización de estudios de apoyo a la toma de decisiones en la formulación de programas o proyectos de carácter espacial, sea cual sea la escala de trabajo.

El objetivo general del diplomado es capacitar y adiestrar a profesionales de los sectores público y privado en el uso y aplicación de los Sistemas de información Geográfica de modo que puedan participar con idoneidad en proyectos que involucren el uso de dicha geociencia, asimismo se plantearon los siguientes objetivos particulares:

1. Dotar al alumno de los conocimientos teóricos que sustentan a los Sistemas de Información geográfica y la importancia de los mismos.
2. Capacitar al alumno en el conocimiento y manejo de información geográfica y sus usos.
3. Desarrollar habilidades y destrezas en el uso de procedimientos de análisis, síntesis, integración y evaluación, aplicables a la realización de estudios mediante los SIG.
4. Aportar elementos conceptuales, metodológicos y técnicos orientados al procesamiento automatizado de información geográfica con énfasis en el modelamiento digital y aplicaciones prácticas mediante herramientas informáticas (Hardware, software) para el desarrollo de procesos y análisis geográficos específicos relacionados con fenómenos geográficos.

El diplomado está dirigido a aquellos profesionistas de carreras afines al estudio de las ciencias de la tierra como los geógrafos, planificadores, urbanistas, geólogos, geomorfólogos, ingenieros, ecólogos entre otros, así como a servidores públicos e interesados en adquirir los conocimientos y destrezas en el uso, manejo y aplicación de los SIG y las metodologías empleadas para el estudio territorial y la solución de problemáticas de carácter ambiental, social y económico.

Finalmente, el diplomado esta estructurado en siete módulos que a continuación se muestran:

- Módulo I: Fundamentos e Introducción a los Sistemas de Información Geográfica
- Módulo II: Información Espacial y Estructura de Datos
- Módulo III: Preparación e Ingreso de Información y Estructuración en Bases de Datos
- Módulo IV: Funciones de Manipulación y Análisis Vectorial
- Módulo V: Funciones de Análisis y Manipulación Raster.
- Módulo VI: Aplicación de la Metodología de EMC (Evaluación Multicriterio) en un caso concreto.
- Módulo VII: Representación Final de Cartografía.

SS7-6

CUARTA REESTRUCTURACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN EN CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA, TELEDETECCIÓN Y SIG DE LA FACULTAD DE GEOGRAFÍA DE LA UAEM. INICIATIVA DE UN PROGRAMA FLEXIBLE BASADO EN COMPETENCIAS

Pineda Jaimes Noel Bonfilio, Candeau Dufat Rafael, Madrigal Uribe Delfino y Franco Plata Roberto
Facultad de Geografía, UAEM
nbpj@uaemex.mx

Por mandato legal de la propia legislación universitaria, los programas de posgrado que se ofrecen en la UAEM deben ser revisados y en su caso reestructurados cada tres años, es por ello, que en este momento el programa de Especialización en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica se encuentra en una fase de reestructuración, lo anterior, ha permitido plantear una nueva visión para el programa, la cual consiste en flexibilizarlo y adecuarlo a un plan de estudios basado en competencias laborales.

Si bien en cierto que nuestro programa de Especialización, representa la continuidad de los esfuerzos por mantener vigente la actualización de conocimiento de estas tecnologías, en la preparación de técnicos o especialistas en diferentes instituciones académicas y gubernamentales de todo el país. También representa la importancia que la Facultad de Geografía de la UAEM ha adquirido a través de estos últimos años en la implementación de planes de estudios flexibles y acordes a las nuevas exigencias del mercado, que se basan en especialistas competentes en habilidades y destrezas enfocadas a las ya no tan nuevas geotecnologías.

Por otro lado, este programa del posgrado sin duda significa una sólida plataforma para sustentar el desarrollo armónico y equilibrado entre las actividades sustantivas de docencia, investigación y extensión de la propia facultad, en este sentido, las circunstancias actuales de incremento de personal de tiempo completo con estudios de posgrado, la experiencia en docencia e investigación y la madurez que otorga los más de 10 años de vida del posgrado, nos ubican en un momento oportuno de apostar al crecimiento y progreso de la Facultad hacia los siguientes años con horizontes más visionarios.

Para lograr lo anterior, la cuarta reestructuración del programa pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1. Mantener la calidad del programa y aumentar el nivel de demanda de estudiantes en diversos sectores del mercado laboral.
2. Diseñar y operar diversos mecanismos de vinculación con los diferentes sectores sociales y productivos, con el fin de consolidar intercambios, asesorías y proyectos relacionados con el seguimiento de egresados y su entorno laboral.
3. Implementar procedimientos adecuados para la consolidación de un comité tutorial con la finalidad de asesorar permanentemente a los alumnos del posgrado, así como de mecanismos normativos para la operación eficiente del programa.
4. Fortalecer y retroalimentar las líneas de aplicación del conocimiento que sostienen al programa con el quehacer académico de los cuerpos académicos de la Facultad de Geografía en la elaboración de proyectos profesionales terminales.
5. Mejorar su estructura curricular en cuanto a contenidos y las aplicaciones tecnológicas vigentes en el ámbito profesional, aplicando la visión de las competencias laborales.

6. Proponer un sistema de mejoramiento de la infraestructura y el equipamiento de los talleres y laboratorios asociados al programa que permita consolidar la calidad del posgrado.
7. Desarrollar y proponer mecanismos legales y normativos en la legislación universitaria para la operación del programa.

SS7-7

ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS EN GEOTECNOLOGÍAS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Iturbe Posadas Antonio y Reyes Mejía A. Gabriel
Centro de Información Geográfica, Universidad de Quintana Roo
aiturbe@correo.uqroo.mx

La misión del Centro de Información Geográfica, de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Quintana Roo es promover la generación de información geográfica, resguardo, distribución de datos y análisis geoespacial mediante herramientas geoinformáticas, así como la formación de recursos humanos en la materia.

Entre algunas de las funciones del Centro de Información Geográfica se encuentra la generación de bancos de datos geoespaciales y estadísticos de alta calidad; promover y generar productos que incorporen datos y herramientas geoinformáticas; apoyar y realizar investigaciones y proyectos sobre la base de sistemas de información geográfica, tanto al interior de la Universidad como a entidades externas, así como realizar actividades de enseñanza de sistemas de información geográfica para elevar el nivel de análisis geográfico territorial.

En el ámbito regional, se está trabajando permanentemente en la administración de la Red de Sistemas de Información Geográfica para la Península de Yucatán (Red SIGPY), la cual se ha consolidado como un proyecto que tiene por objetivo concentrar datos geoespaciales de diferentes instituciones de la Península de Yucatán que trabajan con Sistemas de Información Geográfica, para generar bancos de datos geográficos digitales así como una serie de elementos relacionados como estándares, metodologías y recursos informáticos entre otros, y ponerlos a disposición de todos los participantes a través de Internet. La incorporación de varias instituciones mediante la conformación de la Red SIGPY, ha facilitado el diseño de estrategias para la formación de recursos humanos especializados en Geotecnologías.

En este sentido, el CIG tiene una amplia experiencia en actividades relacionadas con capacitación en materia de Geotecnologías, tal es así, que se han diseñado e impartido dos promociones del Diplomado en Sistemas de Información Geográfica en la ciudad de Chetumal, Estado de Quintana Roo, una promoción en el Colegio de Tlaxcala A.C, estado de Tlaxcala y actualmente se está impartiendo la primera promoción del Diplomado en el Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Para la segunda mitad del año e inicio del 2005, se impartirá la primer promoción del Diplomado en SIG en el estado de Oaxaca y la tercera en la ciudad de Chetumal; de la misma manera se impartirá la primera promoción del Diplomado en Percepción Remota en el Colegio de Posgraduados en la ciudad de Puebla, Puebla.

El Diplomado en Percepción Remota, tiene una duración de 180 hrs, distribuidos en 3 módulos, mismos que abarcan entre otros tópicos Cartografía y conceptualización del espacio geográfico,

conceptualización, desarrollo histórico y aplicaciones de la Percepción Remota; bases conceptuales de la percepción remota, que incluyen entre otros temas, los elementos constituyentes de un sistema de percepción remota; el espectro y la energía electromagnética y en general, las bases físicas de la teledetección; tipos de sensores y plataformas de percepción remota así como la resolución de los sistemas sensores. Análisis visual de imágenes; tratamientos digitales de imágenes que incluyen correcciones, realces y clasificaciones digitales. Finalmente, se abarcará la parte de integración de los resultados de los análisis digitales a sistemas de Información geográfica.

SS7-8

LA EDUCACIÓN VIRTUAL APLICADA A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Longoria Treviño Pablo¹, Molina García Guadalupe¹ y Longoria Treviño José Francisco²
¹ Universidad Génesis
² Florida International University
 pablo.longoria@genesis.edu.mx

Se presenta el caso de Univesidad Génesis, primera universidad en México con un programa de Ingeniería en Sistemas de Información Geográfica y una maestría en Sistemas de Información Geográfica operando 100% vía internet.

Se expone el modelo educativo utilizado y las plataformas instruccionales propietarias de Universidad Génesis.

<http://www.genesis.edu.mx>
<http://www.genesis.edu.mx/pagina.asp?area=2&idsec=18&pad=41&pad2=41&&idsec2=>
<http://www.genesis.edu.mx/pagina.asp?area=2&idsec=38&pad=42&pad2=42&&idsec2=>

SS7-9 CARTEL

PROPUESTA DE LA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

Jáuregui Román David
 Instituto Tecnológico de Minatitlán
 konejo2002@hotmail.com

Los sistemas de información geográfica surgen como necesidad de encontrar una herramienta capaz de ofrecer soluciones y alternativas a los problemas geográficos.

La distribución espacial es necesaria tanto para los fenómenos de la tierra, como para los fenómenos artificiales y naturales que sobre ella ocurren. Todas las sociedades que han gozado de un grado de civilización han organizado de alguna manera la información espacial.

Recientemente la fotografía aérea y particularmente las imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica de este tipo de información, así como personal experto en el manejo de los SIG'S.

La aplicación de los SIG's es cada vez mayor en los estudios de impacto ambiental, estudios de ordenamiento del territorio y planificación del desarrollo sustentable, influenciado por el acceso en aumento a los equipo de computo con mayor capacidad de manejo de información.

Esto lleva a planificar una Especialización en Sistemas de Información Geográfica que proporcione técnicas y conocimientos aplicados al desarrollo territorial de cualquier municipio.

La especialización consiste en ofrecer los sistemas de información geográfica como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales, que permitan conocer e interpretar, datos espacialmente referenciados al mundo real y preparar recursos humanos que utilizan las nuevas tecnologías de acceso a la información georreferenciada con la finalidad de contar con una herramienta en la solución de problemas territoriales y ambientales.

Por tal motivo, el Instituto Tecnológico de Minatitlán no debe de quedar ausente en la formación de Especialistas que usen esta herramienta en cualquier campo de acción que ejerzan y que apliquen dichos conocimientos con la finalidad de coordinar mejor la información territorial que tengan en sus manos.

La importancia de contar con especialistas en sistemas de información geográfica, radica en que su valor es limitado sin el personal experto en su desarrollo, la información se vuelve obsoleta y se maneja erróneamente, el hardware y software no se manipulan en todo su potencial.

PROGRAMA DE ESTUDIOS:

1. Geografía básica
2. Cartografía
3. Estadística espacial (Geoestadística)
4. Tecnología GPS
5. Sistemas de información geográfica I
6. Problemas globales y regionales del medio ambiente
7. Sistemas de Información Geográfica II
8. Sistemas de Información Geográfica III
9. Planificación ambiental y ordenamiento territorial
10. Hidroclimatología y desarrollo regional

ÍNDICE DE AUTORES

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Abegg Friedrich	GP-12 CARTEL	198	Amador Buenostro Alberto	OCE-4	205
Abril Gaspar Alejandro	SE15-1	371	Amador Luna Domingo Antonio	SE11-8	338
Acevedo Sandoval Otilio Arturo	GEOQP-25 CARTEL	152	Amador Terrazas Eduardo	EG-14	117
Acevedo Sandoval Otilio Arturo	SE11-13 CARTEL	340	Amador Vidal Manuel Arnulfo	SS2-21 CARTEL	391
Acosta Vargas Baudilio	SS3-33 CARTEL	405	Amador Vidal Manuel Arnulfo	SS2-7	386
Adatte Thierry	SE13-17	355	Amato Jeffrey M.	SE07-2	312
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	EG-14	117	Amaya Cruz Sandra	SE15-10	374
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	GET-31	168	Amezcuca Torres Natalia	SE13-17	355
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	GP-4	195	Amezcuca Torres Natalia	SE01-13	292
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	SED-13	220	Amotz Agnon	SE13-32	361
Aguayo Camargo Joaquín Eduardo	S4-1	266	Anaya Heredias Carlos	SE01-12	291
Aguayo Ríos Alejandra	GEOQP-20 CARTEL	149	Andrade Mascote Ernesto	SE10-7	332
Aguilar Hernández Alejandra	GET-36	170	Andrade Mascote Ernesto	SE10-8	332
Aguilar Lara Javier Vicente	SS1-1	379	Andrade Mascote Ernesto	SE10-6	332
Aguilar Lovera Alexis	SE01-5	288	Ángeles García Sonia	SE12-9 CARTEL	345
Aguilar Pérez Luis Antonio	GET-32	168	Ángeles Hernández Jorge	SED-11	219
Aguilar Pérez Luis Antonio	SS2-22 CARTEL	392	Ángeles Moreno Edgar	GET-20	163
Aguilar Pérez Luis Antonio	SS3-29 CARTEL	403	Anguiano Rojas Pedro	EG-2	113
Aguilar Robledo Miguel	SS3-10	395	Anguita Virella Francisco	GEOQP-16	148
Aguilar Robledo Miguel	SS7-3	416	Angulo Villanueva Rita	S4-6	268
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-11 CARTEL	123	Antayhua Vera Yanet	SIS-20	233
Aguilera Franco Noemí	SED-17 CARTEL	222	Antayhua Vera Yanet	SE09-15 CARTEL	330
Aguilera Franco Noemí	SED-22 CARTEL	224	Antayhua Vera Yanet	SE15-5	372
Aguillón Robles Alfredo	S2-6	252	Antonio Carpio Ricardo G.	EG-6	114
Aguillón Robles Alfredo	S2-14 CARTEL	256	Antonio Carpio Ricardo G.	EG-10	115
Aguillón Robles Alfredo	SE14-11 CARTEL	368	Aquino Antonio	SE01-13	292
Aguirre Ballena Fernando	GEOQP-6	143	Aragón Arreola Manuel	SE14-9	368
Aguirre Díaz Gerardo J.	VUL-18 CARTEL	241	Aragón Sulik Manuel	GEOH-6	126
Aguirre Díaz Gerardo J.	S2-6	252	Aragón Sulik Manuel	GGA-10	186
Aguirre Díaz Gerardo J.	SE08-6	319	Aragón Sulik Manuel	GGA-15	188
Aguirre Díaz Gerardo J.	SE08-15 CARTEL	322	Araiza Verdugo Raúl Alberto	GEOH-11	127
Aguirre Díaz Gerardo J.	SE08-17 CARTEL	323	Araiza Verdugo Raúl Alberto	GEOH-23 CARTEL	133
Aguirre Gómez Raúl	SS3-5	394	Aranda Gómez José Jorge	SE08-9 CARTEL	320
Aguirre González Jorge	GGA-24 CARTEL	191	Aranda Gómez José Jorge	GEOQP-14	147
Aguirre González Jorge	SIS-1	227	Aranda Gómez José Jorge	GET-37 CARTEL	171
Aguirre González Jorge	SIS-18	232	Aranda Gómez José Jorge	GET-38 CARTEL	171
Aguirre González Jorge	SIS-19	232	Aranda Gómez José Jorge	GET-56 CARTEL	180
Alaniz Álvarez Susana Alicia	GET-13	160	Aranda Gómez José Jorge	SE01-11	290
Alaniz Álvarez Susana Alicia	GET-18	162	Aranda Gómez José Jorge	SE04-7	308
Alaniz Álvarez Susana Alicia	GET-21	164	Aranda Gómez José Jorge	SE04-12 CARTEL	310
Alaniz Álvarez Susana Alicia	GET-26	166	Aranda Gómez José Jorge	SE08-5	318
Alatorre Chávez Eliseo	VUL-17 CARTEL	241	Aranda Gómez José Jorge	SE08-11 CARTEL	321
Alba Aldave Leticia A.	SED-20 CARTEL	223	Aranda Gómez José Jorge	SE08-13 CARTEL	322
Aicálá Ochoa Salvador	GEOH-7	126	Araujo Mendieta Juan	EG-14	117
Aicálá Rodríguez Armando	GEOH-1	124	Araujo Mendieta Juan	GET-31	168
Alcántara Ayala Irasema	SS2-16 CARTEL	389	Araujo Mendieta Juan	GP-4	195
Alcocer Duran Javier	OCE-19	209	Araujo Mendieta Juan	SED-13	220
Alencaster Ybarra Gloria	SED-19 CARTEL	223	Araux Sánchez Elizabeth	GGA-13	188
Alencaster Ybarra Gloria	PALEO-7 CARTEL	213	Arce Saldaña José Luis	VUL-9	239
Allibon James	SE03-5	303	Arce Saldaña José Luis	SE08-3	318
Almaguer Sierra Pedro	SS3-11	396	Arce Saldaña José Luis	SE08-8	319
Almazán Esqueda Sergio	S4-38 CARTEL	282	Arcos Hernández José Luis	S4-24 CARTEL	276
Almazán Vázquez Emilio	SED-18 CARTEL	222	Arcos Hernández José Luis	S4-26 CARTEL	277
Almazán Vázquez Emilio	S2-3	251	Arellano Gil Javier	GET-32	168
Almazán Vázquez Emilio	S2-13 CARTEL	256	Arellano Gil Javier	GET-34	169
Almeida Monica	SS2-12 CARTEL	388	Arellano Gil Javier	SED-21 CARTEL	224
Alonso Guzmán Elia Mercedes	GEOQP-22 CARTEL	150	Arellano Gil Javier	S4-13	272
Alonso Ramírez Juan A.	SE01-16 CARTEL	293	Arellano Gil Javier	S4-17 CARTEL	273
Altamira Areyán Armando	SE07-6	314	Arellano Gómez Víctor Manuel	SE15-8	373
Altamirano Flores Jazmin Lizbeth	SE15-4	372	Arellano Gómez Víctor Manuel	SE15-10	374
Altrín Sam J.S. Armstrong	GEOQP-25 CARTEL	152	Arellano Gómez Víctor Manuel	SE15-4	372
Altuzar Coello Patricia	GEOQP-29 CARTEL	153	Arellano Torres Elsa	SE13-5	350
Alva Niño Efraín	GEOH-14	129	Arellano Torres Elsa	SE13-4	350
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-3	135	Arellano Torres Elsa	SE13-3	349
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-9	137	Arias Ataíde Dulce María	SS1-10	382
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-12	138	Arias López William	S3-5	258
Alva Valdivia Luis	GEOPAL-13	139	Arizabalo Salas Rubén Darío	EG-3	113
Alvarado Molina Juan Baudilio	SED-5	216	Arizabalo Salas Rubén Darío	EG-4	114
Alvarado Ortega Jesús	PALEO-1	211	Arkipova Natalia A.	SE01-19 CARTEL	294
Alvarado Raúl	VUL-6	237	Armienta Hernández Ma. Aurora	GEOQP-20 CARTEL	149
Álvarez Arellano Alejandro Daniel	GGA-21 CARTEL	190	Arregui Ojeda Sergio	SIS-11	230
Álvarez Bejar Román	GET-14	161	Arreguín Molina Gilberto	SE12-5 CARTEL	343
Álvarez Bejar Román	GET-60 CARTEL	182	Arreygue Rocha Eleazar	GEOH-7	126
Álvarez Bejar Román	SS2-1	384	Arreygue Rocha Eleazar	GGA-20	190
Álvarez Gasca Oscar	CCA-9	108	Arreygue Rocha Eleazar	GGA-24 CARTEL	191
Álvarez Gasca Oscar	CCA-18	111	Arriaga García Germán	SE01-5	288
Álvarez Portal Ricardo	SS3-13	396	Arriaga Meléndez Hilario	GET-57 CARTEL	181
Álvarez Pozos Sandra Luz	CCA-1	106	Arteaga Nubia	GGA-8	185

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Arvizu Gutiérrez Irving Rafael	GET-39 CARTEL	172	Blanco Betancourt Rafael	OCE-22	210
Arvizu Gutiérrez Irving Rafael	SE04-7	308	Blanco Cano Xochitl	FE-6	121
Arzate Flores Jorge	GET-60 CARTEL	182	Blanco Cano Xochitl	FE-11 CARTEL	123
Arzate Flores Jorge	GGA-5	184	Blanco Cano Xochitl	SE10-6	332
Arzate Flores Jorge	S3-9	259	Blanco Cano Xochitl	SE10-9	332
Ávalos Cueva David	OCE-12	207	Blanco Cano Xochitl	SE10-8	332
Ávalos Cueva David	OCE-13	207	Blanco Cano Xochitl	SE10-7	332
Avendaño Jairo	S3-5	258	Blinova Valentina	GP-12 CARTEL	198
Ávila Amaya Victor	EG-19 CARTEL	119	Bochner M.	S3-4	258
Ávila Amaya Victor	GGA-26 CARTEL	192	Böhnel Harald	GEOPAL-6	136
Ávila Bravo Verónica	SE09-9	328	Böhnel Harald	GEOPAL-15 CARTEL	139
Ávila Murillo Fernando	GGA-12	187	Böhnel Harald	SE13-33	362
Ávila Murillo Fernando	SS3-18	398	Böhnel Harald	SE13-24	358
Axen Gary J.	SE14-5	366	Böhnel Harald	SE13-25	358
Axen Gary J.	SE14-14 CARTEL	370	Böhnel Harald	SE13-22	357
Axen Gary J.	SE14-2	365	Böhnel Harald	SE13-31	361
Ayala Baldenegro Leonardo	SS1-5	380	Böhnel Harald	SE13-23	357
Ayala Baldenegro Leonardo	SS1-14 CARTEL	383	Bohrmann Gerhard	GP-12 CARTEL	198
Baca Samuel	SE01-6	288	Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano	GET-51 CARTEL	178
Backhoff Pohls Miguel Ángel	SS3-27	401	Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano	S4-25 CARTEL	277
Balderrama Corral Rigoberto	SS2-19 CARTEL	390	Bolaños Rodríguez Daniel Emiliano	SE04-7	308
Balderrama Corral Rigoberto	SS5-1	412	Bolongaro Crevenna Andrea	SE15-15 CARTEL	376
Baldwin Austin	GET-10	158	Bolongaro Crevenna Andrea	SE15-16 CARTEL	376
Bandy William	SE14-3	365	Boni Noguez Félix	S4-25 CARTEL	277
Bandy William	GP-12 CARTEL	198	Bonini Marco	SE04-10	309
Banks David	SE01-18 CARTEL	294	Bourgeois J.	SE14-3	365
Bañuelos Soberanis Francisco	S4-21 CARTEL	275	Bourrouilh Robert	SE14-8	367
Barajas Gea Constancio Iván	GEOPAL-15 CARTEL	139	Brassea Ochoa Jesús	SIS-26 CARTEL	235
Barboza Gudiño José Rafael	SED-4	216	Bravo Cabrera José Luis	CCA-11	109
Barra Fernando	SE01-1	286	Bravo Medina Tania	GEOPAL-13	139
Barra Fernando	SE01-2	286	Breceda Solís-Cámara Aurora	GEOH-10	127
Barragán Manzo Ricardo	SE01-10	290	Breceda Solís-Cámara Aurora	GEOH-11	127
Barragán Reyes Rosa María	SE15-8	373	Brenes R. Jorge	S3-12	260
Barragán Reyes Rosa María	SE15-10	374	Bretón González Mauricio	VUL-14 CARTEL	240
Barreda José L.	SIS-7	228	Bretón González Mauricio	VUL-25 CARTEL	244
Barrera Medina Francisco	GEOH-14	129	Bringas Rábago Nora L.	SS1-6	381
Barrera Rosas Cesar	SE07-5	313	Brito Castillo Luis	GEOH-9	127
Barrientos Bernabé Ofelia	SE12-10 CARTEL	346	Brown Hillary	SE14-7	367
Bastida Villalobos Víctor	SS1-11	382	Bruckmann Warner	GP-12 CARTEL	198
Bastida Villalobos Víctor	SS3-13	396	Buitrón Sánchez Blanca Estela	S2-3	251
Bastida Villalobos Víctor	SS3-34 CARTEL	405	Buitrón Sánchez Blanca Estela	S2-13 CARTEL	256
Bayona Chaparro Germán	SE02-8	298	Buitrón Sánchez Blanca Estela	S4-46 CARTEL	285
Bazán Barrón Sergio	GET-44 CARTEL	174	Burciaga Rendón Jesús	GEOH-10	127
Bazán Barrón Sergio	GET-45 CARTEL	175	Burciaga Rendón Jesús	GEOH-11	127
Bazán Barrón Sergio	GET-46 CARTEL	175	Burciaga Rendón Jesús	GEOH-23 CARTEL	133
Bazán Perkins Sergio Dale	GET-44 CARTEL	174	Bustamante García Javier	GEOH-24 CARTEL	133
Bazán Perkins Sergio Dale	GET-45 CARTEL	175	Bustamante García Javier	GGA-11	187
Bazán Perkins Sergio Dale	GET-46 CARTEL	175	Bustamante Londoño Andrés	SE02-11 CARTEL	300
Bazán Perkins Sergio Dale	SE15-14 CARTEL	375	Bustamante Miguel	GGA-16	189
Bazán Perkins Sergio Dale	SS3-37 CARTEL	406	Byrne Roger	SE13-22	357
Bellon Hervé	S2-14 CARTEL	256	Byrne Roger	SE13-24	358
Bellon Hervé	SE14-11 CARTEL	368	Byrne Roger	SE13-25	358
Belmonte Jiménez Salvador	GEOH-6	126	Byrne Roger	SE13-23	357
Belmonte Jiménez Salvador	GET-22	164	Byrne Roger	SE13-33	362
Belmonte Jiménez Salvador	GGA-10	186	Cabadas Báez Héctor Víctor	SE13-11	352
Belmonte Jiménez Salvador	GGA-15	188	Cabadas Báez Héctor Víctor	SE13-12	352
Beltran Encinas José Carlos	SE01-12	291	Cabadas Báez Héctor Víctor	SE13-13	353
Benammi Mouloud	GET-23	164	Caballero Corona Julio	SE12-8 CARTEL	345
Benammi Mouloud	SED-23 CARTEL	225	Caballero López Rogelio	SE10-13 CARTEL	334
Benammi Mouloud	SE07-6	314	Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-13	139
Benavides Solorio Juan de Dios	SS5-6	413	Caballero Miranda Margarita	SE13-9	351
Benente Luigi	GET-49 CARTEL	177	Caballero Miranda Margarita	SE13-28	359
Benyosef Luis Carlos de Carvalho	S3-3	258	Caballero Miranda Margarita	SE13-30	360
Benyosef Luis Carlos de Carvalho	S3-4	258	Caballero Miranda Margarita	SE13-20	356
Berarducci A.M.	S3-11	260	Cabral Cano Enrique	EG-20 CARTEL	119
Berlanga Robles César Alejandro	SS3-9	395	Cabral Cano Enrique	EG-21 CARTEL	119
Berlanga Robles César Alejandro	SS3-8	395	Cabral Cano Enrique	S3-24	264
Berlanga Robles César Alejandro	SS3-30 CARTEL	403	Cabral Cano Enrique	SE09-5	326
Berlanga Robles César Alejandro	SS3-35 CARTEL	405	Cabral Cano Enrique	SE09-6	327
Berlanga Robles César Alejandro	SS3-6	394	Cabral Cano Enrique	SE09-13 CARTEL	329
Bernal Esquia Yesenia Isabel	GGA-19	190	Cabrera Mociuzuma Olga	GGA-9	186
Bernal Esquia Yesenia Isabel	SIS-20	233	Cabrera Ramírez Mayumy Amparo	MIN-7	202
Bernal Esquia Yesenia Isabel	SE15-5	372	Cabrera Ramírez Mayumy Amparo	S4-24 CARTEL	276
Bernal Gladys	SE13-2	349	Cabrera Ramírez Mayumy Amparo	S4-26 CARTEL	277
Bernard Romero R.	SIS-23 CARTEL	234	Cáceres Govea Dámaso	SE03-6	303
Best Martínez Erika	S4-22 CARTEL	275	Cajigas Piña Carlos Ernesto	SS2-21 CARTEL	391
Bigot Comier F.	SE14-3	365	Cajigas Piña Carlos Ernesto	SS2-7	386
Binimelis de Raga Graciela	CCA-8	108	Calderón Macías Carlos	EG-12	116
Blanchon Paul	GP-12 CARTEL	198	Callejas Moreno Judith	SED-23 CARTEL	225

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Callejas Moreno Judith	SS3-17	262	Casillas Pérez Gilberto A.	SE10-6	332
Callejas Moreno Judith	SE07-6	314	Casimiro Contreras Alfonso	GP-14 CARTEL	198
Calmuş Thierry	GET-5	157	Castañero Meneses Victor	FE-4	121
Calmus Thierry	GET-6	157	Castillejos Echeverría María Ocotlán	SED-11	219
Calmus Thierry	SE04-1	306	Castillo González Miguel	SS3-34 CARTEL	405
Calmus Thierry	SE14-3	365	Castillo Román José	SE08-3	318
Calmus Thierry	SE14-11 CARTEL	368	Castiñeiras Pedro	GEOQP-12	146
Calvo Rathert Manuel	GEOPAL-1	135	Castiñeiras Pedro	GET-4	156
Calvo Rathert Manuel	GEOPAL-9	137	Castiñeiras Pedro	SE07-1	312
Cameron Kenneth	S1-7	249	Castrejón González Israel	GET-40 CARTEL	172
Campa Uranga María Fernanda	GET-41 CARTEL	173	Castrejón Pineda Ricardo	EG-14	117
Campa Uranga María Fernanda	GET-42 CARTEL	173	Castro Escamilla Raúl	SIS-12	230
Campa Uranga María Fernanda	GET-43 CARTEL	174	Castro Flores Adán	S4-18 CARTEL	273
Campa Uranga María Fernanda	S2-11	255	Castro Flores Adán	S4-19 CARTEL	274
Campos Enriquez J.O.	GET-8	158	Castro Flores Adán	SE13-37 CARTEL	363
Campos Enriquez J.O.	GET-22	164	Castro Flores Adán	SS2-4	385
Campos Madrigal Emiliano	S4-9	270	Castro Larragoitia Javier	GGA-8	185
Campos Madrigal Emiliano	S4-33 CARTEL	279	Castro Larragoitia Javier	SE01-16 CARTEL	293
Campos Milagros	SE09-11 CARTEL	329	Castro Mora Jesús	SE11-13 CARTEL	340
Camprubí Antoni	GET-52 CARTEL	178	Castro Rubén	GGA-16	189
Camprubí Antoni	SE01-8	289	Cavallaro Marco	SS2-15 CARTEL	389
Camprubí Antoni	SE01-10	290	Cavazos Tereza	CCA-5	107
Candeau Dufat Rafael	SS7-6	418	Cavazos Tovar José Guadalupe	SE11-10 CARTEL	339
Canet Miquel Carles	GEOQP-1	141	Cendejas Cruz Eduardo	GET-57 CARTEL	181
Canet Miquel Carles	SE15-6	372	Ceniceros Bombela Nora	GEOQP-20 CARTEL	149
Cano Corona Ignacio	SED-7	217	Centeno García Elena	GET-23	164
Cano Cruz Marisol	SE08-14 CARTEL	322	Centeno García Elena	SED-20 CARTEL	223
Cantú Ayala Cesar	SS3-17	398	Centeno García Elena	SED-23 CARTEL	225
Canuti Paolo	GGA-20	190	Centeno García Elena	S3-17	262
Capra Lucia	VUL-5	237	Centeno García Elena	SE01-10	290
Capra Lucia	VUL-6	237	Centeno García Elena	SE07-6	314
Capra Lucia	SE08-2	317	Cerca Martínez Mariano	GET-17	162
Carbajal Pérez José Noel	OCE-6	205	Cerca Martínez Mariano	GET-24	165
Cárdenas González Lucio	SS3-1	393	Cerca Martínez Mariano	GET-53 CARTEL	179
Cárdenas Soto Martín	EG-14	117	Cerca Martínez Mariano	SE04-1	306
Cárdenas Soto Martín	SIS-17	232	Cerca Martínez Mariano	SE04-10	309
Cárdenas Soto Martín	S4-41 CARTEL	283	Cerca Martínez Mariano	SE13-10	352
Cárdenas Soto Martín	SE09-4	326	Cervantes Corona Jorge Alfredo	GET-38 CARTEL	171
Cardona Molina Agustín	SE02-3	296	Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth	GEOQP-9	145
Cardona Molina Agustín	SE02-4	296	Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth	SE12-4 CARTEL	343
Cardona Molina Agustín	SE02-11 CARTEL	300	Chapa Guerrero José Rosbel	GGA-6	185
Cardoso Landa Guillermo	OCE-21	210	Chapa Guerrero José Rosbel	S4-36 CARTEL	281
Cardoso Landa Guillermo	SS2-17 CARTEL	390	Charles Langmuir	SE11-4	336
Carlos Valerio Victor	SE09-10 CARTEL	328	Chau Jorge	S3-18	262
Carmichael Ian S.	SE11-1	335	Chavacán Ávila Marcos	SIS-20	233
Carranza Castañeda Oscar	S2-7	253	Chavacán Ávila Marcos	SE09-3	325
Carranza Sánchez Jorge	SS3-22	400	Chavacán Ávila Marcos	SE09-15 CARTEL	330
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-10	239	Chavacán Ávila Marcos	SE15-5	372
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-20 CARTEL	242	Chavarria Espinosa Mario Rubén	SS4-7	410
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-5	318	Chávez Aguirre José María	S4-5	268
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-7	319	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-3	135
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-10 CARTEL	320	Chávez Cabello Gabriel	GEOPAL-2	135
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-9 CARTEL	320	Chávez Cabello Gabriel	GEOQP-14	147
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-11 CARTEL	321	Chávez Cabello Gabriel	GET-38 CARTEL	171
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-12 CARTEL	321	Chávez Cabello Gabriel	GET-39 CARTEL	172
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-13 CARTEL	322	Chávez Cabello Gabriel	GET-51 CARTEL	178
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-14 CARTEL	322	Chávez Cabello Gabriel	SE04-1	306
Carrasco Núñez Gerardo	SE08-17 CARTEL	323	Chávez Cabello Gabriel	SE04-6	308
Carrasco Núñez Gerardo	SE11-10 CARTEL	339	Chávez Cabello Gabriel	SE04-7	308
Carrasco Velázquez Baldomero E.	VUL-26 CARTEL	244	Chávez Cabello Gabriel	SE04-11 CARTEL	310
Carraz Hernández Orlando	SS2-10	387	Chávez Cabello Gabriel	SE04-12 CARTEL	310
Carreón Freyre Dora Celia	SE09-7	327	Chávez Cabello Gabriel	SE04-13 CARTEL	311
Carreón Freyre Dora Celia	SE13-10	352	Chávez Cabello Gabriel	SE08-9 CARTEL	320
Carrillo Chávez Alejandro	GEOH-3	124	Chávez Cabello Gabriel	SE08-11 CARTEL	321
Carrillo Chávez Alejandro	GP-9	196	Chávez Cabello Gabriel	SE08-13 CARTEL	322
Carrillo Chávez Alejandro	GP-11 CARTEL	197	Chávez García Francisco	SIS-17	232
Carrillo Chávez Alejandro	GP-13 CARTEL	198	Chávez García Francisco	SIS-25 CARTEL	234
Carrillo Chávez Alejandro	GP-14 CARTEL	198	Chávez García Francisco	SE09-4	326
Carrillo Montiel I.Y.	GP-1	194	Chávez García Hugo Luis	GEOQP-22 CARTEL	150
Carrillo Vargas Armando	SE10-6	332	Chávez González Octavio	S4-25 CARTEL	277
Carrillo Vargas Armando	SE10-7	332	Chávez Rodríguez Adolfo	GEOPAL-3	135
Carrillo Vargas Armando	SE10-8	332	Chávez Segura René Efraín	S3-24	264
Carrillo Vargas Armando	SE10-5	332	Chávez Segura René Efraín	SE09-6	327
Carvalho Ronaldo Marins de	S3-16	261	Chávez Valencia Luis Elías	GEOQP-22 CARTEL	150
Carvalho Ronaldo Marins de	S3-23	264	Cheilletz Alain	SE01-17 CARTEL	293
Casagli Nicola	GGA-20	190	Chi Peter	SE10-1	331
Casas González Silvia Lucero	SS2-2	384	Choumiline Evgueni	GEOQP-6	143
Casas González Silvia Lucero	SS3-17	398	Choumiline Evgueni	SS3-32 CARTEL	404
Casas González Silvia Lucero	SS3-11	396	Choumiline Evgueni	SS3-33 CARTEL	405

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Chuc Velasco Bertha Iris	S4-21 CARTEL	275	Cruz Gámez Esther M.	SE03-6	303
Cienfuegos Alvarado Edith	SE01-10	290	Cruz López María Isabel	SS2-3	384
Cienfuegos Alvarado Edith	SE13-13	353	Cruz Medina Roberto	GEOH-8	126
Cifuentes Nava Gerardo	EG-20 CARTEL	119	Cruz Medina Rodybeth	GEOH-4	125
Cifuentes Nava Gerardo	EG-21 CARTEL	119	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-20 CARTEL	274
Cifuentes Nava Gerardo	S3-2	258	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-21 CARTEL	275
Cifuentes Nava Gerardo	S3-6	259	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-22 CARTEL	275
Cifuentes Nava Gerardo	S3-13	260	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-23 CARTEL	276
Cifuentes Nava Gerardo	S3-14	261	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-24 CARTEL	276
Cifuentes Nava Gerardo	S3-15	261	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-25 CARTEL	277
Cifuentes Nava Gerardo	S3-24	264	Cruz Ocampo Juan Carlos	S4-26 CARTEL	277
Clayton Robert W.	SE14-1	365	Cruz Ronquillo Olivia	GEOQP-20 CARTEL	149
Coba Carlos	SIS-7	228	Cruz Solís Heriberto	SS1-7	381
Cochemé Jean Jacques	GEOQP-24 CARTEL	151	Cruz Vega Carlos Ramón	GGA-11	187
Coconi Morales Enrique	GP-6	195	Cruzabeyro J.L.	SE10-1	331
Concha Dimas Aline	VUL-11	239	Cuapio Pérez Cesar Augusto	MIN-4	201
Concha Dimas Aline	VUL-22 CARTEL	243	Cuapio Pérez Cesar Augusto	S4-22 CARTEL	275
Concha Dimas Aline	S4-10	270	Cuenca Sánchez Julio	SIS-10	229
Concha Dimas Aline	SE09-11 CARTEL	329	Cuesta Castillo Lara Bárbara	SE13-4	350
Conde Cecilia	CCA-11	109	Cuesta Castillo Lara Bárbara	SE13-3	349
Conserva Mariaelena	SE13-24	358	Cuevas Flores Eduardo	SS2-11	387
Conte Gennaro	GEOPAL-4	136	Cuevas J.	GEOPAL-1	135
Conte Gennaro	GEOPAL-10	138	Cuevas Jiménez Alfonso	SS4-4	409
Conte Gennaro	GEOPAL-11	138	Cuna Pérez Estela	SE13-27	359
Conte Gennaro	GEOPAL-14	139	Cuna Pérez Estela	SE13-18	355
Conticelli Sandro	SE11-5	337	D'Agostino Gennaro	SS2-15 CARTEL	389
Contreras Hernández Ana Delia	CCA-9	108	Dávalos Álvarez Oscar Gabriel	GET-21	164
Contreras Hernández Ana Delia	CCA-18	111	Dávalos Álvarez Oscar Gabriel	GET-26	166
Contreras López Enrique	SE15-12	374	Davies Sarah	SE13-21	357
Contreras Macbeath Topiltzin	SS1-3	379	Dávila Alcocer Víctor Manuel	GEOQP-7	144
Contreras Pérez Juan	SE13-8	351	Dávila Pablo	SE08-5	318
Contreras Pérez Juan	SE14-13 CARTEL	369	De Basabe Delgado Jonás	GEOQP-26 CARTEL	152
Contreras Rosales Astrid	SE13-6	350	De la Cruz Reyna Servando	VUL-4	236
Contreras Servín Carlos	SS2-5	385	De la Cruz Reyna Servando	VUL-16 CARTEL	241
Contreras Servín Carlos	SS7-3	416	De la Cruz Vargas Julio Cesar	S1-3	247
Cook Gordon	SE13-21	357	De La Lanza Espino Guadalupe	SS3-7	395
Cordani Umberto	SE02-3	296	De la Llata Romero Rolando	EG-14	117
Cordani Umberto	SE02-4	296	De la O Villanueva Margarita	GGA-13	188
Cordani Umberto	SE02-7	298	De La Pena Márquez Alejandro	GGA-27 CARTEL	192
Cordero Tercero Ma. Guadalupe	CCA-19 CARTEL	111	De León Gómez Héctor	GEOH-14	129
Cordero Tercero Ma. Guadalupe	SE12-8 CARTEL	345	De León Gómez Héctor	GGA-11	187
Córdova Athanasiasdi Milagros	SS3-14	396	De León Gómez Héctor	S4-36 CARTEL	281
Córdova Jiménez Ma. Adriana	SS1-8	381	Del Águila Juárez Pedro	GEOQP-3	142
Cornejo López Víctor Manuel	CCA-4	107	Del Arenal Capetillo Rodolfo	S2-1	250
Corona Esquivel Rodolfo	SED-11	219	Del Río Salas Rafael	SE01-4	287
Corona Esquivel Rodolfo	SE01-9	290	Delgado García Gilberto	SE04-11 CARTEL	310
Corona Esquivel Rodolfo	SE01-18 CARTEL	294	Delgado Granados Hugo	VUL-24 CARTEL	244
Correa Mora Francisco	EG-20 CARTEL	119	Delgado Granados Hugo	SE08-4	318
Correa Mora Francisco	SE09-6	327	Delgado Granados Hugo	SE09-13 CARTEL	329
Correa Mora Francisco	SE09-13 CARTEL	329	Delgado Granados Hugo	SS3-1	393
Correa Olan Juan Carlos	MIN-2	200	Delgado Granados Hugo	SS3-2	393
Correa Olan Juan Carlos	S4-21 CARTEL	275	Delgado Granados Hugo	GGA-2	183
Cortés Cortés Abel	VUL-8	238	Delgado Rodríguez Omar	GGA-3	183
Cortés Cortés Abel	VUL-25 CARTEL	244	Delmonaco Giuseppe	SS2-15 CARTEL	389
Cortés Cortés Abel	SE08-2	317	Deloule Etienne	SE01-17 CARTEL	293
Cortés Cortés Abel	SE08-18 CARTEL	324	Demant Alain	GEOQP-15	147
Cortés Fernández Ernesto	SS4-6	409	Demant Alain	SE03-5	303
Cortés Fernández Ernesto	SS4-8 CARTEL	410	Demant Alain	SE08-16 CARTEL	323
Cortés Martínez Mara	PALEO-6 CARTEL	213	DeMets Charles	SIS-2	227
Cortés Martínez Mara	SED-14	220	Dena Oscar	EG-11	116
Cortés Martínez Mara	S4-11	271	Dena Oscar	GGA-26 CARTEL	192
Cortez Losoya Rosa Elia	GGA-6	185	Dena Oscar	GGA-27 CARTEL	192
Corti Giacomo	SE04-10	309	Di Muro Andrea	SE08-7	319
Cortina Guerra Aleix	SE13-8	351	Díaz Bravo Beatriz Adriana	S4-23 CARTEL	276
Cossío Torres Tomás	S4-36 CARTEL	281	Díaz Castellón Rodolfo	VUL-10	239
Cossío Torres Tomás	SE04-6	308	Díaz Castellón Rodolfo	VUL-20 CARTEL	242
Cossío Torres Tomás	SE04-7	308	Díaz de Cossío Guillermo	SIS-26 CARTEL	235
Cossío Torres Tomás	SE04-11 CARTEL	310	Díaz Fernández Alejandro	GEOH-16	130
Cossío Torres Tomás	SE04-13 CARTEL	311	Díaz Fernández Alejandro	GEOH-17	130
Costa Tony	SE03-5	303	Díaz Fernández Alejandro	SIS-26 CARTEL	235
Cotten Joseph	S2-14 CARTEL	256	Díaz Molina Oscar	EG-20 CARTEL	119
Covarrubias Legaspi Hugo Orlando	SS3-6	394	Díaz Molina Oscar	EG-21 CARTEL	119
Crépieux Norbert	SE16-4 CARTEL	377	Díaz Molina Oscar	SE09-6	327
Cruz Castillo Manuel	GP-3	194	Díaz Naveas Juan	EG-13	116
Cruz Castillo Manuel	GP-15 CARTEL	199	Díaz Sandoval Rosa	CCA-19 CARTEL	111
Cruz Falcón Arturo	GGA-14	188	Díaz Sandoval Rosa	SE10-11 CARTEL	333
Cruz Gaistardo Carlos	SS3-28 CARTEL	402	Diego Ortiz Gonzalo	SE13-7	351
Cruz Gámez Esther M.	SE01-16 CARTEL	293	Dixon Timothy	SE09-5	326
Cruz Gámez Esther M.	SE03-5	303	Dolores Inez Yolanda	S4-25 CARTEL	277

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Dominguez Reyes Tonatiuh	VUL-8	238	Ferrer Toledo Hugo	SIS-17	232
Dominguez Reyes Tonatiuh	VUL-15 CARTEL	240	Ferrusquia Villafranca Ismael	SED-12	220
Dominguez Reyes Tonatiuh	SE08-18 CARTEL	324	Figueroa Elenes Rafael	SS1-5	380
Dorado Ramirez Oscar	SS1-10	382	Figueroa Montaño Arturo	CCA-7	108
Dórame Navarro Miguel	GEOQP-12	146	Figueroa Montaño Arturo	CCA-15	110
Dórame Navarro Miguel	GET-4	156	Figueroa Salguero Germán	GEOQP-27 CARTEL	152
Dórame Navarro Miguel	SE07-1	312	Filgueras Flores Martín	SE07-7	314
Dorantes Huerta Daniel	EG-2	113	Filonov Anatoliy	OCE-12	207
Dorcasberro Ronald Ives	EG-10	115	Filonov Anatoliy	OCE-23 CARTEL	210
Doser Diane	GGA-26 CARTEL	192	Filonov Anatoliy	CCA-1	106
Dostal Jaroslav	S1-1	246	Filonov Anatoliy	CCA-4	107
Dostal Jaroslav	S1-6	248	Filonov Anatoliy	CCA-7	108
Dowe David S.	S1-7	249	Filonov Anatoliy	CCA-15	110
Dramis Franco	SS2-15 CARTEL	389	Filonov Anatoliy	OCE-13	207
Drever James I.	GGA-7	185	Filonov Anatoliy	OCE-19	209
Drews Manuela	GP-12 CARTEL	198	Filonzi Sara	GET-48 CARTEL	176
Ducoing Chaho Edmundo	SS3-34 CARTEL	405	Fitz Bravo Cesar	GEOH-24 CARTEL	133
Durand Manterola Héctor Javier	FE-1	121	Fitz Diaz Elisa	GET-35	170
Durand Manterola Héctor Javier	FE-2	121	Fitz Diaz Elisa	GET-51 CARTEL	178
Durand Manterola Héctor Javier	FE-3	121	Fitz Diaz Elisa	GET-52 CARTEL	178
Durand Manterola Héctor Javier	FE-7	122	Fitz Diaz Elisa	SE04-7	308
Durand Manterola Héctor Javier	FE-10	123	Fitz Diaz Elisa	SE04-9	309
Dyment J.	SE14-3	365	Fletcher John M.	SE14-5	366
Eastoe Christopher	SE01-2	286	Fletcher John M.	SE14-14 CARTEL	370
Eguiluz de Antuñano Samuel	SED-5	216	Fletcher John M.	SE14-2	365
Eguiluz de Antuñano Samuel	S4-34 CARTEL	280	Flores Castro Kinardo	GEOQP-25 CARTEL	152
Eguiluz de Antuñano Samuel	S4-36 CARTEL	281	Flores Castro Kinardo	SE11-13 CARTEL	340
Eguiluz de Antuñano Samuel	SE01-13	292	Flores Cedillo Yolanda	FE-10	123
Eguiluz de Antuñano Samuel	SE04-5	307	Flores de Dios González Luis Antonio	SED-19 CARTEL	223
Eisenhauer Anton	GP-12 CARTEL	198	Flores Domínguez Arturo	S4-22 CARTEL	275
Elders Wilfred	SE14-6	366	Flores Estrella Hortencia	S4-13	272
Elias Herrera Mariano	GET-20	163	Flores Estrella Hortencia	SE09-14 CARTEL	330
Elias Herrera Mariano	S1-4	247	Flores Garnica José Germán	SS5-6	413
Elias Herrera Mariano	S1-5	248	Flores Garnica José Germán	SS5-5	413
Engebretson M.J.	SE10-1	331	Flores Gutiérrez Daniel	GEOQP-9	145
Errasti Orozco Ulises	VUL-16 CARTEL	241	Flores Gutiérrez Daniel	MIN-1	200
Escobar Briones Elva	GP-12 CARTEL	198	Flores Gutiérrez Daniel	SE12-14 CARTEL	348
Escobar Rudiger	SE08-8	319	Flores Jorge	S3-18	262
Escobar Sánchez Juana Elia	GEOQP-5	143	Flores Luis	S3-7	259
Escolero Fuentes Oscar	GEOH-1	124	Flores R. Yahilyire	CCA-12	109
Escolero Fuentes Oscar	GEOH-15	129	Flores Rosalba	SS3-14	396
Escolero Fuentes Oscar	GEOH-22 CARTEL	133	Flores Ruiz Jesús	EG-4	114
Esparza Hernández Francisco	EG-5	114	Flores Vásquez Isidro	SE01-4	287
Esparza Oscar	EG-19 CARTEL	119	Flotté Nicolas	SE16-4 CARTEL	377
Esparza Oscar	GGA-26 CARTEL	192	Flotté Nicolas	SE16-2 CARTEL	377
Espíndola Juan Manuel	VUL-9	239	Flotté Nicolas	SE16-3 CARTEL	377
Espinosa Arrubarrena Luis	S4-38 CARTEL	282	Flotté Nicolás	SE16-1 CARTEL	377
Espinosa Cardeña Juan Manuel	SE14-6	366	Forero Lloreda Eduardo	MIN-7	202
Espinoza Maldonado Inocente	SE01-12	291	Foulger Gillian R.	GET-28	167
Espinoza Mendoza Marcos Eduardo	SS2-21 CARTEL	391	Fragoso Rosales Mayra	S4-25 CARTEL	277
Espinoza Mendoza Marcos Eduardo	SS2-7	386	Francalanci Lorella	SE11-5	337
Esquivel Olmos Amaya Jimena	S4-21 CARTEL	275	Franco Navarrete Sonia	SED-17 CARTEL	222
Estrada David	SE01-7	289	Franco Plata Roberto	SS7-6	418
Estrada Galicia Jorge	EG-2	113	Franco Plata Roberto	SS7-5	417
Estrada Godoy Francisco	GET-15	161	Frausto Martines Oscar	GEOH-25 CARTEL	134
Estrada Juan Jose	SE02-2	295	Fuentes Fariás Alma L.	GEOPAL-16 CARTEL	139
Estrada Moreno Erik	PALEO-6 CARTEL	213	Fuentes Mariles Oscar Arturo	OCE-21	210
Estrada Moreno Erik	SED-14	220	Fuentes Mariles Oscar Arturo	SS2-17 CARTEL	390
Euán Ávila Jorge Iván	SS4-4	409	Gaitán Morán Javier	GGA-21 CARTEL	190
Falconi Luca	SS2-15 CARTEL	389	Galguera Gerardo	SS2-20 CARTEL	391
Farfán Sánchez Francisco	SIS-11	230	Galicia Pérez Marco Antonio	OCE-10	206
Farfán Sánchez Francisco	SIS-26 CARTEL	235	Galicia Pérez Marco Antonio	OCE-11	207
Farraz Montes Isaac Abimelec	S4-15 CARTEL	272	Galindo Marta	SIS-7	228
Farraz Montes Isaac Abimelec	SE09-13 CARTEL	329	Galindo Mendoza María Guadalupe	SS1-13 CARTEL	383
Febles Elejalde Damina	SS2-10	387	Galindo Mendoza María Guadalupe	SS2-5	385
Fedick Scott	SE13-15	354	Galindo Mendoza María Guadalupe	SS5-3	412
Fehn Udo	GEOQP-11	145	Galindo Mendoza María Guadalupe	SS7-3	416
Fernández Herrera Abisai	S4-24 CARTEL	276	Gallegos García Artemio	CCA-3	106
Ferrari Luca	GET-1	155	Gallegos García Artemio	OCE-8	206
Ferrari Luca	GET-24	165	Gallegos García Artemio	OCE-14	207
Ferrari Luca	GET-53 CARTEL	179	Gallo Padilla Ismael	GP-3	194
Ferrari Luca	SE04-1	306	Gallo Padilla Ismael	GP-15 CARTEL	199
Ferrari Luca	SE04-10	309	Galván García Adriana Haydee	SE09-11 CARTEL	329
Ferrari Luca	SE11-3	336	Galván García Adriana Haydee	SE09-12 CARTEL	329
Ferrari Luca	SE11-6	337	Galván Ramírez Iván Noé	SIS-16	231
Ferrari Luca	SE11-5	337	Gálvez Valdés Oscar	SIS-26 CARTEL	235
Ferrari Luca	SS4-10 CARTEL	411	Gálvez Valdez Oscar	SIS-11	230
Ferreira Valdez	SED-6	217	Gama Castro Jorge Enrique	SE13-12	352
Ferreira Valdez	SE02-2	295	Gama Castro Jorge Enrique	SE13-15	354

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Gama Castro Jorge Enrique	SE13-11	352	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-5	136
García Abdeslem Juan	EG-8	115	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-7	137
García Acosta Virginia	CCA-19 CARTEL	111	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-8	137
García Barrera Pedro	PALEO-3	212	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-9	137
García Campos Rodrigo Ricardo	SS3-35 CARTEL	405	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-10	138
García Díaz José Luis	GET-41 CARTEL	173	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-11	138
García Díaz José Luis	GET-43 CARTEL	174	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-12	138
García Díaz José Luis	S2-11	255	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-13	139
García García Fernando	CCA-16	110	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-14	139
García García Fernando	CCA-17	111	Goldstein Steven	SE11-2	335
García García Miguel Ángel	GEOQP-26 CARTEL	152	Goldstein Steven	SE11-11 CARTEL	339
García Gutiérrez Alfonso	SE15-4	372	Gómez Caballero Arturo	MIN-6	201
García Hernández Jesús	GET-33	169	Gómez Caballero Arturo	PALEO-2	211
García Hernández Jesús	GET-47 CARTEL	176	Gómez Caballero Arturo	SE12-11 CARTEL	346
García Jiménez Daniel	SIS-15	231	Gómez Cabrera José Ángel	S4-32 CARTEL	279
García López Ramón V.	GGA-16	189	Gómez Díaz Jesús David	SS3-20	399
García López Ramón V.	OCE-1	204	Gómez Domínguez Sandra Guadalupe	SS5-4	413
García López Ramón V.	SS5-1	412	Gómez Garzón Alfredo	SS1-2	379
García Manuel Pablo	SE15-12	374	Gómez González Juan Martín	SIS-4	227
García Martínez José Luis	FE-12 CARTEL	123	Gómez López David	VUL-11	239
García Morales Cristina	SS3-30 CARTEL	403	Gómez Mancha Katya D.	SS1-8	381
García Palomo Armando	GET-55 CARTEL	180	Gómez Rodríguez Gabriela	SS3-7	395
García Palomo Armando	VUL-9	239	Gómez Treviño Enrique	EG-5	114
García Palomo Armando	VUL-12	240	Gómez Tuena Arturo	SE03-2	301
García Palomo Armando	SE08-8	319	Gómez Tuena Arturo	SE03-3	302
García Palomo Armando	SE09-10 CARTEL	328	Gómez Tuena Arturo	SE11-10 CARTEL	339
García Palomo Armando	SE09-11 CARTEL	329	Gómez Tuena Arturo	SE11-2	335
García Palomo Armando	SE09-12 CARTEL	329	Gómez Tuena Arturo	SE11-11 CARTEL	339
García Perea Filiberto	PALEO-7 CARTEL	213	González Becerra Daniel Allen	SE04-12 CARTEL	310
García Puertos Rafael	SIS-24 CARTEL	234	González Becerra Paula Cecilia	SE08-11 CARTEL	321
García Villegas Felipe	GEOH-18	131	González Becerril Lidia Alejandra	SS7-4	417
García Villegas Felipe	GET-16	161	González Caraballo Ramón	EG-16	118
García Zepeda María Luisa	PALEO-4	212	González Caraballo Ramón	S4-7	269
Gardner James	SE08-8	319	González Caraballo Ramón	S4-29 CARTEL	278
Garduño Hernández Luisa Noemí	SIS-1	227	González Cervantes Norma	GET-24	165
Garduño Monroy Victor Hugo	GET-48 CARTEL	176	González Cervantes Norma	GET-53 CARTEL	179
Garduño Monroy Victor Hugo	GET-49 CARTEL	177	González Escobar Rodrigo	SE13-28	359
Garduño Monroy Victor Hugo	GGA-24 CARTEL	191	González Esparza Américo	SE10-10	333
Garduño Monroy Victor Hugo	PALEO-4	212	González Esparza Américo	SE10-7	332
Garduño Monroy Victor Hugo	SIS-19	232	González Esparza Américo	SE10-8	332
Garduño Monroy Victor Hugo	SS2-14 CARTEL	388	González Esparza Américo	SE10-6	332
Garduño Monroy Victor Hugo	GEOH-7	126	González Esparza Américo	SE10-4	331
Garduño Monroy Victor Hugo	GEOQP-8	144	González Fernández Antonio	EG-13	116
Garduño Monroy Victor Hugo	GET-12	160	González Fernández Antonio	SE14-14 CARTEL	370
Garduño Monroy Victor Hugo	GGA-20	190	González Fernández Antonio	SE14-2	365
Garduño Monroy Victor Hugo	SS2-16 CARTEL	389	González Fernández Antonio	SE14-5	366
Garrido Uribe José Luis	GEOH-18	131	González G. Guadalupe	EG-14	117
Garrido Uribe José Luis	GET-16	161	González González Arturo H.	SED-3	216
Garrido Uribe José Luis	SE09-8	327	González González Rodrigo	SIS-3	227
Garza González Vélez Carlos	SE01-5	288	González Hernández Antonio	SS3-20	399
Gasquet Dominique	SE01-17 CARTEL	293	González Hernández Galia	GEOQP-23 CARTEL	151
Gaulier Jean Michel	SE16-4 CARTEL	377	González Huesca Alberto E.	VUL-24 CARTEL	244
Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VUL-5	237	González Iregui Humberto	SE02-7	298
Gavilanes Ruiz Juan Carlos	SE08-1	317	González León Carlos M.	GET-2	155
Gavilanes Ruiz Juan Carlos	SE08-2	317	González León Carlos M.	SE04-3	306
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-10	206	González León Carlos M.	SE07-2	312
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-9	206	González Mercado Esmeralda	VUL-11	239
Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-11	207	González Metauten Ismael	S3-10	260
Gay García Carlos	CCA-11	109	González Naranjo Gildardo Alonso	GET-39 CARTEL	172
Gaytan García Jesús	GEOH-23 CARTEL	133	González Naranjo Gildardo Alonso	SE04-7	308
Gehrels George	S1-2	246	González Partida Eduardo	GP-9	196
Gehrels George	S1-3	247	González Partida Eduardo	GP-11 CARTEL	197
Gehrels George	SE01-1	286	González Partida Eduardo	GP-13 CARTEL	198
Gehrels George	SE01-2	286	González Partida Eduardo	GP-14 CARTEL	198
Gehrels George	SE02-1	295	González Partida Eduardo	SE01-5	288
Gehrels George	SE07-2	312	González Partida Eduardo	SE01-6	288
Gershunov Alexander	CCA-5	107	González Partida Eduardo	SE01-7	289
Giese Steffen	GEOH-25 CARTEL	134	González Partida Eduardo	SE01-8	289
Gijón Yescas Neftalí	GEOH-6	126	González Partida Eduardo	SE01-14	292
Gilg H. Albert	GEOQP-1	141	González Partida Eduardo	SE01-15	292
Girón García Patricia	MIN-3	200	González Partida Eduardo	SE01-17 CARTEL	293
Girón García Patricia	MIN-9 CARTEL	203	González Partida Eduardo	SE01-18 CARTEL	294
Gleadow Andrew	GET-6	157	González Partida Eduardo	SE15-13 CARTEL	375
Glowacka Nita Ewa	GEOH-16	130	González Partida Eduardo	SE15-16 CARTEL	376
Glowacka Nita Ewa	SIS-26 CARTEL	235	González Posadas Fernando	GP-9	196
Glowacka Nita Ewa	SE14-13 CARTEL	369	González Posadas Fernando	GP-11 CARTEL	197
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-1	135	González Posadas Fernando	GP-13 CARTEL	198
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-3	135	González Sánchez Francisco	SE01-15	292
Gogichaishvili Avto	GEOPAL-4	136	González Sánchez Francisco	SE15-13 CARTEL	375

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
González Torres Enrique A.	VUL-19 CARTEL	242	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-28 CARTEL	153
González Torres Enrique A.	S4-3	267	Hernández Treviño Teodoro	GET-54 CARTEL	179
González Torres Enrique A.	S4-10	270	Hernández Treviño Teodoro	SE11-12 CARTEL	340
González Zúñiga José Guadalupe	EG-18	118	Hernández Walls Rafael	OCE-17	209
Goodell Philip	GGA-27 CARTEL	192	Hernández Zetina Sandra Lucía	SS7-4	417
Gopalswamy Nat	FE-11 CARTEL	123	Hernández Zúñiga Roberto	SE15-2	371
Gopalswamy Nat	SE10-3	331	Herrera Canto Miguel A.	SS4-7	410
Gradilla Martínez Luis Carlos	GEOQP-26 CARTEL	152	Herrera Castañeda Sergio Raúl	VUL-10	239
Grajales Nishimura José Manuel	GET-33	169	Herrera Castañeda Sergio Raúl	SE09-13 CARTEL	329
Grajales Nishimura José Manuel	GET-47 CARTEL	176	Herrera Urbina Saúl	GEOQP-24 CARTEL	151
Granados Martínez Mónica	SED-17 CARTEL	222	Hickman Carole	SED-24 CARTEL	225
Granados Ramírez Rebeca	SS3-12	396	Hiller Ralf	SE02-6	297
Gratton Martín	GEOPAL-10	138	Hirales Rochin Joel	GET-37 CARTEL	171
Grijalva Noriega Francisco	SED-7	217	Hirales Rochin Joel	MIN-10 CARTEL	203
Grijalva Noriega Francisco	S4-37 CARTEL	281	Hiscott Richard N.	SE07-9	315
Grijalva Noriega Francisco	SE13-35	362	Holbrook W. Steven	SE14-14 CARTEL	370
Grimalsky Volodymyr	FE-9	122	Holbrook W. Steven	SE14-7	367
Grimalsky Volodymyr	S3-25	264	Holbrook W. Steven	SE14-2	365
Guameros Aviles Lizbeth	SS3-25	401	Holbrook W. Steven	SE14-5	366
Guel Díaz de León Arturo	S4-36 CARTEL	281	Honey Roses Jordi	SS3-23	400
Guerrero Suastegui Martín	SE07-9	315	Housh Todd B.	GEOQP-14	147
Guerrero Suastegui Martín	SED-8	218	Hrvoic Iván	S3-1	258
Guerrero Suastegui Martín	SE07-5	313	Hubbard Bernard	VUL-20 CARTEL	242
Guerrero Suastegui Martín	SE07-7	314	Huerta Illescas Juan Antonio	SS1-11	382
Guevara Espinoza Vladimir	S4-21 CARTEL	275	Huezo Casillas José de Jesús	S4-43 CARTEL	283
Guevara Zúñiga Armando	SS4-3	408	Huggel Christian	SS3-1	393
Gutiérrez Anguamea Grisel Alejandra	SE13-34	362	Huggel Christian	SS3-2	393
Gutiérrez Anguamea Grisel Alejandra	SS2-9	386	Hughes Simón	VUL-9	239
Gutiérrez González Arturo	GEOPAL-12	138	Hurtado Díaz Alejandro	EG-21 CARTEL	119
Gutiérrez Martínez Elsa Cristina	GEOH-22 CARTEL	133	Husson Laurent	SE16-1 CARTEL	377
Gutiérrez Palomares Isaac	SE08-15 CARTEL	322	Husson Laurent	SE16-4 CARTEL	377
Gutiérrez Santos Luis Armando	SS3-35 CARTEL	405	Husson Laurent	SE16-2 CARTEL	377
Guzmán Speziale Marco	SE03-8	304	Husson Laurent	SE16-3 CARTEL	377
Han Xiquiu	GP-12 CARTEL	198	Ibarra Emilio	SE13-11	352
Harding Alistair J.	SE14-5	366	Ibarra Martínez Sergio Eduardo	GGA-6	185
Harding Alistair J.	SE14-14 CARTEL	370	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-7	228
Harding Alistair J.	SE14-2	365	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-15	231
Hecht Lutz	SE02-6	297	Iglesias Mendoza Arturo	SE09-1	325
Heeschen Katja	GP-12 CARTEL	198	Iglesias Rodríguez Eduardo	SE15-9	373
Henry Bernard	GEOPAL-9	137	Ilima Ronald	S3-7	259
Henry Bernard	GEOPAL-13	139	Ilima Ronald	S3-18	262
Henry Pierre	SE16-4 CARTEL	377	Incoronato Alberto	GEOPAL-14	139
Herguera Juan Carlos	SE13-8	351	Ingram Lynn	SE13-24	358
Herguera Juan Carlos	SE13-2	349	Irazaba Ávila Óscar	MIN-6	201
Hernández Álvarez Elizabeth	GEOQP-23 CARTEL	151	Iriondo Alexander	GEOQP-12	146
Hernández Barosio Antonio	SE12-3 CARTEL	343	Iriondo Alexander	GET-4	156
Hernández Bernal María del Sol	GEOQP-28 CARTEL	153	Iriondo Alexander	GET-20	163
Hernández Bernal María del Sol	GET-54 CARTEL	179	Iriondo Alexander	GET-42 CARTEL	173
Hernández Bernal María del Sol	SE12-1 CARTEL	342	Iriondo Alexander	GET-43 CARTEL	174
Hernández Flores Edilberto Román	SED-5	216	Iriondo Alexander	S1-4	247
Hernández Hernández Cristina	VUL-7	238	Iriondo Alexander	SE01-5	288
Hernández Jáuregui Ricardo	GP-3	194	Iriondo Alexander	SE01-8	289
Hernández Jáuregui Ricardo	GP-15 CARTEL	199	Iriondo Alexander	SE02-5	297
Hernández Jáuregui Ricardo	SE04-8	309	Iriondo Alexander	SE04-3	306
Hernández Láscars Delfino	GGA-25 CARTEL	192	Iriondo Alexander	SE07-1	312
Hernández Madrigal Victor Manuel	SS2-16 CARTEL	389	Iriondo Alexander	SE07-2	312
Hernández Morales Pablo	GEOH-23 CARTEL	133	Israde Alcántara Isabel	SE13-20	356
Hernández Ochoa Abel	SE15-7	373	Israde Alcántara Isabel	GET-12	160
Hernández Ordoñez Rodrigo	S3-13	260	Israde Alcántara Isabel	GET-48 CARTEL	176
Hernández Ordoñez Rodrigo	S3-2	258	Israde Alcántara Isabel	GET-49 CARTEL	177
Hernández Ordoñez Rodrigo	S3-17	262	Israde Alcántara Isabel	SE13-30	360
Hernández Pineda Guillermo Armando	S4-23 CARTEL	276	Iturbe Posadas Antonio	SS7-7	418
Hernández Quintero Juan Esteban	EG-21 CARTEL	119	Iturrarán Viveros Ursula	EG-2	113
Hernández Quintero Juan Esteban	GET-8	158	Jacinto Estanes Daniel	SE01-9	290
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-2	258	Jacobo Albarrán Jorge	SE04-8	309
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-6	259	Jacquemet Nicolás	GP-8	196
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-13	260	Jacques Ayala César	SIS-12	230
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-14	261	Jacques Ayala César	SE04-2	306
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-15	261	Jaimes Viera María del Carmen	SE11-9	339
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-17	262	Jannis Makris	EG-10	115
Hernández Quintero Juan Esteban	S3-24	264	Jasso Castañeda Carolina	SE13-11	352
Hernández Ramírez Oscar	GEOH-4	125	Jáuregui Ostos Ernesto	CCA-14	110
Hernández Rivera René	PALEO-7 CARTEL	213	Jáuregui Ostos Ernesto	CCA-19 CARTEL	111
Hernández Rivero María de la Paz	S4-12	271	Jáuregui Román David	SS7-9 CARTEL	419
Hernández Rivero María de la Paz	SE13-37 CARTEL	363	Jenchen Uwe	SED-5	216
Hernández Rivero María de la Paz	SS2-4	385	Jenchen Uwe	S4-36 CARTEL	281
Hernández Rojas Javier	SE08-17 CARTEL	323	Jenchen Uwe	SE07-10	316
Hernández Silva Gilberto	GGA-12	187	Jimenez Diana	SE02-3	296
Hernández Silva Gilberto	SS3-18	398	Jiménez Domínguez Aleph	OCE-3	204

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Jiménez Herrera Lidia Beatriz	SS3-35 CARTEL	405	Leggett William J.	SE07-2	312
Jiménez Huerta Edith Rosario	SS1-7	381	Leng Melanie	SE13-21	357
Jiménez Jiménez Zenón	SE09-2	325	León Ventura R.	GP-14 CARTEL	198
Jiménez Nava Francisco Javier	SS4-9 CARTEL	411	Leoni Gabriele	SS2-15 CARTEL	389
Jiménez Romano Gerardo	VUL-4	236	Lermo Samaniego Javier Francisco	GGA-19	190
Jiménez Rosenberg Raúl	SS2-3	384	Lermo Samaniego Javier Francisco	SIS-20	233
Jimenez Velasquez Leonardo	S4-22 CARTEL	275	Lermo Samaniego Javier Francisco	SIS-21	233
Jorg Werner	GEOH-14	129	Lermo Samaniego Javier Francisco	SE09-3	325
Juárez Aguilar Luis	GP-5	195	Lermo Samaniego Javier Francisco	SE09-15 CARTEL	330
Juárez Hilarios Elidee	S4-21 CARTEL	275	Lermo Samaniego Javier Francisco	SE15-5	372
Juárez N. Apolonio	CCA-12	109	Lesser Illades Juan Manuel	GGA-1	183
Juárez Sánchez Faustino	GGA-9	186	Levresse Gilles	GP-9	196
Juliani Caetano	SE02-11 CARTEL	300	Levresse Gilles	GP-11 CARTEL	197
Julio Miranda Patricia	SS3-1	393	Levresse Gilles	GP-13 CARTEL	198
Julio Miranda Patricia	SS3-2	393	Levresse Gilles	GP-14 CARTEL	198
Kaab Andreas	SS3-2	393	Levresse Gilles	SE01-5	288
Kammer Andreas	SE02-10	299	Levresse Gilles	SE01-6	288
Karam Quiñonez Carlos	SS1-5	380	Levresse Gilles	SE01-7	289
Kasper Zubillaga Juan José	SED-16	221	Levresse Gilles	SE01-14	292
Kelly Liza	OCE-12	207	Levresse Gilles	SE01-15	292
Kenney J.F.	GP-10 CARTEL	197	Levresse Gilles	SE01-17 CARTEL	293
Kent Graham M.	SE14-5	366	Levresse Gilles	SE01-18 CARTEL	294
Kent Graham M.	SE14-14 CARTEL	370	Levresse Gilles	SE15-13 CARTEL	375
Kent Graham M.	SE14-2	365	Ley García Judith	SS5-9 CARTEL	414
Keppie Duncan J.	GET-17	162	Leyva Sánchez Elia	EG-9	115
Keppie Duncan J.	S1-1	246	Leyva Suárez Esther	VUL-18 CARTEL	241
Keppie Duncan J.	S1-7	249	Liceaga Correa María de los Ángeles	SS2-11	387
Keppie Duncan J.	SE03-9	304	Lima Elisabeth da Cunha	S3-22	263
Kienel Ulrike	SE13-31	361	Limon González Mario	S4-36 CARTEL	281
Kienel Ulrike	SE13-33	362	Linares López Carlos	GEOQP-10	145
Kohn Barry	GET-6	157	Linares López Carlos	SE01-9	290
Konyaev Konstantin	OCE-19	209	Linares López Carlos	SE08-4	318
Koshevaya Svetlana	FE-9	122	Lira Beltrán Marcela	GGA-28 CARTEL	192
Koshevaya Svetlana	S3-25	264	Lizarraga Arciniaga Román	OCE-22	210
Kosterov Andrei	GEOPAL-11	138	Lizarralde Daniel	SE14-14 CARTEL	370
Kostoglodov V.	GET-58 CARTEL	181	Lizarralde Daniel	SE14-2	365
Kostoglodov V.	GET-59 CARTEL	181	Lizarralde Daniel	SE14-5	366
Kotsarenko Anatoly	FE-9	122	Lomnitz Aronsfrau Cinna	SE09-14 CARTEL	330
Kotsarenko Anatoly	S3-9	259	Longoria Treviño José Francisco	SS7-8	419
Kotsarenko Anatoly	S3-19	262	Longoria Treviño Pablo	SS7-8	419
Kotsarenko Anatoly	S3-25	264	Lonsdale Peter	SE14-4	366
Kotsarenko Anatoly	SE10-7	332	López Becerril Jorge	S4-20 CARTEL	274
Kotsarenko Anatoly	SE10-8	332	López Becerril Jorge	S4-21 CARTEL	275
Kouzoub Nicolai	S4-39 CARTEL	282	López Blanco Jorge	SE13-38 CARTEL	364
Kunk Michael J.	GEOQP-12	146	López Blanco Jorge	SS4-10 CARTEL	411
Kurt Schetelig	GEOH-14	129	López Camacho Edgar B.	SS1-5	380
Kurtz Stan	SE10-6	332	López Camacho Edgar B.	SS1-14 CARTEL	383
Kurtz Stan	SE10-7	332	López Cruzabeyro José	S3-9	259
Kurtz Stan	SE10-8	332	López Cruzabeyro José	S3-19	262
Labarthe Hernández Guillermo	S2-6	252	López Cruzabeyro José	S3-25	264
LaGatta Alexandra	SE11-2	335	López Doncel Rubén	GGA-5	184
Lagunas Rodrigo	SE15-15 CARTEL	376	López Doncel Rubén	SED-2	215
Landa Arreguin Jorge Federico	S4-22 CARTEL	275	López Doncel Rubén	S4-36 CARTEL	281
Langmuir Charles	SE11-10 CARTEL	339	López Forment Martha	SED-24 CARTEL	225
Langmuir Charles	SE11-2	335	López Francisco	S3-1	258
Langmuir Charles	SE11-11 CARTEL	339	López García José	SS3-23	400
Langridge Robert M.	GET-11	159	López García José	SS5-2	412
Langridge Robert M.	SIS-6	228	López Guzmán Minerva	EG-8	115
Lapierre Henriette	GET-41 CARTEL	173	López Loera Héctor	EG-15	117
Lapierre Henriette	S2-11	255	López Martínez Margarita	SE01-1	286
Lapierre Henriette	SE03-5	303	López Martínez Margarita	GEOQP-26 CARTEL	152
Lara Castrejón Jesús	GEOH-24 CARTEL	133	López Martínez Margarita	GET-24	165
Lara Cuervo José Guillermo	SE15-2	371	López Martínez Margarita	SE02-6	297
Lara Maldonado Karla Evelia	SS3-17	398	López Martínez Margarita	SE08-6	319
Lara Sánchez Alejandro	SE10-12 CARTEL	333	López Miguel Celia	SE09-11 CARTEL	329
Lara Sánchez Alejandro	SE10-3	331	López Miguel Celia	SE09-12 CARTEL	329
Lares Reyes M.L.	OCE-18	209	López Miguel Celia	VUL-12	240
Lawton Timothy F.	SE07-2	312	López Miguel Celia	SE09-10 CARTEL	328
Layer Paul	SE11-9	339	López Moreno Manuel	GGA-16	189
Lázaro Mancilla Octavio	EG-9	115	López Moreno Manuel	SS5-1	412
Le Pichon Xavier	GET-9	158	López Oliva José Guadalupe	SED-3	216
Le Pichon Xavier	SE16-2 CARTEL	377	López Portela Cynthia	SE10-9	332
Le Pichon Xavier	SE16-1 CARTEL	377	López R.E.	SE10-1	331
Le Pichon Xavier	SE16-4 CARTEL	377	López Ríos Jaime	GP-5	195
Le Pichon Xavier	SE16-3 CARTEL	377	Lora de la Fuente Carlos	S3-2	258
Lechuga Valderrabano Florencio	GET-16	161	Lora de la Fuente Carlos	S3-13	260
Lecuanda Camacho Raymundo	CCA-3	106	Lounejeva Elena	SE12-12 CARTEL	347
Lee D.H.	SE10-1	331	Lounejeva Elena	GEOQP-18 CARTEL	148
Lee J.W.K.	S1-7	249	Lounejeva Elena	GEOQP-23 CARTEL	151

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Lounejeva Elena	SE12-8 CARTEL	345	Martínez Gutiérrez Genaro	GEOH-10	127
Lounejeva Elena	SE13-13	353	Martínez Gutiérrez Genaro	GEOH-11	127
Loza Aguirre Isidro	GET-21	164	Martínez Gutiérrez Genaro	GGA-28 CARTEL	192
Loza Aguirre Isidro	GET-26	166	Martínez Gutiérrez Genaro	S4-11	271
Lozada Zumaeta Manuel	EG-3	113	Martínez Gutiérrez Genaro	SS2-6	385
Lozada Zumaeta Manuel	EG-4	114	Martínez Gutiérrez Genaro	SS5-7	414
Lozano García Socorro	SE13-28	359	Martínez Hernández Enrique	GET-23	164
Lozano García Socorro	SE13-20	356	Martínez Hernández Enrique	PALEO-3	212
Lozano García Socorro	SE13-30	360	Martínez Hernández Enrique	SED-11	219
Lozano Santa Cruz Rufino	GEOQP-1	141	Martínez Hernández Enrique	SED-23 CARTEL	225
Lozano Santa Cruz Rufino	GEOQP-9	145	Martínez Hernández Enrique	SE07-6	314
Lozano Santa Cruz Rufino	MIN-9 CARTEL	203	Martínez Ibarra Ricardo	GEOQP-4	142
Lugo de la Fuente Jorge	GEOQP-3	142	Martínez Kemp Hugo	GP-9	196
Lugo López Ramón	SS2-13 CARTEL	388	Martínez Kemp Hugo	GP-11 CARTEL	197
Lugo Zazueta Raúl	GET-6	157	Martínez Kemp Hugo	GP-13 CARTEL	198
Lugo Zazueta Raúl	SE01-3	287	Martínez Lara Yardenia	S1-5	248
Luhr James F.	GEOQP-14	147	Martínez Macías Juan Manuel	SS4-2	408
Luna Ángel	SE15-15 CARTEL	376	Martínez Molina Wilfrido	GEOQP-22 CARTEL	150
Luna Romero María Dolores	S4-22 CARTEL	275	Martínez Nájera Juan Diego	GEOH-19	131
Luna Romero María Dolores	S4-25 CARTEL	277	Martínez Noriega César	GGA-21 CARTEL	190
Luyando López Elda	CCA-14	110	Martínez Ordóñez Angélica	SE14-12 CARTEL	369
Macdonald Ian	GP-12 CARTEL	198	Martínez Reyes Juventino	SE16-1 CARTEL	377
Machain Castillo María Luisa	SE13-5	350	Martínez Reyes Juventino	GET-56 CARTEL	180
Machain Castillo María Luisa	SE13-6	350	Martínez Reyes Juventino	S2-7	253
Machain Castillo María Luisa	SE13-4	350	Martínez Reyes Juventino	SE13-36 CARTEL	363
Machain Castillo María Luisa	SE13-7	351	Martínez Serrano Raymundo	SE11-12 CARTEL	340
Machain Castillo María Luisa	SE13-3	349	Martiny Bárbara	GEOQP-13	146
Macías Romo Consuelo	GET-20	163	Martiny Bárbara	GEOQP-19 CARTEL	149
Macías Romo Consuelo	S1-4	247	Martiny Bárbara	VUL-19 CARTEL	242
Macías Romo Consuelo	SE12-12 CARTEL	347	Mas J. Francois	SS3-24	401
Macías Romo Consuelo	GEOQP-10	145	Masuch Oesterreich Dirk	GEOH-12	128
Macías Romo Consuelo	MIN-1	200	Masuch Oesterreich Dirk	GEOH-14	129
Macías Romo Consuelo	S1-5	248	Masuch Oesterreich Dirk	S4-36 CARTEL	281
Macías Romo Consuelo	SE12-15 CARTEL	348	Mata García Luis	PALEO-8 CARTEL	214
Macías Sánchez Cenovio	SS4-7	410	Mata Segura José Luis	GGA-5	184
Macías Vázquez José Luis	GEOQP-8	144	Mauel David J.	SE07-2	312
Macías Vázquez José Luis	VUL-7	238	Maury René C.	SE14-11 CARTEL	368
Macías Vázquez José Luis	VUL-9	239	Máximo R. Patricia	CCA-12	109
Macías Vázquez José Luis	SE08-3	318	Mayoral Grajeda Emilio F.	SS1-4	380
Macías Vázquez José Luis	SE08-8	319	Mazza Gaetano	SS2-15 CARTEL	389
Macías Vázquez José Luis	SE13-14	353	McCracken Kenneth G.	SE10-13 CARTEL	334
MacKenzie Angus	SE13-21	357	McDonald Frank B.	SE10-13 CARTEL	334
Madrigal Uribe Delfino	SS7-6	418	Medina Ávila Juan José	SE01-5	288
Magar Valerie	GEOQP-7	144	Medina Barrera Francisco	SE13-17	355
Makarov Viacheslav	OCE-2	204	Medina Barrera Francisco	SS1-8	381
Maldonado Repeto Andrés	SS4-4	409	Medina Mendoza Raúl	SS1-2	379
Malpica Cruz Victor Manuel	S2-10	254	Meier Florian	GP-12 CARTEL	198
Malpica Cruz Victor Manuel	S2-9	254	Mejía Jiménez Moisés	S4-25 CARTEL	277
Malpica Cruz Victor Manuel	SE13-29	360	Meléndez Martínez Jaime	EG-12	116
Manea M.	GET-58 CARTEL	181	Meléndez Venancio Raúl	FE-5	121
Manea M.	GET-59 CARTEL	181	Mena Jara Manuel	EG-20 CARTEL	119
Manea V.C.	GET-58 CARTEL	181	Méndez Delgado Sóstenes	EG-7	115
Manea V.C.	GET-59 CARTEL	181	Méndez Figueroa Ignacio	SIS-11	230
Manetti Piero	SE04-10	309	Méndez Ortiz Blanca Adriana	GP-9	196
Mann I.R.	SE10-1	331	Méndez Ortiz Blanca Adriana	GP-11 CARTEL	197
Manzo Delgado Lilia	SS2-1	384	Méndez Pérez Irving Rafael	CCA-13	109
Mareles Sandoval Juan Miguel	S4-25 CARTEL	277	Méndez Rodríguez Lia Celina	SS3-33 CARTEL	405
Maresch Walter V.	SE03-6	303	Méndez Rodríguez Lia Celina	GEOH-9	127
Margottini Claudio	SS2-15 CARTEL	389	Méndez Vázquez J.	GP-1	194
Mariani Eloisa Dominguez	GEOH-3	124	Mendoza Carlos	SIS-14	231
Marinone Moschetto S.G.	OCE-3	204	Mendoza Celedón Briseida	CCA-6	107
Márquez Azua Bertha	SIS-2	227	Mendoza Díaz Alberto	SS1-4	380
Márquez García Erik	CCA-3	106	Mendoza Madera Cynthia	S2-3	251
Marrett Randall	GET-10	158	Mendoza Ortega Blanca	CCA-19 CARTEL	111
Martín Barajas Arturo	SE13-8	351	Mendoza Ortega Blanca	S4-35 CARTEL	280
Martín Barajas Arturo	SE14-9	368	Mendoza Ortega Blanca	SE10-11 CARTEL	333
Martín Barajas Arturo	SE14-6	366	Mendoza Ortega Blanca	SE10-2	331
Martín Del Pozzo Ana Lillian	EG-20 CARTEL	119	Mendoza Rosales Claudia Cristina	SE11-7	338
Martín Del Pozzo Ana Lillian	SE11-4	336	Mendoza Rosales Claudia Cristina	S4-4	267
Martín Hernández Raúl	S3-10	260	Mendoza Rosales Claudia Cristina	S4-9	270
Martín Niño Alcocer	SS3-36 CARTEL	406	Mendoza Rosales Claudia Cristina	S4-16 CARTEL	273
Martines Marcela	SE13-9	351	Mendoza Rosales Claudia Cristina	S4-18 CARTEL	273
Martines Mekler Gustavo	SE13-27	359	Mendoza Rosales Claudia Cristina	S4-19 CARTEL	274
Martines Paco Margarita	SED-8	218	Mendoza Rosales Claudia Cristina	SE09-13 CARTEL	329
Martínez Bringas Alicia	VUL-3	236	Meneses Charles Mariana Margarita	GGA-29 CARTEL	193
Martínez Díaz de León Asdrubal	OCE-22	210	Mercado Sotelo Italia	GGA-12	187
Martínez Esparza Gilberto	S2-14 CARTEL	256	Mercado Sotelo Italia	SS3-18	398
Martínez Estrella J. Ignacio	SE15-9	373	Metcalfe Sarah	SE13-21	357
Martínez Gómez Elizabeth	FE-7	122	Meza Conde Eustorgio	OCE-20	209

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Meza Figueroa Diana	GEOQP-27 CARTEL	152	Morales Barrera Wendy	SE09-12 CARTEL	329
Meza Figueroa Diana	S1-2	246	Morales Contreras Juan	GEOPAL-8	137
Meza Figueroa Diana	S1-3	247	Morales Contreras Juan	GEOQP-28 CARTEL	153
Meza Figueroa Diana	S4-31 CARTEL	278	Morales Contreras Juan	GET-54 CARTEL	179
Michalek Grzegorz	SE10-3	331	Morales Gamboa Esteban	EG-13	116
Michaud François	SE14-3	365	Morales Gámez Miguel	GET-23	164
Migowski Claudia	SE13-32	361	Morales Gámez Miguel	SE07-6	314
Miguel Pérez Fernando	SE11-7	338	Morales Isunza Azucena	SE01-9	290
Mijares Arellano Horacio	SIS-19	232	Morales Martínez Noe	S4-22 CARTEL	275
Mijarez Areyano Horacio	GGA-24 CARTEL	191	Morales Martínez Tomas	GGA-9	186
Mikumo Takeshi	SIS-5	228	Morales Puente Pedro	GEOQP-18 CARTEL	148
Miller B.V.	S1-1	246	Morales Puente Pedro	SE01-10	290
Minjarez Sosa José Ismael	SS2-9	386	Morales Puente Pedro	SE13-13	353
Minjarez Sosa José Ismael	SE13-34	362	Morales Villafuerte Maribel	GEOQP-21 CARTEL	150
Miralles Wilhelm Fernando	SE09-5	326	Morales Isunza Azucena	SED-11	219
Miranda Avilés Raúl	SE14-8	367	Morán Zenteno Dante J.	GEOQP-13	146
Miranda Avilés Raúl	SED-15	221	Morán Zenteno Dante J.	GEOQP-19 CARTEL	149
Miranda Canseco Ernesto	GP-1	194	Morán Zenteno Dante J.	GET-17	162
Miranda Canseco Ernesto	S4-36 CARTEL	281	Morán Zenteno Dante J.	SED-20 CARTEL	223
Miranda Vargas Juan Carlos	MIN-3	200	Morán Zenteno Dante J.	VUL-19 CARTEL	242
Miretzky de Vior Patricia	GEOH-3	124	Morán Zenteno Dante J.	SE03-9	304
Miró Pagés Guillermo	S4-7	269	Mordechai Stein	SE13-32	361
Miró Pagés Guillermo	S4-29 CARTEL	278	Morelli Stefano	GGA-20	190
Mitre Salazar Luis Miguel	GET-56 CARTEL	180	Moreno González David Arturo	SS5-6	413
Mitre Salazar Luis Miguel	S2-7	253	Moreno Valdez Arnulfo	SS3-17	398
Mitre Salazar Luis Miguel	SE13-36 CARTEL	363	Morett Alatorre Luis	SE13-26	359
Mojena López Eugenio	SS1-11	382	Morey Steven L.	OCE-7	206
Moldwin M.B.	SE10-1	331	Mori Laura	SE11-11 CARTEL	339
Molina Cruz Adolfo	SE13-2	349	Morquecho Zamarripa Cesar	VUL-3	236
Molina García Guadalupe	SS7-8	419	Mortera Gutiérrez Carlos	SE14-3	365
Molina Garza Roberto	GEOPAL-2	135	Mortera Gutiérrez Carlos	GP-12 CARTEL	198
Molina Garza Roberto	GET-39 CARTEL	172	Morton Bermea Ofelia	GEOQP-23 CARTEL	151
Molina Garza Roberto	GGA-12	187	Mousatov Aleksandr	GGA-2	183
Molina Garza Roberto	SE04-7	308	Mousatov Aleksandr	GGA-3	183
Molina Garza Roberto	SE07-8	315	Munguía Orozco Luis	SIS-9	229
Molina Garza Roberto	SE13-22	357	Munguía Orozco Luis	SIS-11	230
Molina Garza Roberto	SE13-24	358	Muniz Barreto Luiz	S3-20	262
Molina Garza Roberto	SE13-25	358	Muñiz Sánchez Ma. Elena	S3-10	260
Molina Garza Roberto	SE13-23	357	Muñoz Robles Carlos	CCA-2	106
Moncayo Gamez Gloria	GEOH-25 CARTEL	134	Muñoz Robles Carlos	GEOH-4	125
Monreal Gómez Maria Adela	SE13-5	350	Murillo Banda Erick Alejandro	S4-23 CARTEL	276
Monreal Gómez Maria Adela	SE13-3	349	Murillo Jiménez Janette	SE14-8	367
Monreal Saavedra Rogelio	SED-1	215	Murillo Muñetón Gustavo	GET-33	169
Monreal Saavedra Rogelio	SED-7	217	Murillo Muñetón Gustavo	GET-47 CARTEL	176
Monroy Fernández Marcos Gustavo	GGA-8	185	Murphy J.B.	S1-1	246
Monroy Sánchez Jaime	GGA-22 CARTEL	191	Murrieta Hernández José Luis	VUL-11	239
Montalvo Arrieta Juan Carlos	GGA-6	185	Naehr Thomas	GP-12 CARTEL	198
Montalvo Arrieta Juan Carlos	GGA-29 CARTEL	193	Nájera Garza Jesús	GEOH-21	132
Montalvo Arrieta Juan Carlos	SIS-16	231	Nájera Garza Jesús	GP-10 CARTEL	197
Montelongo Duran Carlos	EG-17	118	Nance Damián	S1-1	246
Monter Ramírez Hiram	SED-20 CARTEL	223	Nance Damián	S1-7	249
Montero Martínez Guillermo	CCA-16	110	Nava Flores Mauricio	S3-15	261
Montero Martínez Guillermo	CCA-17	111	Nava Sanchez Enrique	SE14-8	367
Montero Martínez Guillermo	GEOQP-9	145	Nava Sánchez Enrique	SE13-7	351
Monterrubio Velasco Marisol	GEOH-22 CARTEL	133	Navarro De León Ignacio	GEOH-14	129
Montes Cruz Pedro	SE13-38 CARTEL	364	Navarro Hernández Rebeca	GP-1	194
Montesinos Silva Genaro	CCA-6	107	Navarro Mendoza Susana	GEOH-6	126
Montijo González Alejandra	SE13-34	362	Navarro Mendoza Susana	GET-22	164
Montijo González Alejandra	SS2-21 CARTEL	391	Navarro Mendoza Susana	GGA-10	186
Montijo González Alejandra	SS2-7	386	Navarro Mendoza Susana	GGA-15	188
Montijo González Alejandra	SS2-9	386	Navarro Ochoa Carlos	VUL-1	236
Monzón César	OCE-12	207	Navarro Ochoa Carlos	VUL-8	238
Monzón César	OCE-13	207	Navarro Ochoa Carlos	VUL-25 CARTEL	244
Mora Chaparro Juan Carlos	GEOQP-8	144	Navarro Ochoa Carlos	SE08-18 CARTEL	324
Mora Chaparro Juan Carlos	VUL-9	239	Navarro Sánchez Urenia	S4-17 CARTEL	273
Mora Chaparro Juan Carlos	VUL-23 CARTEL	243	Navarro Sánchez Urenia	S4-25 CARTEL	277
Mora Chaparro Juan Carlos	S4-14 CARTEL	272	Negendank Jörg	GEOPAL-6	136
Mora Chaparro Juan Carlos	SE08-1	317	Negendank Jörg	SE13-22	357
Mora Chaparro Juan Carlos	SE08-8	319	Negendank Jörg	SE13-32	361
Mora Chaparro Juan Carlos	SE11-9	339	Negendank Jörg	SE13-33	362
Mora Corro Sandra	SS3-15	397	Newton Anthony	SE13-21	357
Mora González Ignacio	SIS-21	233	Nieto López Itzia Eréndira	PALEO-3	212
Mora Olivo Arturo	SS3-11	396	Nieto Obregón Jorge	VUL-18 CARTEL	241
Moraal Harm	SE10-13 CARTEL	334	Nieto Obregón Jorge	S4-15 CARTEL	272
Moraila V. Carlos R.	GGA-16	189	Nieto Obregón Jorge	S4-16 CARTEL	273
Moraila V. Carlos R.	OCE-1	204	Nieto Obregón Jorge	S4-45 CARTEL	285
Moraila V. Carlos R.	SS5-1	412	Nieto Obregón Jorge	SE09-13 CARTEL	329
Morales Barrera Wendy	GET-55 CARTEL	180	Nieto Samaniego Ángel Francisco	GET-13	160
Morales Barrera Wendy	SE09-11 CARTEL	329	Nieto Samaniego Ángel Francisco	GET-18	162

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Nieto Samaniego Ángel Francisco	GET-21	164	Ortega Obregón Carlos	SE03-1	301
Nieto Samaniego Ángel Francisco	GET-26	166	Ortega Obregón Carlos	SE03-2	301
Nieto Serrano José Omar	S4-21 CARTEL	275	Ortega Obregón Carlos	SE03-3	302
Nieves Ramírez Eugenia del Carmen	SS3-26	401	Ortega Osorio Alejandro	GEOQP-21 CARTEL	150
Nieves Ramírez Eugenia del Carmen	SS7-2	416	Ortega Rivera Amabel	GEOQP-15	147
Nieves Verduzco Santiago	SS3-31 CARTEL	404	Ortega Rivera Amabel	GEOQP-24 CARTEL	151
Noguez Alcántara Benito	GET-2	155	Ortega Rivera Amabel	GET-20	163
Nowaczyk Norbert	GEPAL-6	136	Ortega Rivera Amabel	S1-7	249
Nowaczyk Norbert	SE13-22	357	Ortega Rivera Amabel	SE01-11	290
Núñez López Daniel	CCA-2	106	Ortega Rivera Amabel	SE01-19 CARTEL	294
Núñez Regalado Juan Carlos	MIN-4	201	Ortega Rivera Amabel	SE07-8	315
Núñez Regalado Juan Carlos	S4-21 CARTEL	275	Ortega Ruíz Roberto	SE09-2	325
Núñez Rodríguez Gilberto	SS3-27	401	Ortiz Bueno Candelario	SS2-19 CARTEL	390
O'Brien James J.	OCE-7	206	Ortiz Hernández Luis Enrique	GEOQP-25 CARTEL	152
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-5	205	Ortiz Hernández Luis Enrique	SE11-13 CARTEL	340
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-9	206	Ortiz Montejó Enoch	S4-23 CARTEL	276
Obeso Nieblas Maclovio	SS3-3	393	Ortiz Pérez Manuel	GEOH-5	125
Obeso Nieblas Maclovio	SS3-4	394	Ortiz Ubilla Arturo	SE07-3	313
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-8	218	Ortiz Valdez José G.	GEOH-21	132
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SE07-5	313	Ortuño Arzate Salvador	GET-25	165
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SE07-7	314	Ortuño Arzate Salvador	GP-7	195
Ochoa Landín Lucas	SE01-12	291	Ostroumov Mikhail	GEOQP-22 CARTEL	150
Ochoa Landín Lucas	SE01-3	287	Ostroumov Mikhail	MIN-5	201
Ochoa Landín Lucas	SE01-4	287	Oviedo Padrón Edgar Gerardo	SE08-9 CARTEL	320
Ochoa Manuel	SE01-7	289	Oviedo Pérez Adán	GP-9	196
Ochoa Valdés Jesús	GGA-3	183	Oviedo Pérez Adán	GP-11 CARTEL	197
Olarte Quiroz José Luis	SS1-1	379	Oviedo Pérez Adán	GP-13 CARTEL	198
Oleschko Lutkova Klavdia	EG-3	113	Pacheco Alvarado Javier F.	SIS-7	228
Oliver Ocaño Francisco Miguel	EG-6	114	Pacheco Alvarado Javier F.	SIS-8	229
Olivier Salome Branly	SE13-2	349	Pacheco Alvarado Javier F.	SIS-15	231
Olivos Ortiz Aramis	OCE-10	206	Pacheco Alvarado Javier F.	SE09-1	325
Olivos Ortiz Aramis	OCE-11	207	Pacheco Martínez Jesús	GET-60 CARTEL	182
Olvera Ramírez Jesús	SS4-1	408	Pacheco Martínez Jesús	GGA-5	184
Olvera Salgado María Dolores	SS1-2	379	Pacheco Romero Martín	SE14-6	366
Omaña Pulido Lourdes	PALEO-5 CARTEL	212	Padilla Hernández Roberto	OCE-20	209
Omaña Pulido Lourdes	SED-19 CARTEL	223	Padilla y Sánchez Ricardo José	GET-29	167
Omidí Nick	FE-6	121	Páez Brito Lorena Patricia	SS3-9	395
Ongay Delhumeau Enrique	SS1-3	379	Páez Brito Lorena Patricia	SS3-8	395
Ontiveros Hernández Verónica	SE10-4	331	Páez Brito Lorena Patricia	SS3-30 CARTEL	403
Orcutt Beth	GP-12 CARTEL	198	Páez Brito Lorena Patricia	SS3-35 CARTEL	405
Ordaz Schroeder Mario	SE09-1	325	Páez Brito Lorena Patricia	SS3-6	394
Oregel Romero Alfredo	GGA-18	189	Palacio Prieto José Luis	SS2-20 CARTEL	391
Origel Gutiérrez Gabriel	SS4-10 CARTEL	411	Palacios Mayorga Sergio	SE13-15	354
Orihuela Silvano	S3-8	259	Pallares Carlos	SE14-11 CARTEL	368
Ornelas De Anda José Luis	SS4-9 CARTEL	411	Pallares Ramos Carlos	S2-6	252
Ornelas Sánchez María	SED-17 CARTEL	222	Pancardo Ceballos A.	GP-14 CARTEL	198
Ornelas Sánchez María	SED-22 CARTEL	224	Pankratz L.W.	S3-11	260
Orozco Esquivel María Teresa	SE11-3	336	Pantoja Alor Jerjes	PALEO-2	211
Orozco Esquivel María Teresa	SE11-6	337	Pantoja Alor Jerjes	SE07-4	313
Orozco León Luis	SIS-11	230	Pantoja Alor Jerjes	SE12-11 CARTEL	346
Orozco León Luis	SIS-26 CARTEL	235	Paredes Alaniz Iliana	S4-21 CARTEL	275
Orozco Quintana Dagoberto	GGA-28 CARTEL	192	Parés Sierra A.	OCE-3	204
Orozco Rojas Justo	VUL-14 CARTEL	240	Park Jungjae	SE13-22	357
Ort Michael	SE08-5	318	Park Jungjae	SE13-24	358
Ortega del Valle Susana	SS3-1	393	Park Jungjae	SE13-25	358
Ortega Guerrero Adrian	SE08-5	318	Park Jungjae	SE13-23	357
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-20	356	Parra Barrera Ángel	GGA-17	189
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-9	351	Parra Guevara David	CCA-20 CARTEL	111
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-28	359	Paz Moreno Francisco Abraham	SE13-35	362
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-30	360	Paz Moreno Francisco Abraham	GEOQP-15	147
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-16	354	Paz Moreno Francisco Abraham	SE08-16 CARTEL	323
Ortega Guerrero Beatriz	SE13-19	356	Pelaez Carolina	SE02-7	298
Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-10	145	Peña Cabrera Vaneza	FE-1	121
Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-9	145	Peña Gaspar Carlos	S4-25 CARTEL	277
Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-13	146	Peña Luis Arturo	SS1-3	379
Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-19 CARTEL	149	Peñalba Cristina	SE13-9	351
Ortega Gutiérrez Fernando	GET-22	164	Peñaloza Turrubiates Nora Elvia	SE08-13 CARTEL	322
Ortega Gutiérrez Fernando	S1-4	247	Peralta Higuera Armando	SS2-20 CARTEL	391
Ortega Gutiérrez Fernando	S1-5	248	Peralta Higuera Armando	SS3-21	399
Ortega Gutiérrez Fernando	S1-7	249	Peralta Higuera Armando	SS3-22	400
Ortega Gutiérrez Fernando	SE02-5	297	Peralta Higuera Armando	SS3-23	400
Ortega Gutiérrez Fernando	SE02-6	297	Peralta Higuera Armando	SS4-5	409
Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-1	301	Peralta Higuera Armando	SS4-6	409
Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-2	301	Peralta Higuera Armando	SS4-8 CARTEL	410
Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-3	302	Peralta Higuera Armando	SS5-2	412
Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-4	302	Pereyra Díaz Domitilo	CCA-10	109
Ortega Gutiérrez Fernando	SE12-15 CARTEL	348	Pérez Aldana Arturo	S4-36 CARTEL	281
Ortega Gutiérrez Fernando	SE12-2 CARTEL	342	Pérez Bustamante Julio Cesar	S4-25 CARTEL	277
Ortega Gutiérrez Fernando	SE12-5 CARTEL	343	Pérez Campos Xyoli	S4-8	269

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Pérez Campos Xyoli	SE14-1	365	Puy Alquiza Maria Jesus	SED-15	221
Pérez de Tejada Jaime Héctor	FE-7	122	Quesada García Ramón Ariel	S4-7	269
Pérez de Tejada Jaime Héctor	FE-8	122	Quezada Muñeton Juan Manuel	S4-36 CARTEL	281
Pérez Enríquez Román	FE-5	121	Quintana Araiza Gloria Gabriela	GGA-22 CARTEL	191
Pérez Enríquez Román	FE-9	122	Quintana Araiza Gloria Gabriela	SED-24 CARTEL	225
Pérez Enríquez Román	S3-9	259	Quintanar Robles Luis	SIS-5	228
Pérez Enríquez Román	S3-19	262	Quintanar Robles Luis	SE09-2	325
Pérez Enríquez Román	S3-25	264	Quintanar Robles Luis	SE09-3	325
Pérez Enríquez Román	SE10-6	332	Quintanar Robles Luis	SE09-15 CARTEL	330
Pérez Enríquez Román	SE10-7	332	Quintanar Robles Luis	SE14-12 CARTEL	369
Pérez Enríquez Román	SE10-8	332	Quintanilla López Yaneth	GGA-29 CARTEL	193
Pérez Enríquez Román	SE10-5	332	Quintero Pereda Francisco L.	SS1-4	380
Pérez Espinoza Jesús Efraín	GET-37 CARTEL	171	Quiroga Cuéllar Carlos Eduardo	SS2-8	386
Pérez Espinoza Jesús Efraín	MIN-10 CARTEL	203	Rábago Anaya Jesús	SS1-7	381
Pérez Gutiérrez Rosalva	GET-19	163	Ratfig Azzam	GEOH-14	129
Pérez Gutiérrez Rosalva	GET-50 CARTEL	177	Ramírez Araiza Patricia	SS2-2	384
Pérez Lezama Edgar Leonardo	OCE-5	205	Ramírez Arriaga Elia	SED-11	219
Pérez Lezama Edgar Leonardo	SS3-3	393	Ramírez Bárcenas Maribel	GGA-18	189
Pérez Lezama Edgar Leonardo	SS3-4	394	Ramírez Cardona Märius	SE11-13 CARTEL	340
Pérez López Guillermina	SS2-6	385	Ramírez Cardona Märius	GEOQP-25 CARTEL	152
Pérez Sesma José Antonio	CCA-10	109	Ramírez Cortina José Guadalupe	EG-7	115
Pérez Venzor José Antonio	GET-37 CARTEL	171	Ramírez Díaz Laura Lizette	SE13-34	362
Pérez Venzor José Antonio	MIN-10 CARTEL	203	Ramírez Díaz Laura Lizette	SS2-9	386
Pérez Venzor José Antonio	S4-2	266	Ramírez Fernández Juan Alonso	GEOQP-16	148
Pérez Venzor José Antonio	S4-11	271	Ramírez Fernández Juan Alonso	S4-36 CARTEL	281
Pérez Venzor José Antonio	S4-42 CARTEL	283	Ramírez Flores Juan Antonio	S2-12	255
Perrie William	OCE-20	209	Ramírez Guzmán A.	SIS-23 CARTEL	234
Persaud Patricia	SE14-1	365	Ramírez Hernández Hugo	GET-33	169
Peterson Rodríguez Rolando H.	SE04-6	308	Ramírez Hernández Hugo	GET-47 CARTEL	176
Petrone Chiara	SE11-3	336	Ramírez Hernández Jorge	EG-9	115
Petrone Chiara	SE11-5	337	Ramírez Hernández Jorge	GGA-14	188
Petrone Chiara	SE11-6	337	Ramírez Jiménez Aarón Alonso	SS2-7	386
Petronille Marie	GEOPAL-9	137	Ramírez Jiménez Aarón Alonso	SS2-21 CARTEL	391
Peynador Sánchez Carlos F.	EG-10	115	Ramírez Pérez Erick	VUL-19 CARTEL	242
Pi Puig Teresa	GEOQP-17	148	Ramírez Romero Patricia	SS3-34 CARTEL	405
Pi Puig Teresa	SE12-6 CARTEL	344	Ramírez Ruiz Juan José	VUL-17 CARTEL	241
Pi Puig Teresa	SE13-12	352	Ramírez Salinas Octavio	GEOH-14	129
Picazo Martines Martín	GGA-9	186	Ramírez Sánchez H. Ulises	GEOQP-2	141
Pimentel Marcio	SED-6	217	Ramírez Silva German	SE15-13 CARTEL	375
Pineda Jaimes Noel Bonfilio	SS7-6	418	Ramos A. Rogelio	CCA-12	109
Pineda Jaimes Noel Bonfilio	SS7-5	417	Ramos Bautista Adán	S4-5	268
Pineda López Raúl	SS3-16	397	Ramos Hernández Silvia	VUL-3	236
Piney Stephanie	OCE-6	205	Ramos Jiménez Esteban	SS1-12 CARTEL	382
Pinto Linares Porfirio Julio	SE01-7	289	Ramos Martínez Jaime	EG-12	116
Piñón Alberto Blanco	PALEO-1	211	Ramos Rosique Aldo	SE01-14	292
Pironon Jacques	GP-8	196	Ramos Sánchez Sara	SE13-2	349
Pironon Jacques	GP-13 CARTEL	198	Ramos Velásquez Ernesto	MIN-10 CARTEL	203
Pironon Jacques	GP-14 CARTEL	198	Ramos Velásquez Ernesto	SS2-6	385
Plata Hernández Elvia	SED-14	220	Ramos Velázquez Ernesto	GET-5	157
Plata Rocha Wenceslao	GGA-16	189	Ramos Víctor A.	SIS-13	230
Plata Rocha Wenceslao	SS1-5	380	Ramos Zúñiga Luis Gerardo	GGA-29 CARTEL	193
Plata Rocha Wenceslao	SS1-14 CARTEL	383	Rangel Rodríguez Martín	GEOH-14	129
Plata Rocha Wenceslao	SS2-19 CARTEL	390	Rangin Claude	SE16-1 CARTEL	377
Plata Rocha Wenceslao	SS5-1	412	Rangin Claude	SE16-2 CARTEL	377
Plata Rosas Luis	OCE-12	207	Rangin Claude	SE16-3 CARTEL	377
Poblete Miguel Ángel	VUL-6	237	Rasson Jean	S3-14	261
Pola Simuta Cosme	S4-36 CARTEL	281	Rebolledo Vieyra Mario	SED-9	218
Pola Simuta Cosme	S4-39 CARTEL	282	Reinoso Angulo Eduardo	SS2-8	386
Pola Villaseñor Antonio	SS2-14 CARTEL	388	Rendón Márquez Gabriel	SE13-8	351
Pontoise B.	SE14-3	365	Rendón Ramírez Orfanel	VUL-13 CARTEL	240
Porras Múzquiz Héctor G.	PALEO-1	211	Rendón Salinas Eduardo	SS3-23	400
Prado Molina Jorge	SS4-8 CARTEL	410	Renterías Zatarain Rafael	SS1-5	380
Prado Molina Jorge	SS5-2	412	Requena Lara Glenda Nelly	SS3-11	396
Prado Peña Marco Antonio	SED-22 CARTEL	224	Ressl Rainer	SS2-3	384
Premo Wayne R.	GEOQP-12	146	Ressl Silke	SS2-3	384
Premo Wayne R.	GET-4	156	Revital Bookman	SE13-32	361
Premo Wayne R.	SE02-5	297	Reyes Bache Gustavo	GP-2	194
Premo Wayne R.	SE07-1	312	Reyes Cárdenas Oscar	SS5-5	413
Prieto Mendoza Jesus	GGA-14	188	Reyes Cortés Ignacio	GEOH-4	125
Priftuli Edlira	GP-13 CARTEL	198	Reyes Cortés Ignacio	GEOPAL-3	135
Priftuli Edlira	GP-14 CARTEL	198	Reyes Dávila Gabriel	SIS-2	227
Prol Ledesma Rosa María	SE15-2	371	Reyes Dávila Gabriel	VUL-1	236
Prol Ledesma Rosa María	GEOQP-1	141	Reyes Dávila Gabriel	VUL-15 CARTEL	240
Prol Ledesma Rosa María	GET-52 CARTEL	178	Reyes Dávila Gabriel	SE08-1	317
Prol Ledesma Rosa María	SE15-6	372	Reyes Hernández Humberto	SS3-10	395
Puente Solís Rafael	SE01-15	292	Reyes López Jaime	EG-9	115
Puente Solís Rafael	SE08-5	318	Reyes Mejía A. Gabriel	SS7-7	418
Puente Solís Rafael	SE08-10 CARTEL	320	Reyes Salas Adela Margarita	GEOQP-10	145
Puglisi Claudio	SS2-15 CARTEL	389	Reyes Salas Adela Margarita	GEOQP-9	145

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Reyes Salas Adela Margarita	GEOQP-13	146	Rojo Contreras Arturo	S4-18 CARTEL	273
Reyes Salas Adela Margarita	MIN-1	200	Rojo Contreras Arturo	S4-19 CARTEL	274
Reyes Salas Adela Margarita	S1-4	247	Rojo Contreras Arturo	SE13-37 CARTEL	363
Reyes Salas Adela Margarita	SE03-4	302	Rojo García Paulino	GGA-21 CARTEL	190
Reyes Salas Adela Margarita	SE12-9 CARTEL	345	Rojo García Paulino	GGA-22 CARTEL	191
Reyes Salas Adela Margarita	SE12-15 CARTEL	348	Roldán López Horacio	SS1-5	380
Reyes Salas Adela Margarita	SE12-10 CARTEL	346	Roldán Quintana Jaime	GET-7	158
Reyes Salas Adela Margarita	SE12-5 CARTEL	343	Roldán Quintana Jaime	S2-4	251
Reyes Salas Octavio	SE12-5 CARTEL	343	Romano Paola	SS2-15 CARTEL	389
Rickii Joerg	SED-14	220	Romero Centeno Rosario	CCA-8	108
Riisager Peter	GEOPAL-7	137	Romero Claudia	SE08-5	318
Rincón Fraga Ana María	SS1-13 CARTEL	383	Romero De la Cruz Oscar	SIS-12	230
Rincon Herrera Nelly Everlyn	SE08-12 CARTEL	321	Romero Francisco	SE15-5	372
Rivas María Luz	GEOPAL-13	139	Romero Moguel Cuauhtémoc	GET-25	165
Rivas Ortiz Jorge	SE13-16	354	Romero Sánchez María del Consuelo	FE-1	121
Rivera García Hugo Alberto	SS3-20	399	Romero Sánchez María del Consuelo	FE-2	121
Rivera Jaramillo Julia	S2-8	253	Romo Jones José Manuel	EG-6	114
Rivera López Ana Leonor	FE-2	121	Ronquillo Jarillo Gerardo	EG-3	113
Rivera López Ana Leonor	FE-4	121	Ronquillo Jarillo Gerardo	EG-4	114
Rivera Ramírez Ricardo	SS4-2	408	Ronquillo Jarillo Gerardo	S4-39 CARTEL	282
Rivera Recillas David	GP-6	195	Rook Lorenzo	PALEO-4	212
Robinson Mendoza Carlos	OCE-15	208	Rosales Domingo	S3-8	259
Robles Camacho Jasinto	MIN-8	202	Rosales Domingo	S3-21	263
Robles Vázquez Luis Nabor	SE14-14 CARTEL	370	Rosas Becerril Erevan Javier	S4-21 CARTEL	275
Robles Vázquez Luis Nabor	SE14-2	365	Rosas Elguera José	GEOPAL-9	137
Rocha de la Vega Fco. Rubén	S4-44 CARTEL	284	Rosas Elguera José	GEOPAL-13	139
Rodrigo Ramírez Cristian	EG-13	116	Rosas Elguera José	SS2-12 CARTEL	388
Rodríguez Rene	SED-6	217	Rosi Mauro	SE08-7	319
Rodríguez Agustín	SE01-6	288	Rosique Naranjo Fernando	SE01-5	288
Rodríguez Arvizu L.I.	GP-1	194	Rossotti Andrea	SE08-7	319
Rodríguez Castañeda Ana Patricia	GEOQP-6	143	Royer Jean Yves	SE14-3	365
Rodríguez Castañeda José Luis	GET-8	158	Royo Ochoa Miguel	GEOPAL-3	135
Rodríguez Castañeda José Luis	S2-2	250	Rubio José Carlos	GEOQP-22 CARTEL	150
Rodríguez Castañeda José Luis	SE04-4	307	Rueda Galeano Hernando	VUL-12	240
Rodríguez Ceja María	GEOPAL-9	137	Rueda Galeano Hernando	SE09-11 CARTEL	329
Rodríguez Díaz Augusto Antonio	S4-23 CARTEL	276	Rueda Hurtado Rocío	SS1-10	382
Rodríguez Díaz Beatriz	S4-38 CARTEL	282	Rueda Rojas Antonio	SE11-9	339
Rodríguez Díaz Beatriz	SE12-13 CARTEL	347	Rueda Rojas Antonio	VUL-23 CARTEL	243
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl	VUL-11	239	Ruiz Hernández Edgar	VUL-11	239
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl	SE01-9	290	Ruiz Joaquín	S1-2	246
Rodríguez Figueroa Griselda Margarita	SS3-32 CARTEL	404	Ruiz Joaquín	S1-3	247
Rodríguez Gallegos Gustavo	SS3-14	396	Ruiz Joaquín	SE01-1	286
Rodríguez González Miguel	SIS-10	229	Ruiz Joaquín	SE01-2	286
Rodríguez González Miguel	SIS-24 CARTEL	234	Ruiz Joaquín	SE02-1	295
Rodríguez González Miguel	SIS-25 CARTEL	234	Ruiz Luna Arturo	SS3-9	395
Rodríguez Hernández Edgard	SED-2	215	Ruiz Luna Arturo	SS3-8	395
Rodríguez Jiménez César	SE10-7	332	Ruiz Luna Arturo	SS3-30 CARTEL	403
Rodríguez Jiménez César	SE10-8	332	Ruiz Luna Arturo	SS3-35 CARTEL	405
Rodríguez Jiménez César	SE10-5	332	Ruiz Luna Arturo	SS3-6	394
Rodríguez Meza Durga	SS3-33 CARTEL	405	Ruiz Osorio A.S.	GP-1	194
Rodríguez Miranda Willy	GEOH-20	132	Ruiz Salinas Silvestre	S4-14 CARTEL	272
Rodríguez Miranda Willy	SS2-10	387	Ruiz Violante Agustín	GEOQP-30 CARTEL	153
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	GET-12	160	Ruiz Violante Agustín	S4-28 CARTEL	278
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	GET-48 CARTEL	176	Russell C.T.	SE10-1	331
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	GET-49 CARTEL	177	Russell Christopher	FE-6	121
Rodríguez Pérez José	S4-29 CARTEL	278	Ryjov Albert	GGA-2	183
Rodríguez Pérez José	SS2-10	387	Ryjov Albert	GGA-3	183
Rodríguez Pérez Quetzalcoatl	VUL-2	236	Rymer Hazel	EG-20 CARTEL	119
Rodríguez Pineda J. Alfredo	CCA-2	106	Sacasas León Carlos	SS2-10	387
Rodríguez Pineda J. Alfredo	GEOH-4	125	Salazar Hernández Iván	S4-12	271
Rodríguez Ramírez Alejandro	SE13-28	359	Salazar Juárez Josué	S4-25 CARTEL	277
Rodríguez Ramírez Alejandro	SE13-20	356	Salazar Peña Leobardo	S4-44 CARTEL	284
Rodríguez Ramírez Esperanza	SE01-9	290	Salcedo Luna María Cecilia	MIN-3	200
Rodríguez Ramírez Joel	EG-5	114	Salcedo Luna María Cecilia	MIN-9 CARTEL	203
Rodríguez Ríos Rodolfo	GGA-5	184	Salinas Calleros Gabriel	GEOH-13	128
Rodríguez Saavedra Pedro	GEOQP-16	148	Salinas González Felipe	GGA-14	188
Rodríguez Sobreyra Ranulfo	CCA-3	106	Salinas Prieto Juan Carlos	GET-57 CARTEL	181
Rodríguez Sobreyra Ranulfo	OCE-8	206	Salmerón García Olivia	SS3-5	394
Rodríguez Taboada Ramón	SE10-11 CARTEL	333	Salvatierra Domínguez Eduardo	GET-2	155
Rodríguez Torres Rafael	GET-3	156	Sámano Nateras Ana	GEOQP-8	144
Rodríguez Torres Rafael	GP-10 CARTEL	197	Samson J.C.	SE10-1	331
Rodríguez Torres Rafael	SED-18 CARTEL	222	Sánchez Avelar Luis Mariano	SS3-4	394
Rodríguez Torres Rafael	S2-5	251	Sánchez Colon Salvador	SS2-1	384
Rodríguez Vargas José Luis	GEOPAL-15 CARTEL	139	Sánchez Gómez Silvia	VUL-23 CARTEL	243
Rojas Carmona Juan de Dios	SS2-4	385	Sánchez Gómez Silvia	SE11-9	339
Rojas Flores Carlos Felipe	SS3-36 CARTEL	406	Sánchez González Alberto	SE13-1	349
Rojas Mayoral Evaristo Manuel	OCE-17	209	Sánchez Hernández Ricardo	MIN-8	202
Rojas Rosas R.	GP-1	194	Sánchez Martínez Salvador	SE01-10	290
Rojas Soriano Humberto	GGA-21 CARTEL	190	Sánchez Montante Orzo	OCE-14	207

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Sánchez Montante Orzo	OCE-15	208	Sial Alcides	SE02-2	295
Sánchez Montante Orzo	OCE-16	208	Sichler B.	SE14-3	365
Sánchez Osvaldo	SIS-2	227	Silva García José Teodoro	GET-15	161
Sánchez Pérez Juan	GEOH-18	131	Silva Juan Carlos	SED-6	217
Sánchez Pérez Juan	GET-16	161	Silva Mora Luis	S2-8	253
Sánchez Pérez Juan	SE09-8	327	Silva Mora Luis	S2-10	254
Sánchez Ramírez Eva	GEOH-2	124	Silva Mora Luis	S2-9	254
Sánchez Ramos Gerardo	SS2-2	384	Silva Romo Gilberto	S4-4	267
Sánchez Rubio Gerardo	SE12-12 CARTEL	347	Silva Romo Gilberto	S4-9	270
Sánchez Rubio Gerardo	SE12-10 CARTEL	346	Silva Romo Gilberto	S4-16 CARTEL	273
Sánchez Trejo Antonio	GP-14 CARTEL	198	Silva Romo Gilberto	S4-18 CARTEL	273
Sánchez Zavala José Luis	GET-20	163	Silva Romo Gilberto	S4-19 CARTEL	274
Sánchez Zavala José Luis	S1-4	247	Silva Romo Gilberto	SE11-7	338
Sánchez Zavala José Luis	S1-5	248	Silva Tamayo Juan Carlos	SE02-2	295
Sánchez Zavala José Luis	S4-3	267	Silverberg Norman	GEOQP-6	143
Sánchez Zavala José Luis	S4-38 CARTEL	282	Singh Shri Krishna	SIS-15	231
Sandoval Medina Fernando	SE15-10	374	Singh Shri Krishna	SE09-1	325
Sandoval Ochoa J. Héctor	EG-14	117	Skiba Yuri	CCA-20 CARTEL	111
Sandoval Ochoa J. Héctor	GET-31	168	Solana López Javier	SE11-13 CARTEL	340
Sandoval Ochoa J. Héctor	GP-4	195	Solano Barajas Ramón	SS5-5	413
Sandoval Ochoa J. Héctor	SED-13	220	Solano Romero Víctor	VUL-13 CARTEL	240
Sanguinetti Marco	GET-30	168	Solari Lovati Luigi	GEOQP-18 CARTEL	148
Sanguinetti Marco	SED-10	218	Solari Lovati Luigi	GET-19	163
Santa María Díaz Alfredo	GET-21	164	Solari Lovati Luigi	GET-27	166
Santa María Díaz Alfredo	GET-26	166	Solari Lovati Luigi	GET-50 CARTEL	177
Santa María Díaz Alfredo	SED-1	215	Solari Lovati Luigi	SE03-1	301
Santamaría Saldaña Dora Elva	GGA-23 CARTEL	191	Solari Lovati Luigi	SE03-2	301
Santiago Gómez Cecilia	SED-22 CARTEL	224	Solari Lovati Luigi	SE03-3	302
Santiago Jiménez Hydyn	VUL-17 CARTEL	241	Solari Lovati Luigi	SE03-4	302
Santillán Alfredo	SE10-10	333	Solé Viñas Jesús	SE03-2	301
Santillán Reyes Pedro Enrique	S4-23 CARTEL	276	Solé Viñas Jesús	GEOQP-9	145
Santos Cerquera Clemencia	SS3-25	401	Solé Viñas Jesús	GEOQP-17	148
Santoyo García-Galeano Miguel A.	SE09-1	325	Solé Viñas Jesús	GEOQP-19 CARTEL	149
Santoyo Miguel Ángel	SIS-5	228	Solé Viñas Jesús	VUL-19 CARTEL	242
Sapozhnikov Dmitry	SS3-33 CARTEL	405	Solé Viñas Jesús	SE03-3	302
Sapozhnikov Dmitry	GEOQP-6	143	Solé Viñas Jesús	SE03-7	304
Sara Gutiérrez Carlos Alberto	SS7-5	417	Solé Viñas Jesús	SE12-7 CARTEL	344
Saracco Álvarez Carlos A.	SS5-8 CARTEL	414	Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-5	136
Sarychikhina Olga	SIS-26 CARTEL	235	Soler Arechalde Ana María	SE13-26	359
Sarychikhina Olga	SE14-13 CARTEL	369	Solís Limón María Fernanda	SE13-35	362
Saucedo Girón Ricardo	VUL-7	238	Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-28 CARTEL	153
Saucedo Girón Ricardo	VUL-9	239	Solís Pichardo Gabriela	GET-54 CARTEL	179
Saucedo Girón Ricardo	SE08-8	319	Solís Pichardo Gabriela	SE11-12 CARTEL	340
Saucedo Quiñones Daniel	EG-1	113	Solís Valdez Sara	GGA-12	187
Saval Bohorquez Susana	GGA-1	183	Solís Valdez Sara	SS3-18	398
Schaaf Peter	GET-37 CARTEL	171	Solleiro Rebolledo Elizabeth	S4-40 CARTEL	282
Schaaf Peter	GET-54 CARTEL	179	Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE13-13	353
Schaaf Peter	SE02-5	297	Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE13-16	354
Schaaf Peter	SE02-6	297	Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE13-11	352
Schaaf Peter	SE11-5	337	Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE13-14	353
Schaaf Peter	SE11-12 CARTEL	340	Solorio Munguía José Gregorio	SE01-11	290
Schmidt Michael	SS2-3	384	Solorio Munguía José Gregorio	SE01-19 CARTEL	294
Schmitt Stuart	SIS-2	227	Solorio Munguía José Gregorio	SS3-18	398
Schmitter Carlos	SS4-8 CARTEL	410	Solorio Munguía José Gregorio	GGA-12	187
Schwab Markus J.	SE13-31	361	Sorani Valentino	SS1-10	382
Schwennicke Tobias	PALEO-6 CARTEL	213	Sorani Valentino	SS1-3	379
Schwennicke Tobias	SED-14	220	Sorani Valentino	SS3-14	396
Schwennicke Tobias	SED-24 CARTEL	225	Sorrentino David	GET-30	168
Schwennicke Tobias	S4-11	271	Sosa Ceballos Giovanni	SE11-12 CARTEL	340
Sedov Sergey	SE13-13	353	Sosa Maya Lol Sosa	SE10-12 CARTEL	333
Sedov Sergey	SE13-16	354	Sosa Najera Susana	SE13-28	359
Sedov Sergey	SE13-15	354	Sosson M.	SE14-3	365
Sedov Sergey	SE13-11	352	Sotelo Rodríguez Arturo	GGA-4	184
Sedov Sergey	SE13-14	353	Sousa J. Eneesto	SE01-19 CARTEL	294
Segura Rojas José Luis	SS2-18 CARTEL	390	Spizzichino Daniele	SS2-15 CARTEL	389
Segura Vernis Luis Rafael	PALEO-6 CARTEL	213	Spurlin James	EG-2	113
Sekerzh Zenkovich Sergey	SIS-3	227	Steinich Birgit	GEOH-2	124
Serrano Duran Lina	GET-24	165	Steinich Birgit	GEOH-5	125
Serrano Duran Lina	GET-53 CARTEL	179	Steinmann Philipp	SE13-17	355
Shatagin Nikolai N.	SE01-19 CARTEL	294	Stephenson William R.	SIS-25 CARTEL	234
Shaw John	GEOPAL-10	138	Stewart D.C.	S3-11	260
Sheridan Michael F.	VUL-20 CARTEL	242	Stinnesbeck Wolfgang	SED-3	216
Shevnin Vladimir	GGA-2	183	Stinnesbeck Wolfgang	SE13-17	355
Shevnin Vladimir	GGA-3	183	Stock Joann	SIS-2	227
Shirasago Germán Bernardo	SS3-4	394	Stock Joann	SE14-10	368
Shirasago Germán Bernardo	OCE-5	205	Straub Susanne M.	SE11-4	336
Shirasago Germán Bernardo	OCE-9	206	Suarez Arriaga Mario Cesar	SE15-3	371
Shirasago Germán Bernardo	SS3-3	393	Sutherland Fiona	SE14-5	366
Sial Alcides	SED-6	217	Taberner Concepción	SE01-18 CARTEL	294

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Talamantes Contreras Pablo	GEOH-19	131	Tritlla Jordi	SE01-9	290
Talavera Mendoza Oscar	S1-2	246	Tritlla Jordi	SE01-14	292
Talavera Mendoza Oscar	S1-3	247	Tritlla Jordi	SE01-15	292
Talavera Mendoza Oscar	SE02-1	295	Tritlla Jordi	SE01-17 CARTEL	293
Taméz Ponce Antonio	GGA-29 CARTEL	193	Tritlla Jordi	SE01-18 CARTEL	294
Tapia Crespo Luis Arturo	SS2-22 CARTEL	392	Trujillo Batiz Priscila	SS3-9	395
Tapia Crespo Luis Arturo	SS3-29 CARTEL	403	Tubía J.M.	GEOPAL-1	135
Tapia Cruz Miguel Ángel	GET-55 CARTEL	180	Umhoefer Paul	SE14-7	367
Tapia Cruz Miguel Ángel	SE09-11 CARTEL	329	Umhoefer Paul	SE14-5	366
Taran Sobol Yuri	GEOQP-23 CARTEL	151	Umhoefer Paul	SE14-14 CARTEL	370
Taran Sobol Yuri	SIS-23 CARTEL	234	Umhoefer Paul	SE14-2	365
Tardy Marc	GET-41 CARTEL	173	Uribe Luna Jesús	GGA-18	189
Tardy Marc	S2-11	255	Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-20 CARTEL	119
Tardy Marc	SE03-5	303	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-3	135
Tardy Marc	SE16-1 CARTEL	377	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-4	136
Tejada Edgardo	GEOH-17	130	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-5	136
Tejada Martínez Adalberto	CCA-13	109	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-9	137
Tejada Martínez Adalberto	CCA-14	110	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-10	138
Télez Alatorre José Armando	VUL-14 CARTEL	240	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-11	138
Télez Alatorre José Armando	VUL-25 CARTEL	244	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-12	138
Télez Aviles Mariano	GP-15 CARTEL	199	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-13	139
Télez Aviles Mariano	GP-3	194	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-14	139
Tello Hinojosa Enrique	SE15-10	374	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOQP-5	143
Tello Hinojosa Enrique	SE15-11	374	Urrutia Fucugauchi Jaime	GGA-9	186
Terán Alberto Villa	SS2-9	386	Urrutia Fucugauchi Jaime	SED-9	218
Terán Luis F.	SIS-7	228	Urrutia Fucugauchi Jaime	S3-24	264
Tereshchenko Irina	CCA-1	106	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE13-30	360
Tereshchenko Irina	CCA-4	107	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE13-26	359
Tereshchenko Irina	CCA-7	108	Urrutia Fucugauchi Jaime	SS4-10 CARTEL	411
Tereshchenko Irina	CCA-15	110	Utrera Zárate Alberto	CCA-13	109
Tereshchenko Irina	OCE-12	207	Vaca Paulín Rocio	GEOQP-3	142
Tereshchenko Irina	OCE-13	207	Vachard Hatton Daniel	S2-13 CARTEL	256
Tereshchenko Irina	OCE-19	209	Vadim Novotriyosov	OCE-23 CARTEL	210
Tolson Gustavo	GET-23	164	Valcarce Ortega Rosa María	S4-29 CARTEL	278
Tolson Gustavo	GET-35	170	Valcarce Ortega Rosa María	SS2-10	387
Tolson Gustavo	GET-36	170	Valcarce Ortega Rosa María	GEOH-20	132
Tolson Gustavo	GET-51 CARTEL	178	Valderrama C. Rigoberto	GGA-16	189
Tolson Gustavo	GET-52 CARTEL	178	Valdés Galicia José Fco.	SE10-2	331
Tolson Gustavo	S4-4	267	Valdés González Carlos	VUL-2	236
Tolson Gustavo	SE04-7	308	Valdés González Carlos	VUL-3	236
Tolson Gustavo	SE04-9	309	Valdez Moreno Gabriel	GEOQP-14	147
Tolson Gustavo	SE07-3	313	Valdivia Luis	SS2-12 CARTEL	388
Tolson Gustavo	SS4-10 CARTEL	411	Valdivia Pimentel Daniel	MIN-10 CARTEL	203
Torres Alvarado Ignacio	GEOQP-1	141	Valencia Islas Juan José	SE04-8	309
Torres Alvarado Ignacio	SE15-6	372	Valencia Moreno Martín	GET-1	155
Torres De León Rafael	GET-27	166	Valencia Moreno Martín	GET-2	155
Torres De León Rafael	GET-50 CARTEL	177	Valencia Moreno Martín	SE01-3	287
Torres De León Rafael	GET-54 CARTEL	179	Valencia Moreno Martín	SE01-4	287
Torres López Mayra	S4-20 CARTEL	274	Valencia Moreno Martín	SE04-3	306
Torres López Mayra	S4-21 CARTEL	275	Valencia Víctor A.	SE01-1	286
Torres Morales Gilbert Fco.	SIS-21	233	Valencia Víctor A.	SE01-2	286
Torres Onofre Sandra	GEOH-15	129	Valencia Víctor A.	SE01-4	287
Torres Ramos Jesus Alberto	SE04-13 CARTEL	311	Valenzuela Wong Raúl	SIS-7	228
Torres Rodríguez Marco Antonio	SE15-8	373	Valerio Carlos Victor	SE09-11 CARTEL	329
Torres Rodríguez Marco Antonio	SE15-4	372	Vallejo Gómez Ernestina	SE13-12	352
Torres Rodríguez Rodolfo J.	SE15-9	373	Vallejo Gómez Ernestina	SE13-13	353
Torres Rodríguez Vicente	SE15-15 CARTEL	376	Vallejo Gómez Ernestina	SE13-15	354
Torres Rodríguez Vicente	SE15-16 CARTEL	376	Vallejo Gómez Ernestina	SE13-11	352
Torres Vargas Ricardo	GP-3	194	Valverde Placencia Antonio	SIS-18	232
Torres Vargas Ricardo	GP-15 CARTEL	199	Varela González Gabriela	S4-22 CARTEL	275
Toudert Djamel	SS7-1	416	Varley Nick	SE08-1	317
Trejo Soto Manuel	SS2-19 CARTEL	390	Vassallo Luis	SE01-11	290
Trelles Rios Nora A.	SS3-9	395	Vassallo Luis	SE01-19 CARTEL	294
Trelles Rios Nora A.	SS3-8	395	Vázquez Bello Efrain	GET-15	161
Trelles Rios Nora A.	SS3-30 CARTEL	403	Vázquez Castro Gabriel	SE13-20	356
Trelles Rios Nora A.	SS3-35 CARTEL	405	Vázquez Castro Gabriel	SE13-19	356
Trelles Rios Nora A.	SS3-6	394	Vázquez Contreras Adolfo	EG-1	113
Treviño Cázares Adalberto	GEOQP-16	148	Vázquez Gómez Ángel	VUL-16 CARTEL	241
Treviño Hernández Nelda G.	SE04-11 CARTEL	310	Vázquez González Rogelio	GEOH-16	130
Tristán González Margarito	S2-6	252	Vázquez González Rogelio	GEOH-17	130
Tristán González Margarito	S2-14 CARTEL	256	Vázquez González Rogelio	GGA-14	188
Tritlla Jordi	SE15-13 CARTEL	375	Vázquez González Rogelio	SIS-26 CARTEL	235
Tritlla Jordi	GP-9	196	Vázquez Lourdes	SE13-9	351
Tritlla Jordi	GP-11 CARTEL	197	Vázquez Rosas Ricardo	GGA-24 CARTEL	191
Tritlla Jordi	GP-13 CARTEL	198	Vázquez Rosas Ricardo	SIS-19	232
Tritlla Jordi	GP-14 CARTEL	198	Vázquez Selem Lorenzo	SE13-30	360
Tritlla Jordi	SE01-5	288	Vega Carreño Marina	SS2-10	387
Tritlla Jordi	SE01-6	288	Vega Granillo Eva Lourdes	GGA-13	188
Tritlla Jordi	SE01-7	289	Vega Granillo Ricardo	GGA-13	188

Autores	No. de Trabajo	Página	Autores	No. de Trabajo	Página
Vega Granillo Ricardo	S1-2	246	Yáñez García Camilo	SE15-2	371
Vega Granillo Ricardo	S1-3	247	Yáñez Gutiérrez Rene	SS1-5	380
Vega Rocha Daniel	SIS-20	233	Yáñez Trujillo Luis	SS1-11	382
Vega Rocha Daniel	SE15-5	372	Yáñez Trujillo Luis	SS3-13	396
Velasco García Agustín	GGA-28 CARTEL	192	Yáñez Trujillo Luis	SS3-34 CARTEL	405
Velasco Herrera Víctor	CCA-19 CARTEL	111	Yamoto K.	SE10-1	331
Velasco Segura Jorge A.	SED-3	216	Yussim Guarneros Sergio	GET-32	168
Velasco Suarez Victor Manuel	SE10-2	331	Yussim Guarneros Sergio	GET-34	169
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-16	148	Yussim Guarneros Sergio	SED-21 CARTEL	224
Velasco Tapia Fernando	SE01-16 CARTEL	293	Yussim Guarneros Sergio	S4-13	272
Velasquillo Martínez Luis G.	GET-33	169	Yussim Guarneros Sergio	S4-17 CARTEL	273
Velasquillo Martínez Luis G.	GET-47 CARTEL	176	Yussim Guarneros Sergio	SE09-14 CARTEL	330
Veliz Oscar	S3-7	259	Yutis Vsevolod	GET-60 CARTEL	182
Veliz Oscar	S3-18	262	Zabre Ramírez Hugo	MIN-10 CARTEL	203
Venegas Cardoso Francisco Raúl	SS3-19	399	Zaitsev Oleg	OCE-14	207
Venegas Salgado Saul	SE15-13 CARTEL	375	Zaitsev Oleg	OCE-15	208
Ventura Leonardo Alicia	SS3-6	394	Zaitsev Oleg	OCE-16	208
Ventura Ramírez Francisco	SIS-22	234	Zamora Patricia	SS2-12 CARTEL	388
Vera Sommer Emilio	EG-13	116	Zamudio Ángeles David José	GET-57 CARTEL	181
Verde Orozco Francisco	SS1-9	381	Zamudio López Luis	OCE-7	206
Verduzco Saldaña Bruno L.	S3-2	258	Zarate Del Valle Pedro F.	GEOQP-2	141
Victoria Morales Alfredo	MIN-2	200	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-3	106
Victoria Morales Alfredo	MIN-3	200	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-8	108
Victoria Morales Alfredo	MIN-4	201	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-7	206
Victoria Morales Alfredo	MIN-5	201	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-8	206
Victoria Morales Alfredo	MIN-7	202	Zavala Hidalgo Jorge	SS5-4	413
Victoria Morales Alfredo	S4-24 CARTEL	276	Zavala Monsivais Aurora	SED-4	216
Victoria Morales Alfredo	S4-26 CARTEL	277	Zegarra Martínez Héctor	GGA-2	183
Victoria Morales Alfredo	SE12-15 CARTEL	348	Zegarra Martínez Héctor	GGA-3	183
Vidal Erick	S3-8	259	Zenteno Gerardo	GEOQP-7	144
Vidal Erick	S3-21	263	Zepeda Luna Tania	SED-10	218
Vidal Gimeno Vicente	EG-7	115	Zermeño Benitez Carlos	SS3-15	397
Vidal Solano Jesús Roberto	SE08-16 CARTEL	323	Zobin Peremanova Vyacheslav	SIS-22	234
Vidal Villegas José Antonio	SIS-9	229	Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-1	236
Vidal Villegas José Antonio	SIS-11	230	Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-13 CARTEL	240
Vieyra G.	SE14-3	365	Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-25 CARTEL	244
Vilaclara Fatjo Gloria	SE13-18	355	Zolezzi Ruiz Hugo	SED-16	221
Vilaclara Fatjo Gloria	SE13-27	359	Zumaya Tirado Luis Alberto	SS3-8	395
Vilaclara Fatjó Gloria	SE13-30	360	Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-6	228
Vilaclara Fatjó Gloria	SE13-20	356	Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	S3-9	259
Villa García Luis Alberto	S4-14 CARTEL	272	Zúñiga Hernández Nadia	SE01-5	288
Villa Terán Alberto	SS2-7	386			
Villa Terán Alberto	SS2-21 CARTEL	391			
Villacura Aránguiz Bernardo	GET-50 CARTEL	177			
Villalpando Álvarez Alicia	S4-23 CARTEL	276			
Villamor Pérez Pilar	SIS-6	228			
Villanueva Estrada Ruth Esther	GEOQP-1	141			
Villanueva Estrada Ruth Esther	SE15-6	372			
Villarreal Fuentes Janet	SE01-6	288			
Villaseñor Cabral María Guadalupe	MIN-6	201			
Villaseñor Martínez Ana Bertha	PALEO-5 CARTEL	212			
Villaseñor Martínez Ana Bertha	SE07-2	312			
Villela Mendoza Almendra	EG-6	114			
Vinasco Vallejo Cesar	SE02-7	298			
Vinasco Vallejo César	SE02-11 CARTEL	300			
Weber Bodo	SE01-1	286			
Weber Bodo	SE02-5	297			
Weber Bodo	SE02-6	297			
Weber Scharff Marion	SE02-7	298			
Weber Scharff Marion	SE02-9	299			
Wiermann A.	S3-3	258			
Wintergerst Toledo Luis	SE09-9	328			
Wong Martin	GET-6	157			
Wong Ortega Victor Manuel	S4-30 CARTEL	278			
Wooden Joseph L.	SE07-1	312			
Wulf Sabine	SE13-31	361			
Wulf Sabine	SE13-33	362			
Wurl Jobst	GEOH-10	127			
Wurl Jobst	GEOH-11	127			
Wurl Jobst	GEOH-23 CARTEL	133			
Wurl Jobst	GEOH-25 CARTEL	134			
Wurl Jobst	GGA-22 CARTEL	191			
Wurl Jobst	S4-27 CARTEL	277			
Wurl Jobst	SS2-6	385			
Xie Hong	SE10-3	331			
Xu S-S	GET-33	169			
Xu S-S	GET-47 CARTEL	176			
Yagi Yuji	SIS-5	228			
Yang Wenbow	SE13-24	358			

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2004 es de \$400.00 para investigadores
y \$300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, B.C., México
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial, Instituto de Geofísica
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán
México, 04510, D.F., México
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y José M. Romo Jones
Editores

Costo anual de anuncios en GEOS

Instituciones:	Comerciales y Gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

GEOS

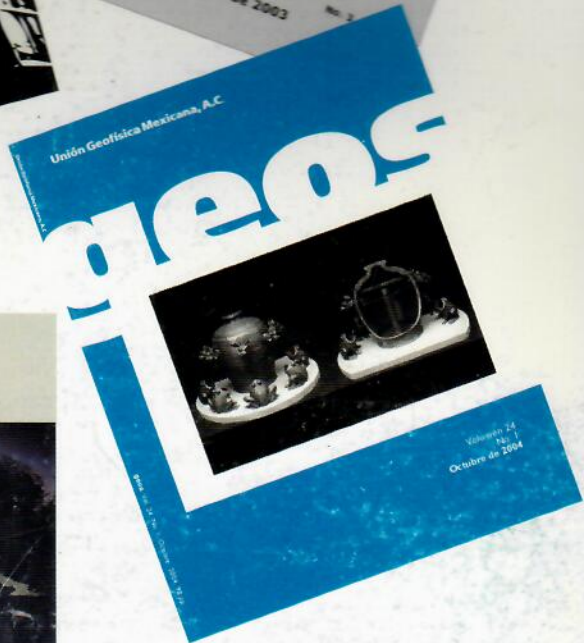
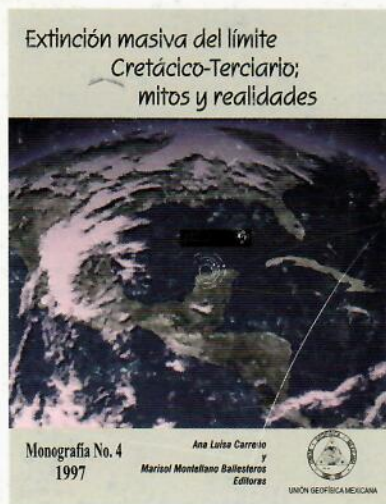
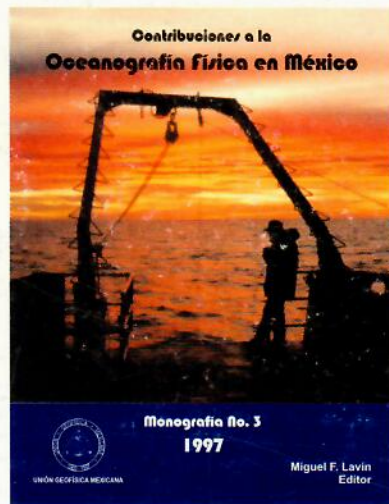
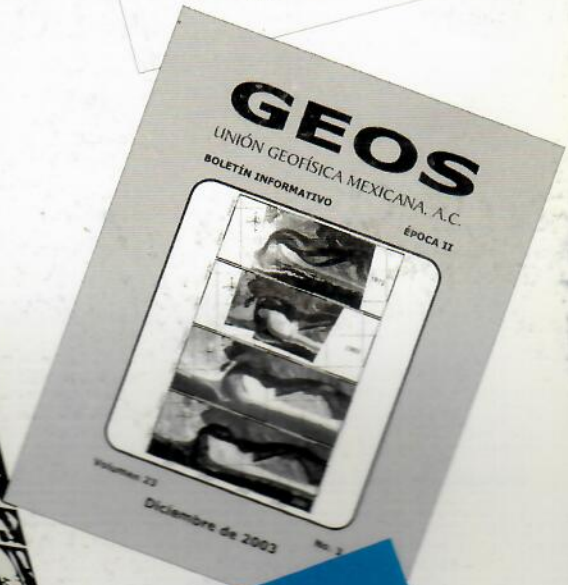
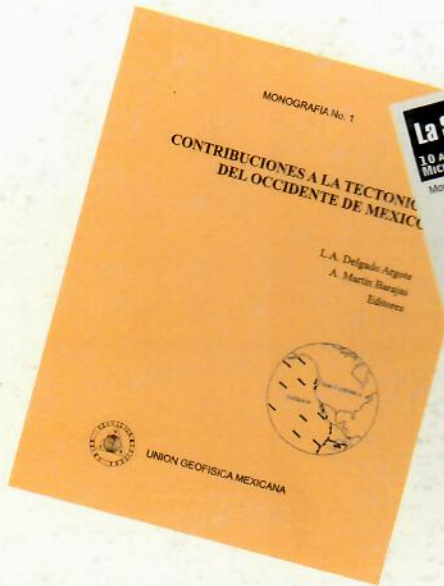
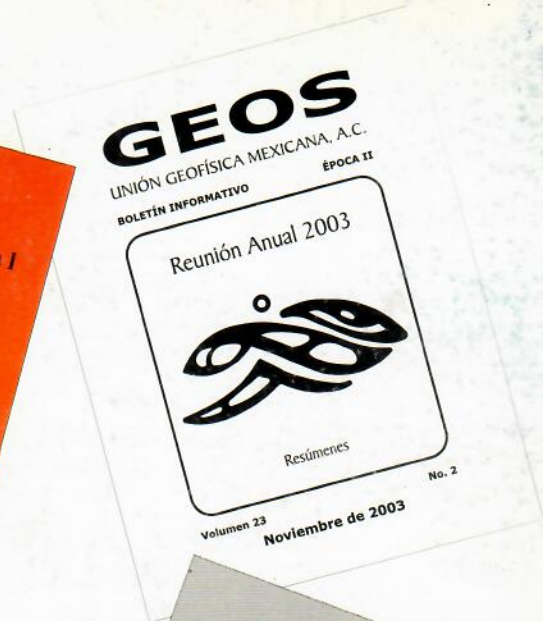
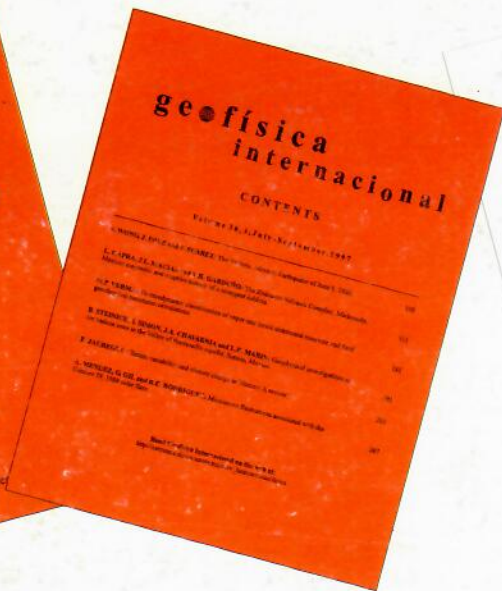
Revista a la venta con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Costo del ejemplar \$60.00

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial
Instituto de Geofísica, UNAM
Tel: (01)5622-4115 y 5550-2486
Correo electrónico: monica@igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.