

GGA-01

## DOCUMENTACION DE LOS GEOINDICADORES AMBIENTALES EN LA CUENCA Y VASO DE LA PRESA CERRO PRIETO, LINARES, N.L., MEXICO

Hector De Leon Gomez y Francisco Medina Barrera  
 Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
 E-mail: hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx  
 E-mail: famedina@ccr.dsi.uanl.mx

A través de los años de operación y funcionamiento de la presa Cerro Prieto, desde 1982, se han venido observando que dicha fuente de abastecimiento de agua potable se encuentra en un estado de operación y conservación muy deficiente.

A través de la documentación física de la serie de geoindicadores de impacto ambiental, se pudieron identificar tanto en su cuenca de captación, como en las cercanías de ésta, los siguientes indicadores: las lagunas de oxidación compuestas de todo el drenaje sanitario de los 100,000 habitantes de Linares y sus colonias conurbadas; el basurero municipal que alberga toneladas de desechos de origen doméstico, municipal e industrial. Estos focos de contaminación se localizan en la cuenca y a 3 km de distancia del vaso de la presa. En esta zona se tienen detectados por la SSA/1997 casos de inicios de «cólera» en las localidades de La Petaca y El Diez en sus norias y pozos de abasto; las descargas industriales de la ciudad industrial (óxidos y pinturas) que descargan sobre el río Camacho, afluente del río Pablillo y al vez colector principal de la presa; los derrames de hidrocarburos de la estación de servicio PEMEX del ejido Camacho, la cual derramó más de 40,000 litros de gasolinas, infiltrándose en el acuífero de grietas y poros y contaminando los pozos de abasto del Fraccionamiento Residencial Arboledas del Valle y los pozos de abasto del propio ejido. Además contaminó las aguas del río Camacho; las descargas clandestinas de talleres mecánicos de diversa índole que descargan directamente al colector de drenaje principal; las descargas domésticas de los asentamientos humanos ubicados en el lecho del río Pablillo; las descargas del centro turístico «Cerro Prieto», que se localiza en la margen norte del vaso de la presa; usos del suelo del vaso de la presa para fines agrícolas (pesticidas y fertilizantes) y ganaderos (Nitratos!!); los eventos deportivos oficiales en el vaso en la época de la «Semana Santa» a través de la Motonáutica; banda árida debido a los niveles de almacenamiento tan bajos; las enormes filtraciones (>800 l/s) de la cortina y diques 1 y 2; los deslizamientos de traslación de los diques y promontorios naturales; la aportación de basura en áreas recreativas hacia el vaso; alteración de los niveles freáticos debidos a los cambios extremos de almacenamiento del vaso.

Una vez identificados, clasificados y evaluados en su totalidad los geoindicadores, se elaborarán programas de prevención, remediación y saneamiento para los parámetros de los grupos de geoindicadores que así lo requieran y no sigan impactando el Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Monterrey.

GGA-02

## ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOFÍSICO EN UN ÁREA DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR UN RELLENO SANITARIO

Daniel Garza-Rocha, Sóstenes Méndez Delgado y Gabriel Chávez Cabello  
 Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Con la finalidad de determinar los problemas de aspecto geológico, que pudieran presentarse en la construcción de un Relleno Sanitario, para la Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales, en el Municipio de Salinas Victoria, Nuevo León, se realizaron estudios de Geología Superficial y Geofísica Somera con los objetivos de ubicar el nivel freático, la profundidad a la roca firme y determinar la presencia de fallas o fracturas en la formación Méndez (Lutitas). En el área de estudio no fue posible observar el contacto entre los sedimentos aluviales con las lutitas de la Formación Méndez, sin embargo, con la técnica de Refracción Sísmica se estimaron espesores entre 15 y 29 metros del material aluvial. Otro punto importante es que con el estudio Sísmico se observó un cambio en el relieve del contacto sedimentos aluviales con la roca del basamento (Formación Méndez).

Con base en la hidrogeología realizada en el área y en mediciones de conductividad eléctrica aparente (método electromagnético) se logró estimar la profundidad del nivel freático.

Los resultados obtenidos con Geofísica y Geología fueron corroborados mediante tres perforaciones realizadas en el área.

GGA-03

## DETERMINACION DE CONTAMINACION AMBIENTAL EN AREAS DE DUCTOS POR MEDIO DE TERMOMETRIA

Sergiy Sadovnychiy, Igor Bulgakov, Juan Manuel Lopez C. y Juan Carlos Valadez Perez  
 Gerencia de Tecnologia de Produccion, IMP

El problema de protección ambiental en el área de ductos de gas y petróleo en México, país que cuenta con más de 50,000Km. de ductos, es muy importante. La industria de la tubería ha hecho un trabajo óptimo en diseñar, construir, y operar dichas tuberías para asegurar que su operación proporcione la seguridad e integridad del público así como del mismo ducto.

Pero así como cualquier sistema técnico, las propiedades de las tuberías pueden alterarse o perderse con el transporte de material o con el paso de los años; preocupación que se ve acrecentada dado que muchas de ellas se instalaron entre los años 1950 a 1960. [1]

Para poder reducir las pérdidas es necesario efectuar una inspección periódica, dando a conocer los daños a fases tempranas de evolución. Existen diversos métodos para la detección de fugas en ductos, entre los más usados son: El de balance volumétrico y el de balance de fluido. La ventaja que presentan cualquiera de estos es la detección inmediata de la fuga. La desventaja es que en ambos solo es posible detectar fugas mayores de 1.25; 1.5% del fluido, aproximadamente (25 litros por minuto). Una fuga con un diámetro de 0.8 mm en un ducto con presión de 20 atmósferas causa una pérdida de 1,5 litros/minuto (pérdida menor a la sensibilidad de los

métodos). Que equivalen a 100 toneladas de petróleo en un lapso de 2 meses (tiempo aproximado para que el petróleo emerja a la superficie considerando una profundidad promedio del ducto). Por esta razón es necesario usar métodos alternativos para la detección de fugas.

El método que proponemos es por medio de termometría con ayuda de cámaras de bandas infrarrojas y vídeo. La oportunidad de inspección utilizando este, se basa en la segunda ley de JOULE, debido a que bajo la presión con la que se fuga el petróleo, una parte del producto pasa de un estado líquido a un estado gaseoso. Como resultado la temperatura ambiente se reduce en el lugar de la fuga. Por lo tanto, alrededor del lugar de la fuga (sobre la superficie del terreno) se formaran sitios locales con menor temperatura, las cuales podrán registrarse por el equipo infrarrojo. Un efecto similar se tendría en las tuberías de gas.

El modelo matemático de transferencia de temperatura o diferencia térmica entre el área de fuga y la superficie ambiental, es posible presentar según la siguiente función:

$$Tr = F(e, T_n, T_o, a, R_{at}, S, Lat, Ltr, H)$$

donde:  $T_n$  temperatura de pared del ducto (K);

$T_o$  - temperatura del tierra en la profundidad del ducto (K);

$e$  - coeficiente de radiación térmica;

$a$  - coeficiente de traspaso del color de superficie de la tierra ( $Wt/m^2 \cdot K$ )

$Ltr$  - conductividad térmica de la tierra ( $Wt/m \cdot K$ );

$Lat$  - conductividad térmica de aislación térmica ( $Wt/m \cdot K$ );

$H$  - distancia entre eje del ducto y superficie (m);

$R$  - radio exterior del ducto (sin aislación térmica) (m);

$R_{at}$  - radio exterior del ducto con aislación térmica (m);

$S$  - grosor de aislación térmica (m).

Para un ducto con diámetro de 0.5m con aislación térmica utilizando cinta de betún de 2mm, con una profundidad de 1.5m y con una diferencia de temperatura de 3°K, la diferencia de la temperatura en la superficie será de 0.3°K. Dicho valor es suficiente, para ser detectado con ayuda de la cámara infrarroja, que tiene una sensibilidad de 0.1°K.

El artículo presentará el modelo matemático para el cálculo de transferencia de temperatura vía la distancia sobre la fuga.

Las anomalías térmicas determinadas no siempre se asocian con un defecto, dado que estas pueden formarse por medio de anomalías de temperaturas ambientales, y esto puede ser causa de falsas alarmas. Por lo que es necesario complementar con equipo de vídeo[3], para minimizar las probables causas de las falsas alarmas y reducir el tiempo de inspección.

Además, en el presente artículo se presentarán los resultados de la inspección de ductos un Rusia, que muestran la efectividad de este método. [4]

En conclusión, podemos decir que se cuentan con las bases teóricas para detectar la contaminación del ambiente en áreas de ductos por medio de equipo infrarrojo.

1. Joseph C. Caldwell. The state of pipeline safety in the US. Proceedings of the Pipeline Reliability Conference, Houston, USA. 1996.
2. Geocological inspection of oil industrial enterprises. Edited by V.A. Shevnin and I.N. Modin, RUSO, Moscow, 1999.
3. Aleev R.M., Ovsianicov V.A., Chepurskiy V.N. Equipo infrarrojo a bordo para inspección de ductos del petróleo. Moscú, 1995.
4. R.B. Kulkarni and J.E. Conroy. Development of a pipeline inspection and maintenance optimization system (phase I). Final Report GRI, Chicago, Illinois, No.38, 1991.

GGA-04

### **OBSERVACIONES EXPERIMENTALES Y DE CAMPO SOBRE LA LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS DERIVADOS DE JALES HISTÓRICOS DE LA MINA MONTE SAN NICOLAS, GTO: IMPLICACIONES AMBIENTALES**

Carrillo-Chavez Alejandro<sup>1</sup>, Oelsner Gretchen<sup>2</sup>, Drever James<sup>2</sup>, Morton Ofelia<sup>3</sup> y Hernandez Elizabeth<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

<sup>2</sup> Depto. de Geología y Geofísica, Universidad de Wyoming

<sup>3</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

Resultados preliminares de experimentos de la celda húmeda (ECH) y de experimentos de lixiviación en columnas son comparados con resultados de muestras de lixiviados naturales tomadas en campo en los jales históricos de la mina Monte San Nicolás, Guanajuato. Esto se hace con el objetivo de evaluar el potencial de contaminación de metales pesados al agua y suelo de la cuenca de San Nicolás-Presa de Mata. Los jales históricos se encuentran localizados al noreste de la ciudad de Guanajuato y en la parte superior de la cuenca San Nicolás-Presa de Mata. Las pilas de jales fallaron y se erosionaron significativamente (aproximadamente un 15 % del total) durante una excepcional temporada de lluvias muy intensas hace unos 40 años. Como resultado de esto, una capa mas o menos continua de 5 a 10 cm de espesor de material de los jales se depositó entre los sedimentos aluviales de la planicie de la Presa de Mata, a unos 5 km aguas abajo de los jales. Los resultados de 10 semanas de ECH en jales indican que los sólidos disueltos totales (SDT) en los lixiviados se incrementan hacia la cuarta semana, y empiezan a disminuir hasta la semana número 9. Los principales elementos en los lixiviados son: Ti, Mn, Fe, and Se. Se tomaron 19 muestras de agua en el campo inmediatamente después de una de las primeras tormentas de la temporada (junio/2000) y otras 25 a mediados de agosto, durante el pico de la temporada de lluvias.

Las primeras muestras se asume que representan los primeros lixiviados de la temporada. Los resultados indican que estos lixiviados naturales tiene ligeramente menor SDT y menores concentraciones de Ti, Mn, Fe, As y Se que los lixiviados de los ECH. Esta diferencia es lo que se esperaría puesto que los ECH aceleran el proceso de intemperismo y lixiviación. Se están

desarrollando también experimentos de lixiviación en columnas con material de los jales y sedimentos. También se están desarrollando extracciones secuenciales en jales y sedimentos para determinar la disponibilidad y movilidad de los metales detectados. Los ECH se desarrollarán por otras diez semanas. La combinación de resultados de laboratorio y de muestras de campo provee información básica sobre los controles geoquímicos de los metales y su potencial de liberación al medio ambiente.

GGA-05

### **CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA DE LAS PRESAS DE JALES DE LA MINA DE ZACUALPAN, MEXICO**

Bocanegra Gerardo y Carrillo-Chavez Alejandro  
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Se combinan métodos geofísicos y geoquímicos para caracterizar la movilidad de metales pesados en las presas de jales activas de la mina de Zacualpan, Estado de México. Esta mina esta localizada en una región montañosa a unos 164 km al suroeste de la ciudad de México. El clima de la región es templado y semi-lluvioso. El área donde se localiza la mina drena hacia el Río Ayotusco y eventualmente hacia al Río Balsas, principal río de la parte central-pacífico de México. La mina de Zacualpan explota sulfuros de Ag, Pb y Zn en vetas de cuarzo encajonadas por rocas metamórficas. Actualmente, existen dos presas de jales, una casi siempre seca y la otra parcialmente saturada. El volumen combinado acumulado es de unas 400,000 toneladas de jales. Se muestreo agua del interior de la mina y de algunos manantiales cercanos a la mina. Las concentraciones de metales en los manantiales aguas arriba de la mina se consideran como valores de fondo. También se muestrearon lixiviados de las presas de jales y los resultados de los análisis se comparan con los valores de fondo. Se realizaron 2 sondeos eléctricos verticales perpendiculares con abertura máxima  $AB/2 = 100$  m, y 8 sondeos azimutales con abertura de  $AB/3 = 1$  m. Se detectaron tres capas internas en los jales: a) zona no saturada; b) zona saturada; y c) basamento. Las zonas no saturada y saturada presentan capas con alta anisotropía en diferentes direcciones y a diferentes profundidades. Se han instalado 5 nidos de piezómetros en diferentes partes de las presas de jales. También se están desarrollando experimentos de lixiviación en columnas. La combinación de resultados de laboratorio, y de geofísica y geoquímica de campo ayuda a caracterizar la movilidad de metales en esta tipo de yacimiento mineral y en esas condiciones climáticas.

GGA-06

### **METODOLOGÍA PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS**

Maciel-Flores Roberto  
CUCBA, Universidad de Guadalajara

Los desastres ocurridos en el Estado de Jalisco y otras partes del mundo, por causas naturales y por intervención del hombre, así como la presencia de enfermedades infecciosas asociada a residuos y sustancias peligrosas, consideradas como una de las causas de muerte en el mundo, han motivado investigaciones de áreas diversas como es de ciencias naturales y de salud, realicen estudios, como el presente, sobre la asociación de La salud de los ecosistemas, como un parámetro ambiental de la salud humana.

El estudio presentado, analizan a los Bancos de Material Geológico (BMG), como una de las actividades antropogénicas, que más alteran a un ecosistema y en consecuencia la salud de la población. Se selecciono este tema debido al creciente número de BMG, en las inmediaciones de centros en desarrollo, como es la Metrópoli de Guadalajara, y, por los antecedentes de que la mayoría, los BMG en antaño tuvieron un mal manejo ambiental, y en consecuencia representan un riesgo para la Salud Ambiental, porque a su termino, se generaron zonas inestables (con derrumbes o una topografía irregular) y se ha permitido dentro de, ó en zonas adyacentes, la creación de basureros o viviendas.

Para tener una idea de la dimensión del problema, entre 1995 a 1997, época en que por la economía del país y la construcción no demando un gran volumen de material, se trabajaron 76 BMG, que ocupan aproximado 520.32 Has. De 1980 a 1995, se estima que los BMG requirieron mas de 3,000 Has. Para evitar que esta superficie quede inhabilitada, urge desarrollar dos acciones: a) promover la restauración o rehabilitación de BMG para minimizar zonas de riesgo en zonas urbanas y b) impedir que estos se conviertan en basureros.

A partir de este estudio se desarrolla una metodología que ofrece una solución para restaurar BMG, antiguos o nuevos y contribuir a evitar, o minimizar, problemas de salud e impacto ambiental, así como, peligros derivados de estos proyectos. Su implementación requiere: Un diagnostico ambiental, para BMG antiguos; Estudio de impacto ambiental para BMG nuevos; Aplicación de medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos; Revisión y planeación del uso del suelo y Modelación de la morfología del lugar para integrarlo a un uso productivo, posterior al aprovechamiento. Esta metodología incluye el estudio de los peligros naturales en la localidad, para definir las obras y acciones necesarias para minimizar tanto la vulnerabilidad de la población, presente o futura, así como sus riesgos.

Los basureros creados en los BMG, han generado problemas de salud ambiental, directos e indirectos, sobre todo en aquellos en que se permitió, al termino de su relleno, la construcción de habitaciones. Actualmente se presentan: Problemas sociales; Emisión de lixiviados y gases (metano); Hundimientos (en habitaciones construidas sobre basureros); Inundaciones; Deslizamientos; Cambio de uso y valor del suelo; Impacto al paisaje; Desarmonías; Degradación de la calidad de vida salud e higiene; Corrosión de estructuras; Concentración de fuentes de contaminación microbiana, que han generado diversas enfermedades infecciosas, pulmonares, intestinales, septicemia, deficiencias de la nutrición, de la piel y del tejido celular subcutáneo; de ojos y sus anexos y de vías urinarias.

Como estudio de caso se aplica esta metodología, en un BMG, en el cual se crea un proyecto de abandono a desarrollar en casi 20 años, el proyecto es acorde con las necesidades ambientales específicas del lugar y de financiamiento de los propietarios. El proyecto, considerando parámetros como: Aspecto social; Restauración morfológica; Conducción apropiada del agua; Reincorporación de suelo, Vegetación y Regreso de fauna al predio. El proyecto de abandono contempla dejar el terreno apto para áreas verdes, estacionamientos, parque publico, almacenes y zona habitacional. Se obtuvo su aprobación por parte de los promoventes y autoridades involucradas. Con esta aplicación, se demuestra que es factible hacer el aprovechamiento sustentable de la roca como recurso natural y tener un uso de suelo productivo posterior a la explotación, que satisfagan las necesidades de la sociedad sin

menoscabo de la calidad de la salud ambiental y sin una afectación al patrimonio de los futuros propietarios de los terrenos donde se desarrolle un BMG.

Así como fue factible desarrollar un proyecto de abandono para restaurar el BMG tomado como estudio de caso, se estima que en otros BMG, se pueden revertir los daños a ecosistemas alterados, mediante proyectos que permitan una nueva fase de aprovechamiento con tendencias a la restauración biológica, mecánica, este tipo de proyectos deben de tener la finalidad de minimizar, los impactos adversos causados en antaño al ecosistema, los riesgos a la salud y a la calidad de vida. Aún cuando lo óptimo por costos y ambientalmente, es realizar el aprovechamiento de un BMG siguiendo un proyecto de abandono previamente desarrollado, que considere que al final el predio se deje apto para su aprovechamiento (agrícola, forestal, urbano, etc.).

GGA-07

### **ANÁLISIS DEL ENTORNO NATURAL DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO: UN ENFOQUE DE GEOLOGÍA URBANA**

Mitre Salazar Luis Miguel, Martínez Reyes Juventino y Arzate Flores Jorge Arturo  
UNICIT, UNAM

La ciudad de Querétaro capital del Estado del mismo nombre se ha caracterizado en los últimos años por un crecimiento poblacional considerable si se le compara con el de otras ciudades mexicanas, lo cual ha traído como consecuencia directa una serie de modificaciones importantes al entorno natural.

En este trabajo se analiza la problemática que este crecimiento ha tenido sobre el medio natural, desde un enfoque de la Geología Urbana, poniendo énfasis en las características morfoestructurales del paisaje natural y como éstas en determinadas circunstancias han sido factores limitantes del desarrollo urbano y en otras han sido seriamente afectadas por las actividades antrópicas en detrimento del desarrollo sustentable esperado para esta urbe e incorporando riesgos potenciales para la población y sus bienes.

En Querétaro, como en otras ciudades mexicanas el desarrollo urbano basado en una planeación armónica con el medio natural ha estado ausente a pesar de los esfuerzos que se han venido realizando mediante la elaboración de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano, tanto municipales como delegacionales, siendo en la actualidad completamente obsoletos e inoperantes.

En dichos planes se manifiesta explícitamente la intención de establecer un proceso de desarrollo territorial estructurado y equilibrado mediante la regulación de los usos del suelo, la definición de directrices a seguir en materia de estructura e infraestructura urbana así como en protección e impacto al medio ambiente y riesgos urbanos. Sin embargo, el ritmo acelerado del crecimiento de la zona urbana entre otros factores, ha impedido que se alcancen dichos objetivos, en detrimento del medio y poniendo en riesgo evidente que se pudiera alcanzar el desarrollo sustentable en esta urbe.

Un ejemplo y reflejo de lo anterior se manifiesta por el crecimiento de las nuevas zonas habitacionales las cuales prácticamente han ahorcado a las zonas industriales, anteriormente diseñadas para estar alejadas de las primeras, tanto por cuestiones de ordenamiento como por seguridad.

De esta manera, la distribución actual de los diferentes componentes urbanos es desordenada, incorporando con ello, una problemática en la distribución de los servicios básicos y aumentando el riesgo potencial a la población por algún desastre derivado de la industria.

El cambio de uso de suelo, de zonas favorables para la agricultura a zonas para uso urbano se ha hecho a un ritmo considerable, provocando serios problemas de erosión y degradación del suelo.

El paisaje natural en términos generales muestra alteraciones importantes y en ocasiones ha sido seriamente modificado por la presencia de numerosas canteras de explotación tanto de material pétreo como arenoso para resolver la enorme demanda de material para la creciente industria de la construcción, ocupada principalmente en la vivienda de interés social.

En estos casos, adicionalmente al impacto ambiental que produce este tipo de obras los ecosistemas, cuando son abandonadas son el lugar «idóneo» para la disposición clandestina de basura, convirtiéndose en un foco potencial para la contaminación del suelo y de los mantos acuíferos. De igual manera, las canteras constituyen una de las fuentes más importantes para la contaminación del aire.

El medio natural actualmente esta soportando las presiones tanto de los cambios de uso del suelo, como de la extracción de agua para satisfacer las demandas cada día mayores de la creciente población y de la industria.

En este último caso, ya es manifiesto el desequilibrio que se ha tenido de manera que se ha producido una sobre explotación de los mantos acuíferos, forzando con ello a las autoridades competentes a encontrar fuentes alternas para el abastecimiento del vital líquido a la población.

Es evidente de lo anterior que la capacidad de carga que esta región tenía era mucho menor que la demanda por parte de las actividades antrópicas impuestas durante los últimos años. Adicionalmente a la limitación para disponer de un mayor caudal de agua subterránea, se han manifestado en el entorno urbano de Querétaro los efectos de esta sobre explotación por varios sitios donde la subsidencia es por demás evidente.

La ciudad de Querétaro está ubicada dentro de la Provincia Geológica de la Faja Volcánica Transmexicana, caracterizada por un relieve mixto de naturaleza volcánica y pequeñas cuencas sedimentarias con influencia volcanoclástica.

Hacia la parte meridional de la ciudad, el paisaje está dominado por el volcán el Cimatarío, cuyos productos eruptivos se extienden hacia el norte hasta la parte urbana y al SW en los alrededores de La Negreta, se confunden con derrames andesítico-basálticos más antiguos.

Al Este y Norte inmediato de la ciudad, el paisaje esta conformado por una serie de mesas compuestas por sedimentos terrígenos, lacustres y tobaceos coronados por basaltos, más o menos planas, cortadas por arroyos según una dirección preferencialmente E-W. Estas mesas que en su extremo occidental se muestran tabulares, terminan al Este de la ciudad en forma puntiaguda, conformando mesetas triangulares, el límite de este paisaje se ubica a lo largo de una línea imaginaria entre el Salitre y San José El Alto. La altura máxima promedio alcanza los 2000 m.s.n.m.

Inmediatamente al norte de esta línea, el paisaje esta compuesto por mesetas morfológicamente similares a las anteriores, pero compuestas por una mayor predominancia de tobas y en mucho menor cantidad por sedimentos lacustres y terrígenos, coronadas por basaltos; estas mesetas son menos definidas en sus rasgos, y combinadas con la presencia de conos volcánicos en la parte superior, y disectados por un drenaje esencialmente orientado según una dirección similar a la anterior, es decir, E-W. Este elemento paisajístico, termina en su parte norte a la altura de Santa Rosa Jaúregui. La altura de las mesas por lo general es superior a los 2000 m.s.n.m., rebasando los 2300 m.s.n.m. los conos volcánicos más elevados.

La parte occidental de la ciudad de Querétaro se caracteriza por un paisaje volcánico típico de esta provincia geológica, pudiendo destacar algunas diferencias en su parte septentrional y meridional.

En la primera, prácticamente todo el espacio esta conformado por amplios lomeríos constituidos por derrames volcánicos andesítico-basálticos, destacando en el paisaje las formas cónicas de algunos aparatos volcánicos, llama la atención en esta región la alineación de algunos de estos conos, sugiriendo un origen asociado directamente a la presencia de alguna fractura, las direcciones sobre las cuales se alinean estos elementos son sensiblemente E-W y NE-SW. Las altura de las lomas es superior a los 2000 m.s.n.m. en tanto que los conos volcánicos superan los 2700 m.s.n.m. En algunos casos, hacia la parte oriental de esta región es posible observar unidades continentales subyaciendo a los derrames lávicos.

La segunda esta limitada por una línea que une a las poblaciones de Ixtla El Bajo con Tlacote El Bajo, y en su parte oriental el paisaje esta conformado por una amplia meseta rectangular, orientada sensiblemente N-S, constituida por sedimentos lacustres, terrígenos y tobáceos, sobre los cuales descansan una secuencia basáltica, la cual corona la mesa, con alturas máximas de 2000 m.s.n.m.; la parte occidental esta marcada por un escalón estructural correspondiente con una falla, destacando en su parte septentrional elementos volcánicos (lomeríos de derrame y conos), con elevaciones hasta 2100 m.s.n.m. y mesas coronadas por basaltos en su extremo meridional, a una altura promedio de 1800 m.s.n.m.

La ciudad de Querétaro, propiamente dicha ocupa las partes más bajas de esta región, con una elevación promedio de 1750 m.s.n.m., y esta sentada sobre un relleno sedimentario reciente que cubre a los productos volcánicos y lacustres más antiguos, que afloran en las parte más altas que rodean el valle.

La parte más antigua de la ciudad, esta protegida al Este, por las mesetas basálticas orientales y por los derrames del Cimatario al Sur, formando un rectángulo con la presencia de tres elementos morfológicos de origen volcánico, correspondiendo con derrames andesítico-basálticos entre loscuales destaca el célebre Cerro de Las Campanas de importancia histórica. Hacia el Este, el paisaje es dominado por un valle, hasta encontrar el elemento morfológicos de las mesetas de Tlacote. De esta manera, el valle correspondería aparentemente a una fosa tectónica orientada N20°W y limitada en sus bordes oriental y occidental por las mesetas volcánicas, y su límite meridional correspondería con los derrames volcánicos del Cimatario, en tanto que su límite norte serían los elementos volcánicos septentrionales.

Dentro de esta planicie y hacia su parte meridional se observan algunos cerros aislados similares a los que se encuentran en la parte centro oriental, de composición andesítica emergiendo del valle por la presencia de algunas fallas.

El paisaje antes descrito, si bien puede ser diferenciado por su morfología puede también individualizarse por sus características litológicas, por un desarrollo distinto en la red de drenaje y por algunas características estructurales.

Las fronteras entre los paisajes naturales reconocidos por lo general corresponden con sistemas de fallas, con dos direcciones preferenciales, resultados preliminares del levantamiento gravimétrico confirman lo anterior.

El primer sistema de fallas muestra en general una orientación N-S y es responsable de la formación de la fosa tectónica de Querétaro y de los escalonamientos que se observan en las mesas occidentales.

Los límites de la fosa de Querétaro son:

Al oriente una falla que va desde el flanco oriental del Cimatario hasta el poblado de San Pedrito el Alto, mostrando una interrupción por una falla del segundo sistema (E-W). Un poco más al W, existe una segunda falla orientada también N-S, que corre prácticamente paralela a la carretera Querétaro- San Luis Potosí y que se extiende desde la colonia Los Olvera en el sur, hasta los alrededores de Santa Rosa de Jaúregui en el norte.

Al poniente una falla con una traza más o menos continua, con dirección N-S, desde el poblado de Balvanera en su extremo meridional hasta el poblado de Mompani en su límite septentrional. Al oeste de esta falla existe otra de igual dirección, aunque ligeramente convexa hacia el Este desde el poblado de Marroquin en el Sur hasta Ixtla El Bajo en el norte.

La naturaleza diversa del paisaje natural de esta zona responde directamente a factores de carácter litológico y estructural, como procesos internos y a un modelaje general por los procesos externos, dominados principalmente por efectos eólicos e hidráulicos.

Desde el punto de vista estructural existen rasgos por demás evidentes que corresponden con sistemas de fallas y fracturas que afectan a casi todas las unidades presentes en la región excepción hecha con los sedimentos del relleno del valle de Querétaro. En algunos casos las fallas ubican los límites entre las diversas unidades morfológicas reconocidas, aportando por una parte información para entender la evolución tectónica de la región, y por la otra para poder entender la diferenciación del paisaje natural.

De esta manera se pudieron reconocer diversos bloques, delimitados por fallas de tipo normal, que corresponden a dos sistemas cuyas orientaciones dominantes son N-S y E-W.

El análisis individual de cada uno de estos bloques por su diferente naturaleza litológica, por su expresión morfológica, por el arreglo estructural que presenta es de suma importancia para poder evaluar la vulnerabilidad y peligro que pudieran presentar para las diversas actividades antrópicas y al mismo tiempo se puede evaluar el grado de presión que cada uno de estos bloques esta soportando por el desarrollo urbano.

Tomando en cuenta lo anterior es de suponerse que debido a estas diferencias naturales, cada uno de ellos deberá responder de manera distinta, considerando la capacidad de carga de cada uno de ellos como respuesta a la demanda de recursos y de uso de suelo tan diverso como es el caso de la Ciudad de Querétaro.

La vulnerabilidad natural que presenta el entorno natural del área estudiada se restringe a los cambios de uso de suelo que se han venido sucediendo en los últimos años, y tiene mucho que ver con el grado de preparación que se ha tenido para armonizar el desarrollo urbano con las condiciones y vocación natural del área.

En este aspecto se debe insistir en que este proceso ha estado ausente, trayendo como consecuencia directa en algunos casos el desequilibrio entre los factores natural y antrópico, caracterizando la región como muy alterada desde el punto de vista ambiental.

Según las tendencias demográficas actuales y movimientos migratorios puede considerarse que la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro rebasará el millón de habitantes al año 2000, con una tasa de crecimiento de 6.7% medio anual, por lo tanto es urgente que se tomen las medidas adecuadas para corregir las tendencias actuales del crecimiento urbano y que este se lleve a cabo con estricto apego con la capacidad de carga que ofrece el medio natural, de lo contrario, los problemas que se presentarán en esta urbe en los próximos años tendrán consecuencias graves e irreversibles.

GGA-08

## UN INVENTARIO DE LOS PELIGROS NATURALES QUE AFECTAN EL ESTADO DE SONORA

Minjarez Sosa Jose Ismael<sup>1</sup> y Villa Teran Alberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Geología, Universidad de Sonora

<sup>2</sup> Unidad Estatal de Protección Civil

El Estado de Sonora se localiza en la porción Noroeste de la Republica Mexicana y dada su ubicación geográfica especial, es propenso a muy diversos peligros naturales, algunas veces difíciles de comprender por el contraste que se presenta entre ellos mismos.

Dentro de los agentes perturbadores de origen meteorológico que más destacan, debido a su frecuente incidencia y a los importantes daños humanos y materiales que causan, son los huracanes, que en los últimos 60 años, 24 han tocado tierra. De acuerdo a lo anterior, a Sonora le corresponde el 9% del peligro de impacto por este tipo de meteoros del total del Pacífico Mexicano. El Sur de la Entidad ha recibido el 70% del total de los ciclones, siendo los municipios de Huatabampo, Navojoa, Cajeme, Etchojoa, Benito Juárez, Alamos, Bácum, Empalme, San Ignacio Río Muerto y Guaymas, los que más expuestos a este peligro, y en menor medida Hermosillo, Magdalena, Caborca, Puerto Peñasco y Santa Ana. Una de las mayores consecuencias que provocan los fenómenos meteorológicos son las inundaciones, correspondiéndole al Estado el 9.7% de todas las inundaciones fluviales del País. Se acusa una mayor incidencia relativa a las inundaciones por avenida extraordinaria. Por otra parte en los últimos 40 años, 21 municipios han registrado inundaciones pluviales, con un promedio anual de 0.44 localidades afectadas (período de retorno de casi 2 años). Debido a sus características geomorfológicas son vulnerables a este tipo de inundaciones todos los municipios costeros, así como, Nogales, Agua Prieta, Naco, Alamos, Magdalena, Santa Ana y las localidades asentadas en la cercanía de los ríos Sonora, San Miguel

y el Yaqui. En lo que respecta a inundaciones debido a mareas de tormenta se encuentran expuestas las localidades de Empalme, Guaymas, Puerto Peñasco y Yavaros.

En contraste a lo anterior en la Entidad se han identificado 70,093 Km<sup>2</sup> con sequía permanente, ubicadas hacia la porción costera, representando el 12% del total de los municipios y el 38% en razón de la superficie del territorio sonorense.

Otro peligro natural para los habitantes de Sonora, son los de origen geológico, sobre todo los sismos, siendo posible agruparlos de acuerdo a su origen en dos zonas: los relacionados con el Sistema de fallas de San Andrés, que tiene como zona de influencia los municipios colindantes con el litoral Sonorense: Huatabampo, Navojoa, Cajeme, Guaymas, Empalme, Hermosillo, haciéndose énfasis en las localidades de San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco; la otra se ubica en la parte Noreste, en los municipios cercanos a la Falla de Pitaycachi, sobre todo los poblados de Bavispe, Fronteras, Esqueda, Agua Prieta y Granados.

Otros fenómenos geológicos que inciden en el Estado, de acuerdo a sus condiciones geológicas y topográficas, son los deslizamientos y movimientos de suelos. Las zonas más afectadas en cuanto a derrumbes y movimientos de masa son: Guaymas, Nogales, Hermosillo, Nacojarí y Cananea. Colapsos de suelo han sido reportados en Hermosillo, Empalme y Caborca.

GGA-09

## MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y RESTAURACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

S. Manzo, A. Torres, J.A. Avalos, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando  
CIIDIR, IPN, Michoacán

No existe en México un inventario de sitios contaminados con hidrocarburos (HC), ni programa de evaluación de riesgos de estos sitios. La contaminación del suelo y del agua subterránea asociada a los hidrocarburos es la más común en nuestro país, sin embargo no existen programas ni procedimientos de restauración de sitios contaminados.

Con esta propuesta se busca desarrollar un modelo de simulación matemática utilizando algoritmos computacionales para cribar sitios con suelo contaminado, utilizando SSL específicos, con la finalidad de seleccionar sitios sujetos a estudios de evaluación de riesgos y restauración en forma rápida y económica y diseñar un modelo de selección de tecnologías de restauración en sitios contaminados con HC. Adicionalmente se modificará y aplicará una metodología de evaluación de riesgos al ambiente y a la salud NAS-EPA para su utilización en México.

La zona de estudio abarca el estado de Michoacán el cual cuenta con una superficie total de 59,864 km<sup>2</sup>. El universo de estudio esta constituido por noventa y cinco estaciones de servicio las cuales corresponden, aproximadamente, al 50% del total de estos establecimientos ubicados en el estado (el total de gasolineras es de 186).

Actualmente se ha realizado la fase de investigaci[on preliminar en las 95 estaciones de servicio, lo que nos ha permitido observar fugas de combustible en diferentes puntos, falta de mantenimiento general, desuso de los codos de descarga, tierra física inadecuada, uso de materiales inadecuados, entre otros.

Al finalizar el estudio se contará con un inventario de los riesgos presentes en estaciones de servicio que han contaminado el suelo y el agua subterránea en el estado de Michoacán, adicionalmente se establecerán estrategias de restauración para las gasolineras afectadas, en el caso de que resulten contaminadas. Los resultados que se obtengan podrian ser aplicados en el resto del país.

GGA-10

### **MODELO DE CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN**

J.A. Avalos, A. Torres, S. Manzo, R. Ramírez, F. Salcedo, A. Ochoa, N.A. Aguilera y F. Villalpando  
CIIDIR, IPN, Michoacán

Nuestro país carece de un inventario de sitios contaminados con hidrocarburos (HC), y además carece además de un programa de caracterización de estos sitios. La contaminación del suelo y del agua subterránea asociada a los hidrocarburos, es la más común en la República Mexicana, sin embargo no existen programas ni procedimientos de restauración de sitios contaminados.

Esta investigación busca establecer un modelo de simulación matemática utilizando algoritmos computacionales para predecir en forma rápida y económica el comportamiento de los H.C., en un sitio contaminado con gasolina y diesel; este modelo se utilizaría además como una poderosa herramienta que permita aplicar medidas urgentes en caso de derrames accidentales aislando o neutralizando la mancha de contaminantes. Asimismo se desarrollaría modelos de caracterización de sitios contaminados con HC y se diseñarían matrice de cribado de tecnologías de caracterización y restauración guías de aplicación para sitios contaminados con HC.

Actualmente se ha realizado la fase de investigación preliminar en las 95 estaciones de servicio, lo que nos ha permitido observar fugas de combustible en diferentes puntos, falta de mantenimiento general, desuso de los codos de descarga, tierra física inadecuada, uso de materiales inadecuados, entre otros.

Al finalizar el estudio se contará con un inventario de estaciones de servicio, que han contaminado el suelo y el agua subterránea en el estado de Michoacán, adicionalmente se establecerán estrategias de restauración para el 51% de las Estaciones de Servicio del estado, en el caso de que resulten contaminadas. Elementos indispensables para definir las políticas de control y restauración de sitio contaminados con HC en Michoacán.

GGA-11

### **IDENTIFICACIÓN DE VARIACIONES ESTRATIGRÁFICAS EN DEPÓSITOS RECIENTES UTILIZANDO EL RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE**

Carreón Freyre Dora Celia, Kouzoub Nikolai y Salas Solis Federico

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Se evalúa la capacidad de detección del Radar de Penetración Terrestre (RPT) para fines estratigráficos en secuencias alternantes de arcillas, arenas y cenizas volcánicas, comunes en varias cuencas fluviales y volcano-lacustres del país. Se presentan los primeros resultados de una serie de levantamientos llevados a cabo en algunas localidades de México, Querétaro y Nuevo León. Además, se menciona el procesamiento de datos que se considera mas adecuado para enfatizar las variaciones estratigráficas de un perfil de suelo sin disturbar la señal recibida.

Para este trabajo se efectuó un análisis de las condiciones de detección del RPT en medios con una estructura geológica conocida, con el fin de identificar la respuesta de las ondas electromagnéticas al propagarse en medios anisótropos y reflejarse en diversos tipos de discontinuidades geológicas, generalmente asociadas a discontinuidades eléctricas. Las secciones radar fueron levantadas con diferentes frecuencias y con dos radares diferentes; con el ZOND 12c se utilizaron las antenas de 300 y 900 MHz y 2 GHz, y con el RAMAC/GPR se utilizaron las antenas de 100 y 200 MHz.

La ventaja principal que ofrece este método de prospección radica en la posibilidad de realizar perfiles continuos del subsuelo hasta de 20 m de profundidad, dependiendo de las propiedades eléctricas de los materiales geológicos. Además, en medios granulares y con las frecuencias utilizadas por el RPT (de algunas decenas de Megahertz a algunas unidades de Gigahertz) la propagación y reflexión de las ondas electromagnéticas depende en gran parte del contenido de agua y de la salinidad de la misma, así como de las características texturales y mineralógicas de la fase sólida. Estudios recientes demuestran que es posible establecer una relación directa entre las propiedades eléctricas de materiales arcillosos con algunas de sus propiedades físicas y mecánicas.

GGA-12

### **EL PELIGRO DE INUNDACIONES EN UN CENTRO HABITADO: EL CASO DE LA CIUDAD DE MORELIA, MICH., MÉXICO**

Arreygue-Rocha E.<sup>1</sup>, Garduño-Monroy V.H.<sup>1</sup>, Canuti P.<sup>2</sup>, e Iotti A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IIM, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo  
E-mail: arrocha@zeus.ccu.umich.mx

<sup>2</sup> Università degli Studi di Firenze, Italia

Todo desarrollo urbano necesita de nuevas áreas, esta necesidad está ligada a la interacción de diversos factores socio-económicos. Uno de los factores que está comprometido con el crecimiento urbano de un determinado territorio, es su morfología así como también el tipo de procesos geomorfológicos.

Desgraciadamente se presentan áreas que tienen una morfología muy buena desde el punto de vista urbano, debido a que son planicies o fácilmente accesibles, pero en realidad estas están caracterizadas de un elevado riesgo hidrogeológico.

Es evidente que una correcta expansión urbana debe tener las bases en un conocimiento profundo del territorio, desde el punto de vista geológico, geomorfológico e hidráulico.

En la ciudad de Morelia existen diferentes áreas conocidas desde hace tiempo debido a sus constantes inundaciones. El fuerte desarrollo urbano que ha afectado la ciudad ha hecho que en los últimos diez años una gran parte de estas áreas hayan sido afectadas por los asentamientos habitacionales, ahora potencialmente zonas de riesgo hidrogeológico.

La red hidrográfica que afecta la ciudad está constituida por tres ríos: Río Grande (el principal), Río Chiquito y Río La Hoya.

En el presente estudio se considera la situación del Río Chiquito, afluente de derecha del Río Grande. Se trata del río caracterizado por los problemas hidráulicos más significativos y del cual se tiene mayor información.

El río Chiquito se localiza en la parte sur de la ciudad y su longitud es de aproximadamente 20 Km, su cuenca hidrográfica tiene una extensión de 85 km<sup>2</sup>, su cauce fue rectificado en 1939 y en particular sus secciones fueron redimensionadas para un gasto máximo de proyecto de 125 m<sup>3</sup>/seg.

Actualmente el cauce se ve afectado de una fuerte sedimentación y de una espesa cobertura vegetal, todo esto lleva a una sensible reducción del área hidráulica y a un aumento de la peligrosidad por inundaciones en las zonas inmediatamente adyacentes al curso de agua. Estudios recientes sobre la capacidad hidráulica efectiva del Río Chiquito, en ausencia de los puentes, han evidenciado un gasto de 70 m<sup>3</sup>/seg. Tal reducción del gasto está directamente relacionado con la fuerte sedimentación y a la presencia de la cobertura vegetal. Existen además diversas estructuras en el río, algunas de las cuales afectan directamente las secciones reduciéndolas sensiblemente.

Con el objeto de hacer una estimación de los posibles tiempos de retorno del Río Chiquito se analizaron los gastos máximos, según la ley de los valores extremos de Gumbel sobre los gastos máximos registrados en la estación hidrométrica del río, actualmente en desuso.

El tramo del río examinado tiene una longitud de 3380 m con un desnivel de 17 m aproximadamente. Para este estudio se utilizó el programa Hec-Ras, que permite evaluar el desplazamiento del perfil libre en condiciones de movimiento permanente, así como las condiciones geométricas y el valor del gasto, también es posible tomar en consideración las influencias de las estructuras de los puentes según su geometría.

El estudio realizado ha permitido reconocer desde un punto de vista cuantitativo, la ineficiencia de diferentes puentes, antes que del mismo río. Una condición de particular peligro está constituido por el puente "Camelinas" que, sea por su reducida sección hidráulica como por su desarrollo longitudinal, representa un obstáculo al desagüe de las avenidas.

En particular, según cuanto es evidente en el estudio, el sistema del río entra en crisis con un gasto de 47.7 m<sup>3</sup>/seg., valores caracterizados por tiempos de retorno de aproximadamente cinco años.

GGA-13

### **EFECTO QUÍMICO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN EL RÍO GUANAJUATO**

I.E. Torres Jaime y J.A. Randall Roberts  
Facultad de Ingeniería Civil, Instituto de Ciencias Agrícolas,  
Universidad de Guanajuato

El agua del Río Guanajuato tiene una composición alcalina, con un pH que varía de 8 a 8.5, y con una conductividad moderada con valores de 300 a 1000 Mmohs/cm<sup>2</sup>. Existen dos causas que dan estas propiedades al agua del río y ambas son resultado de la contaminación, la primera es debida a la cantidad de agroquímicos empleados en los campos de cultivo. La segunda causa tiene origen en las aguas residuales provenientes de la ciudad de Guanajuato, Gto., las cuales aportan Zn, As y F. Es obvio que los nitratos de los fertilizantes aumentan la conductividad y el PH afectando en parte los estudios hechos en el Río Guanajuato por métodos geofísicos. Las alteraciones en los estudios se observan en la agudeza de las curvas obtenidas con el método del potencial espontáneo (P.E.) y posiblemente también con sondeos eléctricos verticales (S.E.V.).

Los análisis químicos hechos al agua se basan en muestras tomadas de norias y pozos profundos cercanos a la zona de estudio que han permitido comprender la causa de la alteración en los trabajos hechos con métodos geofísicos.

Quando se hacen exploraciones subterráneas para buscar agua se obtiene una mejor respuesta en las aguas mineralizadas que en las aguas que gozan de un cierto grado de pureza. Dado que el P.E. mide una señal causada por el agua, debida en sí al movimiento dentro de la roca de los iones disueltos en el agua, es necesario entonces entender el fenómeno electroquímico para estudiar los acuíferos.

GGA-14

### **RIESGOS RELACIONADOS CON EL PUERTO INTERMODAL PICAL-PANTACO, AZCAPOTZALCO, D.F.**

María de la Paz Hernández Rivero, Gabriel Villegas  
Hernández, Jacinto Morales Roque y Adán Castro Flores  
Facultad de Ingeniería, UNAM  
Dirección General de Protección Civil, GDF

Considerando que las características físicas del Puerto Intermodal son de tipo industrial, habitacional, con equipamiento de comunicaciones y transporte con diversas vías de acceso, es necesario conocer los riesgos derivados. Por lo cual, se deben consolidar las estructuras y mecanismos de operación del sistema de Protección Civil, incrementando la participación de los sectores social y privado, para que con el esfuerzo conjunto y corresponsable de todas sus instancias y de la población misma, se reduzca la pérdida de vidas y bienes, como resultado de desastres de origen natural o humano.

Para llevar a cabo y conformar un trabajo donde se analicen y evalúen riesgos, es necesario partir de una metodología que se basa principalmente en dos características: a) Analizar la probabilidad de que un evento ocurra (identificar todas las características físicas y condicionantes del área de estudio, así como clasificar y jerarquizar el tipo de riesgo presente), y b) Conocer las causas que originan el riesgo.

Partiendo de lo anterior se pueden identificar los siguientes riesgos relacionados con el Puerto Intermodal.

El principal riesgo detectado en la zona es por hundimiento, el cual se puede atribuir principalmente a que: a) El área de interés se encuentra localizada en la zona geotécnica dos del Reglamento del Construcciones para el Distrito Federal (zona de transición), conformada principalmente por arcillas, arenas y gravas y b) La extracción de agua a través de pozos profundos acelera el proceso de hundimiento debido a la pérdida de ésta.

Este problema se conoce de tiempo, afectando principalmente a las Colonias Jardín Azpeitia, U.H. Pantaco y U.H. Cuitláhuac, teniendo como consecuencia la presencia de fracturas, alteraciones en vías de comunicación y afectación a inmuebles. A través de la Delegación se están realizando estudios de mecánica de suelos, para determinar las zonas más susceptibles y conformar un banco de datos que sirva como regulador para la construcción de nuevas edificaciones y modificar las ya existentes; también se propone la infiltración de agua con pozos profundos (pozos de absorción profundos), con la finalidad de reducir el asentamiento, así mismo es recomendable que se eviten y repararen a la brevedad las fugas de agua, dando mantenimiento continuo a la red de la zona.

Otro de los riesgos que puede presentarse es la ocurrencia de un Sismo, el cual sería el detonador de otro tipo de riesgos como los físico-químicos (incendios), médico-sanitarios y socio-organizacionales.

Dada la complejidad y el alto grado de interdependencia de los sistemas urbanos es necesario que se establezca un plan de contingencias capaz de responder a los diversos riesgos e impactos a los que está expuesta la Ciudad y que por norma se requiere de una respuesta múltiple de diversas instituciones y sectores.

GGA-15

### MEXICO CITY AS SEISMIC RESONATOR

V.V. Grimalsky<sup>1</sup>, S.V. Koshevaya<sup>2</sup>, G.N. Burlak<sup>2</sup> and J. Sanchez-Mondragon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Institute for Astrophysics, Optics, and Electronics  
E-mail: vgrim@inaoep.mx

<sup>2</sup> Autonomous University of Morelos, CIICAP

The monitoring of seismic hazards is very important problem for cities like Mexico City, San Francisco, and a number of Japanese cities. A distinctive feature of some pointed above cities is a non-uniform background structure and surrounding by the mountains. Therefore, under seismic excitations, those cities can behave like non-uniform acoustic resonators. Investigations on modeling the seismic excitation of pointed above resonators are of great importance to estimate a possible destruction under strong earthquakes. The report is devoted to an analysis of the dynamics of seismic excitations of the resonator concerning to possible earthquakes in Mexico City.

The background of the city is modeled as a non-uniform two-dimensional resonator excited by external seismic shocks. The shape of the resonator is rectangular ( $0 < y < L_y$ ;  $0 < z < L_z$ ) with an inhomogeneity localized near the point  $(y_c, z_c)$ . The characteristic sizes of the inhomogeneity are  $\sim 0.1 L_y$ ,  $0.1 L_z$ . In the vicinity of  $(y_c, z_c)$ , the elastic modules are much smaller than in another background, the viscosity and elastic nonlinearity are much bigger, and also viscoelasticity is presented there. The origin of such the inhomogeneity is mud inclusions with soil. The elasticity theory equations in Lagrange frame are used for a description of stimulated acoustic oscillations in the resonator. The averaging on the vertical coordinate  $x$  is made. Components of the stress tensor obey the equations of linear viscoelasticity theory with different characteristic times. The boundary conditions for the acoustic displacement are  $\mathbf{u}(z=0, L_z; y=0, L_y) = 0$ . The possible parameters of Mexico City background are used. The values of elastic modules in the center of inhomogeneity are  $\sim 20$  times lower than in another background; density is 2-3 times lower; nonlinearity is  $\sim 10$  times greater; viscosity is more than 10 times greater. The stimulating force is the sequence of short shocks distributed randomly within the background.

Numerical simulations have been done by operator factorization methods developed both for the displacement  $\mathbf{u}(y,z,t)$  and for the velocity  $\mathbf{v} = \partial \mathbf{u} / \partial t$ . The ratio between the values of viscosity in the center of inhomogeneity and in another background is within 20. The main goal of our simulations is to specify the ranges of parameters (maximal viscosity, difference of elastic modules in the background and in the center of inhomogeneity) when the distinctive increase of the elastic deformation ( $\partial u_k / \partial x_k \equiv \text{div } \mathbf{u}$ ) or of the velocity  $\mathbf{v}$  take place within the inhomogeneity region, comparatively with the background. It has been got that the seismic excitation of acoustic inhomogeneous resonator causes the extreme deformations and velocities in the place of mud inclusion. This is valid for essential values of mud viscosity and nonlinearity, and also for different cases of external excitations. This peculiarity should be taken into account under the planning of building constructions in Mexico City and similar ones.

GGA-16

### PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

Roberto Maciel Flores y Miguel Magaña Virgen  
Universidad de Guadalajara  
E-mail: romaciel@cucba.udg.mx

Los desastres ocurridos en el Estado de Jalisco y otras partes del mundo, por causas naturales y por intervención del hombre, así como la presencia de enfermedades infecciosas asociada a residuos y sustancias peligrosas, consideradas como una de las causas de muerte en el mundo, han motivado investigaciones de áreas diversas como es de ciencias naturales y de salud, realicen estudios, como el presente, sobre la asociación de "La salud de los ecosistemas, como un parámetro ambiental de la salud humana".

El estudio presentado, analizan a los Bancos de Material Geológico (BMG), como una de las actividades antropogénicas, que más alteran a un ecosistema y en consecuencia la salud de la población. Se selecciono este tema debido al creciente número de

BMG, en las inmediaciones de centros en desarrollo, como es la Metrópoli de Guadalajara, y, por los antecedentes de que la mayoría, los BMG en antaño tuvieron un mal manejo ambiental, y en consecuencia representan un riesgo para la Salud Ambiental, porque a su termino, se generaron zonas inestables (con derrumbes o una topografía irregular) y se ha permitido dentro de, ó en zonas adyacentes, la creación de basureros o viviendas.

Para tener una idea de la dimensión del problema, entre 1995 a 1997, época en que por la economía del país y la construcción no demandando un gran volumen de material, se trabajaron 76 BMG, que ocupan aproximado 520.32 Has. De 1980 a 1995, se estima que los BMG requirieron mas de 3,000 Has. Para evitar que esta superficie quede inhabilitada, urge desarrollar dos acciones: a) promover la restauración o rehabilitación de BMG para minimizar zonas de riesgo en zonas urbanas y b) impedir que estos se conviertan en basureros.

A partir de este estudio se desarrolla una metodología que ofrece una solución para **restaurar** BMG, antiguos o nuevos y contribuir a evitar, o minimizar, problemas de salud e impacto ambiental, así como, peligros derivados de estos proyectos. Su implementación requiere: Un diagnostico ambiental, para BMG antiguos; Estudio de impacto ambiental para BMG nuevos; Aplicación de medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos; Revisión y planeación del uso del suelo y Modelación de la morfología del lugar para integrarlo a un uso productivo, posterior al aprovechamiento. Esta metodología incluye el estudio de los peligros naturales en la localidad, para definir las obras y acciones necesarias para minimizar tanto la vulnerabilidad de la población, presente o futura, así como sus riesgos.

Los basureros creados en los BMG, han generado problemas de salud ambiental, directos e indirectos, sobre todo en aquellos en que se permitió, al termino de su relleno, la construcción de habitaciones. Actualmente se presentan: Problemas sociales; Emisión de lixiviados y gases (metano); Hundimientos (en habitaciones construidas sobre basureros); Inundaciones; Deslizamientos; Cambio de uso y valor del suelo; Impacto al paisaje; Desarmonías; Degradación de la calidad de vida salud e higiene; Corrosión de estructuras; Concentración de fuentes de contaminación microbiana, que han generado diversas enfermedades infecciosas, pulmonares, intestinales, septicemia, deficiencias de la nutrición, de la piel y del tejido celular subcutáneo; de ojos y sus anexos y de vías urinarias.

Como estudio de caso se aplica esta metodología, en un BMG, en el cual se crea un proyecto de abandono a desarrollar en casi 20 años, el proyecto es acorde con las necesidades ambientales específicas del lugar y de financiamiento de los propietarios. El proyecto, considerando parámetros como: Aspecto social; Restauración morfológica; Conducción apropiada del agua; Reincorporación de suelo, Vegetación y Regreso de fauna al predio. El proyecto de abandono contempla dejar el terreno apto para áreas verdes, estacionamientos, parque publico, almacenes y zona habitacional. Se obtuvo su aprobación por parte de los promotores y autoridades involucradas. Con esta aplicación, se demuestra que es factible hacer el aprovechamiento sustentable de la roca como recurso natural y tener un uso de suelo productivo posterior a la explotación, que satisfagan las necesidades de la sociedad sin menoscabo de la calidad de la salud ambiental y sin una afectación al patrimonio de los futuros propietarios de los terrenos donde se desarrolle un BMG.

Así como fue factible desarrollar un proyecto de abandono para restaurar el BMG tomado como estudio de caso, se estima que en otros BMG, se pueden revertir los daños a ecosistemas alterados, mediante proyectos que permitan una nueva fase de aprovechamiento con tendencias a la restauración biológica – mecánica, este tipo de proyectos deben de tener la finalidad de minimizar, los impactos adversos causados en antaño al ecosistema, los riesgos a la salud y a la calidad de vida. Aún cuando lo optimo por costos y ambientalmente, es realizar el aprovechamiento de un BMG siguiendo un proyecto de abandono previamente desarrollado, que considere que al final el predio se deje apto para su aprovechamiento (agrícola, forestal, urbano, etc.).

GGA-17

## CONTAMINACIÓN POR NITRATOS EN POZOS: MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Pacheco A.J., Steinich B., Cabrera S.A. y Marín L.E.  
UNAM  
Universidad Autónoma de Yucatán

La geohidrología del estado de Yucatán, presenta características kársticas que le confieren altos valores de permeabilidad y porosidad, presencia de conductos de disolución, fracturas y cavernas en la matriz rocosa, así como una escasa cubierta vegetal; éstos factores, facilitan el arrastre de contaminantes hacia el agua subterránea que es la única fuente de abastecimiento. La contaminación por nitratos en los abastecimientos de agua con fines de bebida, es un problema común en todas las naciones. Su presencia se ha incrementado a través de ciertas prácticas antropogénicas como la agricultura, la inadecuada disposición de los desechos domésticos y el incremento en la cría de ganado tanto bovino como porcino. Las Normas Oficiales Nacional e Internacionales, establecen como límite máximo permisible en aguas para beber, una concentración de 45 mg/l de nitrógeno como nitratos; cantidades en exceso, pueden ocasionar casos de cianosis y posibles desarrollos de cáncer, tanto en humanos como en algunos animales de sangre caliente. Se han observado altas concentraciones de nitratos en el agua que subyacen las regiones eminentemente agrícolas, en regiones donde se utilizan los desechos porcícolos como fertilizantes y en la región rural donde se ubica el principal campo de pozos para el abastecimiento de agua para la ciudad de Mérida, capital del estado de Yucatán. Las concentraciones de nitratos en el estado de Yucatán, para diversas regiones, se han estudiado desde 1983 a la fecha. Los datos se obtuvieron de pozos profundos (20 metros) usados principalmente para consumo y de pozos someros utilizados principalmente para riego y ocasionalmente para beber. Esta situación, puede presentar implicaciones para la salud de las poblaciones rurales cuya única fuente de abastecimiento es el agua subterránea. Debido a que el costo para realizar estudios de contaminación por nitratos en el agua subterránea es elevado, se determinó un índice de contaminación por nitratos con base en las concentraciones determinadas en estudios anteriores y en variables socioeconómicas y ambientales de la región. Se propone probar dicho índice con los resultados de proyectos actuales. Además, como no existen normas para la prevención de este tipo de contaminación, se proponen algunas medidas opcionales para reducir la concentración de nitratos en el agua subterránea en pozos de abastecimiento doméstico en áreas rurales y para preservar la calidad del agua en el principal campo de pozos que abastece a la ciudad de Mérida.

GGA-18

## EVALUACIÓN E IMPACTO DE LOS PROCESOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA ZONA DE LOS ENEBROS, GALEANA, N.L., MÉXICO

Francisco Medina Barrera y Héctor De León Gómez.  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
E-mail: hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx.

En los últimos ocho años se han estudiado en una región ubicada en la parte central de la cadena montañosa de la Sierra Madre Oriental, zonas con emanaciones de vapor y calcinación de materia orgánica, las cuales presentan una morfología reciente y en constante modificación. Las localidades se ubican en la zona de transición hacia el Altiplano Mexicano, dentro de una estructura tipo Bolsón, la cual esta enmarcada con sedimentos estratificados calcáreos de edad Cretácica y Jurásica. Cabe mencionar que estas se encuentran alejadas de antiguos cuerpos magmáticos o de zonas volcánicas activas.

Dentro de esta zona se pueden observar estructuras de colapso presentando escarpes en forma de pequeños grabenes. Los sedimentos orgánicos finos muestran restos de un ambiente lacustre, con gran cantidad de organismos y una alta concentración de carbonatos y precipitación de los mismos formando costras de travertino. Además se observa una alternancia de estratos orgánicos y concentraciones de carbonatos, lo cual muestra que la depositación se llevó a cabo en un tiempo geológico determinado.

La situación hidrogeológica muestra que desde hace más de 30 años se ha estado explotando el acuífero calcáreo para fines agrícolas, el cual esta formado por pozos, con profundidades promedio de hasta 120 m, con un nivel estático de 11 a 20 m y gastos de extracción de 30-80 l/s. El descenso del nivel freático debido a la sobreexplotación del acuífero, ha impactado los sedimentos lacustres perdiendo el contenido de agua y formándose vacíos, los cuales dan lugar a hundimientos del terreno. Estos representan un alto riesgo geológico para la carretera federal No.57, que comunica la ciudad de México con la ciudad de Piedras Negras, en la frontera norte.

Las muestras de sedimentos se pudieron calcinar totalmente en ensayos. Las temperaturas de vapor de agua alcanzan valores hasta de 75°C. También se pudo observar precipitaciones de azufre en forma de pequeños cristales, en las paredes de grietas por las que se reconoce la emanación activa de vapor. El azufre es transportado a la superficie por una fase de vapor húmedo. Probablemente se trate de una disociación del H<sub>2</sub>S presente en la materia orgánica, durante las reacciones de la combustión.

Las observaciones obtenidas en estas zonas, nos indican que la calcinación subterránea de estos sedimentos son propios de una acumulación de turbas, las cuales son altamente combustibles y pueden incendiarse por si solas o bien en forma indirecta. Por otro lado, el efecto ecológico impacta de manera directa en los suelos que no pueden ser cultivados por la presencia de estos incendios subterráneos, ya que este tipo de fenómenos consume la vegetación superficial cambiando el paisaje a una zona desértica, sin producción de tipo agrícola. El riesgo geológico puede ser controlado en áreas donde no existan asentamientos humanos. Sin embargo el efecto que este fenómeno puede causar asentamientos del terreno sobre el cuerpo de la carretera, debido a que la superficie

de rodamiento de la autopista, está construida con losas de concreto por lo tanto representa un alto riesgo para el tráfico existente, afectando los aspectos económicos principalmente del Noreste de México.

GGA-19

## SOIL CRACKING DUE TO WATER WITHDRAWAL

Eduardo Rojas<sup>1</sup>, Jorge A. Arzate<sup>2</sup>, Moises Arroyo<sup>1</sup> and Psevolod Yutis<sup>1-3</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

<sup>2</sup> UNICIT, UNAM

<sup>3</sup> Moscow State University, Department of Geology, Russia

Cracking of soil is becoming a recurrent problem in many countries with serious economical consequences for civil infrastructure. The most common causes of soil cracking found in literature are: superficial water evaporation, underground water flow, hydraulic fracturing, creep failure of slopes, superficial seismic waves during strong earthquakes, saturation of expansive or collapsing soils and excessive water extraction. In this paper, only the case of cracking due to excessive water extraction is analyzed. First of all, some field observations relating water withdrawal with subsidence and soil cracking are presented. Secondly, an approximate potential equation of soil subsidence for a sinusoidal shaped graben is proposed, from which, the equations representing both, vertical and horizontal displacements as well as vertical and horizontal strains are derived. These equations clearly show the existence of a tensile zone with a maximal tensile line going from the soil surface towards the inflection point of the basement with a very steep angle. This line represents the most probable location of the crack onto the soil. Furthermore, when the crack has completely developed, the behavior of the two separated blocks can also be analyzed with the same procedure. This analysis shows that the crack may evolve into a fault if water withdrawal continues. Finally it is shown that a tensile zone may persist close to the crack with dramatic consequences for structures placed there. These results are of the most importance for engineers and architects as potential cracking zones can be easily located and avoided during the construction of new urban developments.

GGA-20

## ANÁLISIS DE COMPRESIBILIDAD Y FLUJO DE AGUA EN MATERIALES ARCILLOSOS

Marín Hernández M. y Carreón Freyre D.C.  
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

El estudio de la compresibilidad en materiales arcillosos de diferente origen permitió evaluar la relación entre la composición mineralógica de estos materiales con sus condiciones de deformación. En laboratorio, la compresibilidad de un suelo es determinada a partir de la denominada prueba de consolidación (para suelos saturados). Se llevaron a cabo pruebas de este tipo en suelos lacustres de la Ciudad de México, de Chalco y en suelos fluvio-lacustres de los alrededores de la Ciudad de Celaya, Gto. y de Jurica, Qro.. Se presentan los primeros resultados, que muestran la influencia de factores como los contenidos de materia orgánica y de Fe, así como del tipo de arcilla, en la capacidad de deformación de estos materiales. Se presentan además las variaciones de los factores mencionados para diferentes tipos de ambientes de formación de suelos.

En geomecánica, el fenómeno de consolidación involucra el desplazamiento del agua que llena los vacíos del suelo por efecto de una carga aplicada; lo que induce la disipación de la presión del agua de poro y la deformación de la fase sólida. Las condiciones en que sucede el flujo de agua intersticial durante el proceso de consolidación pueden ser inferidas analizando la compresión de la fase sólida en diferentes etapas (consolidación primaria y secundaria). De esta manera la determinación del coeficiente de consolidación  $C_v$  para los diferentes suelos permitió identificar las variaciones de la permeabilidad  $k$  de los mismos, bajo diferentes condiciones de compresión.

Durante la prueba de consolidación se construye una curva de deformación vs el logaritmo de la carga aplicada a la muestra. El punto en la curva en el que inicia la fluencia de la estructura del material, denominado carga de preconsolidación  $P_c$ , indica parte de la historia geológica de estos materiales. Se presenta también el análisis de la variación de estas cargas para los diferentes tipos de suelos.

GGA-21

### **GEOLOGÍA APLICADA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS BALUARTE Y PRESIDIO, DURANGO-SINALOA, MÉXICO**

Leovigildo Cepeda Dávila, José María Chávez Aguirre y Jesús Efraín Gómez Sosa

Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE

Los ríos Baluarte y Presidio cruzan la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental de E a W y una pequeña parte de la Llanura Costera del Pacífico. En sus cuencas, que abarcan una área de 12 500 km<sup>2</sup>, predominan rocas del Complejo Volcánico Inferior(CVI) y del Supergrupo Volcánico Superior(SVS), así como intrusivos cretácico-terciarios de composición granítico-diorítica. En menor proporción existen rocas paleozoicas y depósitos fluvio-lacustres terciario-cuaternarios.

La parte alta de las cuencas corresponde a la subprovincia de Mesetas, la cual exhibe espectaculares cantiles con vista al occidente, constituidos por ignimbritas riolíticas tabulares cuyo conjunto mide más de 1000 m de espesor, y se han definido como del SVS de edad Oligoceno-Mioceno.

La parte media o subprovincia de Quebradas se caracteriza por la presencia de secuencias volcánicas de composición intermedia intercaladas con rocas ácidas, ambas afectadas por diques riolíticos, diabásicos y andesíticos, coronadas por remanentes erosivos del SVS. En esta subprovincia son evidentes los basculamientos con echados hasta de 30 grados en diferentes direcciones. El costado occidental de la subprovincia en cuestión parece limitado por los intrusivos graníticos del Batolito Sinaloa que en conjunto con las rocas sedimentarias y algunas volcánicas del CVI, dan lugar a la subprovincia de Colinas de Transición. Hacia el oeste se presenta la Llanura Costera del Pacífico, constituida por rocas fluvio-lacustres, derivadas de la severa erosión a que ha estado sujeto el conjunto de rocas ya mencionado.

En la zona estudiada se determinaron tres sistemas principales de fallas normales y fracturas; el más importante NW-SE, tiene la misma orientación de la sierra; lo sigue el NE-SW, rumbo preferencial de los ríos objeto del estudio, y el tercero y menos frecuente tiene una dirección E-W y define la orientación de algunas corrientes superficiales.

Importante es el desnivel, mayor de 2000 m; el volumen medio anual de agua, de 2007 a 1519 millones de metros cúbicos para el río Presidio y Baluarte respectivamente, así como la infraestructura de las líneas de transmisión de energía eléctrica paralelas a la carretera Durango-Mazatlán, que hacen atractiva la región para proyectar aprovechamientos que permitan generar energía eléctrica. Con tal objeto se propone la construcción de presas pequeñas, para minimizar el impacto al medio ambiente y también para reducir el uso de arcilla, la cual es escasa en la región. Para el estudio y diseño de las obras se recomienda tener en cuenta que se pueden presentar movimientos del terreno, ya sea de origen tectónico o simplemente de gravedad, particularmente en la subprovincia de Quebradas, ya que en ella es intenso el fallamiento y fracturamiento. Además son previsible volúmenes importantes de azolve debido a las condiciones geomorfológicas y climatológicas, con ciclones de importancia!

GGA-22

### **MODELO TECTÓNICO DEL SUBSUELO DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA**

Marco Antonio Delgado Vázquez<sup>1,2</sup>, David Barrera Hernández<sup>2</sup> y Antonio Uribe Carvajal<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Supcia. de Estudios Zona Pacifico Norte, CFE

<sup>2</sup> Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Depto. de Sismotectónica, CFE

La toma de decisiones en actividades relacionadas con la planeación del desarrollo urbano, diseño de construcciones, prevención de zonas asentamiento y/o agrietamiento del subsuelo como consecuencia de la extracción de agua, comportamiento del subsuelo ante la presencia de un sismo y estudios de ingeniería sísmica, son ejemplos de la necesidad de contar con modelo tectónico del subsuelo en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG).

Se propone un modelo tectónico conformado por cuatro bloques, donde el bloque NE se encuentra hundido y están delimitados por estructuras geológicas con orientaciones NE-SW y NW-SE, que se estima son responsables de la actividad sísmica tipo enjambre característica en esta porción del estado de Jalisco como lo describen los sismos ocurridos en 1844, 1875, 1912 y 1992.

El modelo propuesto se sustenta en la determinación de la profundidad de los depósitos de arenas y gravas en pozos de agua y estudios de mecánica de suelos efectuados en la ZMG (Saborio 1970 - 1995), la interpretación y análisis del procesado de datos obtenidos de una campaña de vibración ambiental (Ramírez et al 1997), suponiendo que el suelo de la ZMG se compone de un solo estrato homogéneo sobre el basamento, el registro de la actividad sísmica de la Comisión Federal de Electricidad, de 1987 a 1993 y de 1994 a la fecha por la red telemétrica analógica y digital del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Guadalajara, esta actividad se localiza predominantemente en las zonas de los cruces de los Ríos Santiago y Verde; Río Santiago y el Graben de Cuquío, las orientaciones de las trazas de fallas obtenidas de la solución del mecanismo focal y manifestaciones físicas de grietas tienen las orientaciones mencionadas.

A los sismos de 1875 y 1912, se les estimó una magnitud de 7.8° y 6.0° respectivamente con profundidades de 33 km., empero dadas las dimensiones de las estructuras que se proponen y que los

hipocentros reportados en la actividad reportada de 1987 a la fecha, son menores a 12 Km. Se deducen que las magnitudes de estos sismos están sobre valorados.

Aunque los valores de intensidad reportados para estos sismos en la ZMG, fueron de VIII y VI respectivamente, pueden ser mayores en la actualidad si ocurriera un sismo de estas características en función del diseño, tipo de material y mantenimiento de las construcciones.

GGA-23

### **ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE Y SU IMPORTANCIA EN LA PLANEACIÓN DEL USO DEL SUELO**

Sánchez Pérez J., Garrido Uribe J.L., García Villegas F., Uribe Carvajal A. y Azuara Z.J.  
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE

Los estudios geológicos efectuados por la CFE, entre 1986 y 1998, relacionados con la protección al ambiente, incluyen la localización de: 1) plantas de tratamiento de aguas negras; 2) zonas inestables, 3) sitios para el depósito de desechos sólidos, 4) evaluación de sitios para la construcción de presas de jales y 5) estudios para la seguridad de obras de ingeniería civil ante posibles riesgos geológicos, principalmente de tipo sísmico. Se describen trabajos realizados en los estados de Baja California, Jalisco, Hidalgo, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Entre ellos, destaca la planta de tratamiento de aguas negras de Tijuana, la cual se estudio en 1986, como apoyo a la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y en 1987, cuando tuvo varias fugas de agua.

En Aguamilpa, Nay., Agua Prieta, Jal. y Zimapán, Hgo.-Qro. se realizaron actividades para proteger al ambiente, debido a las inundaciones producidas por los vasos de almacenamiento de agua. En Agua Prieta, Jal. se impermeabilizó el vaso con geomembranas para asegurar el almacenamiento de agua y la protección a los acuíferos en la localidad; para las otras dos presas se realizaron trabajos de estabilidad de laderas y registros de la sismicidad inducida que, para el caso de Aguamilpa alcanzó 2 500 microsismos y produjo fracturamiento en terrenos poco consolidados (Uribe et al, 1996). Los análisis realizados para el trazo de carreteras incluyen vías de acceso a proyectos de CFE y de la Autopista del Sol, que comunican a la Ciudad de México con Acapulco, y en la autopista Puebla-Oaxaca (Moreno et al 1996), la, en las cuales se produjeron deslizamientos importantes que interrumpieron la comunicación y, en la primera, los cortes ocasionaron azolves y daños a la Presa La Venta (Garrido y Renaud 1993). Como apoyo a otras instituciones se efectuaron reconocimientos de campo (aéreos y terrestres) y se propusieron estudios para la reconstrucción de las vías de comunicación afectadas por el Huracán Mitch que, entre otros daños, destruyó el poblado Valdivia en la cuenca del Río Novillero, Chiapas. Respecto a las afectaciones producidas por el Huracán Paulina en 1997 en los ríos Omitlán, Papagayo, Gro y Verde, Oax, se realizaron diversos reconocimientos y trabajos (topográficos, geológicos y geohidrológicos) para la reconstrucción de la infraestructura en la zona, en particular para el abastecimiento de agua potable por encargo de la CNA (Depto. de Geohidrología, 1998) y se hicieron planteamientos respecto al aprovechamiento integral de las cuencas hidrológicas en la región, para una mayor captación de agua y el control de avenidas. Finalmente, se enfatiza la importancia de los estudios geológico ambientales dentro de la

planeación del uso del suelo, que estos se realicen por los profesionistas con experiencia en el tema y considerando las características morfológicas e hidrológicas de las cuencas de drenaje para evitar o prevenir que se construyan carreteras u obras de infraestructura en general en lugares poco apropiados, ya que su destrucción afecta notablemente la infraestructura y la economía de México.

GGA-24

### **INTERPRETACIÓN GEOMORFOLOGICA DE CARTOGRAFIA TOPOGRAFICA DEL DELTA DEL RIO SONORA**

Rafael Rodriguez Torres  
Depto. de Geología, Universidad de Sonora

El complejo lagunar/costero del delta del rio Sonora esta integrado por:

1. la Laguna de Barrera Kino, alimentada por las demasias de la Playa San Bartolo, en la cual desemboca el Rio Bacoachi
2. el complejo lagunar costero del Estero Santa Clara, el cual se sostiene con los aportes de: a) Sistema fluvial de los arroyos Santa Edwiges, Pozo Nuevo los cuales se internan al estero a través del paleocanal fluvial Santo Niño; b) Sistema fluvial de los arroyos San Enrique y Las Pasadas, los cuales se introducen al estero a través del paleocanal fluvial El Crucero y c) Un elemento de la porción continental del Delta del Rio Sonora el cual abastece al Estero a través del canal fluvial Guadalajara/El Triunfo.
3. el estero El Cardonal, el cual esta alimentado por otro de los paleoafluentes o canales abandonados del Rio Sonora, a través del paleocanal fluvial Dolores/San Jose.
4. el complejo lagunar costero del Estero Tastiota, el cual tambien recibe agua del Rio Sonora a través de un cauce aparentemente abandonado el cual funciona intermitentemente; ademas recibe los aportes fluviales del Arroyo La Poza y los del Arroyo La Bandera.

GGA-25 CARTEL

### **GEOLOGÍA Y ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD EN TALUDES DE LA NUEVA CARRETERA PACHUCA-REAL DEL MONTE, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO. PRECIOS DEL PETRÓLEO Y EL IMPACTO ECONÓMICO PARA MÉXICO**

Edgar Esquivel Victoria y Sergio Herrera Castañeda  
Facultad de Ingeniería, UNAM

En el año de 1997, el gobierno del Estado de Hidalgo da comienzo a los trabajos de construcción de una carretera, en el tramo comprendido entre la Ciudad de Pachuca y el poblado de Real del Monte, con el fin de solucionar los problemas de tránsito vehicular en la carretera Federal #105.

El propósito del estudio fue evaluar los problemas de inestabilidad en taludes a lo largo del tramo mencionado. Para tal efecto se realizó el levantamiento geológico del área, así como la recopilación de diversos datos sobre propiedades (índice y mecánicas) de las rocas presentes en la región, la clasificación de

los macizos rocosos, el cálculo de factores de seguridad, y además se propone un programa de vigilancia mediante instrumentación para la revisión de los tratamientos y la estabilidad de los taludes.

De esta manera, se determinó que los tipos de roca dominantes en la región consisten en derrames de lava de composición dacítica y andesítica, además de un cuerpo intrusivo clasificado como pórfido cuarcífero, junto con un pequeño afloramiento de tobas líticas de composición dacítica.

Apoyándose en la información de datos estructurales, se definió la presencia de un sistema mayor de fallamiento que afecta el área con una orientación de  $66^\circ$  en dirección NW-SE, y dos sistemas de fracturamiento, en donde, el sistema mayor de fracturamiento muestra una orientación de  $55^\circ$  en dirección noroeste-sureste, mientras que el sistema principal menor muestra una orientación de  $25^\circ$  en dirección NE-SW.

Por otra parte, basándose en esta misma información estructural se estableció que el principal modo de falla en taludes es del tipo de falla en cuña y que, en la mayoría de los casos, tienen salida hacia la carretera, además de presentar diversas condiciones para que ocurra deslizamiento.

En lo que respecta a las rocas, se identificaron sus propiedades índice: Porosidad, Peso específico, Absorción; así como algunas de sus propiedades mecánicas como resistencia a compresión simple; resistencia a tensión, mediante el Ensayo Brasileño de tensión indirecta; resistencia al esfuerzo cortante, la cual se determinó haciendo uso del Esclerómetro Schmidt y la relación empírica propuesta por Barton (1976), que involucra parámetros tales como el coeficiente de rugosidad (JRC) y el esfuerzo a compresión uniaxial en las paredes de las discontinuidades (JCS).

Con base en lo anterior se obtuvo una resistencia a compresión baja y módulos relativos altos, a partir de los cuales se clasificaron las rocas de acuerdo con Deere y Miller (1966), los valores de resistencia a tensión obtenidos resultaron variables, al igual que los valores de resistencia al corte, en tanto que los valores medios para el ángulo de fricción oscilan entre  $55^\circ$  y  $70^\circ$ . Así también, las muestras del relleno en fallas mostraron que el principal tipo de arcilla presente es montmorillonita.

Con datos sobre continuidad, separación, tipo de relleno, y rugosidad de las discontinuidades, junto con valores de RQD y resistencia a compresión simple se realizó la clasificación de los macizos rocosos, empleando los sistemas de clasificación RMR ó clasificación geomecánica y el Índice de calidad Q, obteniéndose que los macizos rocosos son: Muy pobre para el RMR y Pobre para el sistema Q.

Haciendo uso del método propuesto por Díaz (1981), el cual está basado en el sistema de Wittke (1964), se calcularon los factores de seguridad para cada uno de los taludes observados en el tramo carretero, tomando en cuenta el tratamiento que recibieron, y encontrándose resultados variables, tanto valores inferiores a la unidad, como de 1 a 2 en otros, lo que indica condiciones de inestabilidad para algunos de estos taludes en la zona.

Durante las visitas al sitio, los tratamientos observados para estabilizar los taludes, consistieron de anclaje con inyección de concreto, malla reforzada, concreto lanzado, drenaje superficial, muros tipo gabión, y el uso de bermas, estos últimos para detener pequeños desprendimientos de roca del talud.

Finalmente se sugirió un programa de vigilancia para los taludes utilizando instrumentos tales como inclinómetros, extensómetros, piezómetros, medidores de presión en anclas (celdas), etc.

GGA-26 CARTEL

## GEOLOGIA DE LOS DESLIZAMIENTOS EN EL VASO DE LA PRESA ZIMAPAN, HIDALGO

Noe Santillan Piña  
Facultad de Ingeniería, UNAM

Uno de los factores que requirieren mayor atención una vez que se decide emplazar una presa, es el estudio geológico no solo del área en el que se va a edificar la cortina, sino de las zonas que serán afectadas una vez que estas se vean cubiertas por las aguas, y las cuales pueden representar un riesgo al entorno ante un posible deslizamiento de material. En la Presa Zimapán (ubicada sobre la cuenca del río Tula, en el estado de Hidalgo y el río San Juan, en el estado de Querétaro), una vez que se modificaron las condiciones naturales de la zona para crear el embalse, comenzaron a producirse fallas de masa de tierra por taludes inestables, siendo la gravedad en la forma del peso de la masa de suelo y del agua que se encuentra sobre ella, la fuerza principal que tiende a producir la falla, mientras que la resistencia al esfuerzo cortante del suelo es la principal fuerza resistente.

Es hasta noviembre de 1993, fecha en que se inicio el llenado de vaso de almacenamiento, que se estableció una atención especial al comportamiento y estabilidad de cuatro zonas en el entorno al embalse: zona frente a cortina, frente a vertedores, zona de Aljibes y valle del río Tula, las cuales manifestaron movimiento de material, y que por sus características topográficas, estructurales y litológicas, así como por el volumen involucrado y por su cercanía con la cortina y el vertedor, han sido consideradas como inestables, representando un riesgo potencial.

En este trabajo se describe la geología de cada una de estas zonas, con el propósito de identificar las relaciones estratigráficas de las unidades litológicas involucradas (Formaciones Soyatal-Méndez, Las Espinas y Tarango) y las estructuras que afectan a los materiales que se encuentran deslizando hacia el embalse.

De igual forma se presentan los análisis de las mediciones de control periódicas (desplazamiento) que se realizan, y que permiten evaluar su comportamiento (velocidad de deslizamiento), de donde puede establecerse que los movimientos de las zonas inestables continúa en forma lenta, pero constante y con tendencia a estabilizarse.

Resultados obtenidos de cálculos de estabilidad de los taludes, mediante el método Sueco o de Fellenius, y comprobados mediante el programa de computadora "Slide" (método de Bishop); los cuales consideran que la cohesión en la zona de deslizamiento es nula ( $c=0$ ) y que el coeficiente de fricción es constante para toda la superficie de deslizamiento (falla circular al pie del talud); reportan valores del factor de seguridad (F. S.) por debajo de la unidad, lo que ratifica la inminente falla al corte que se esta produciendo en cada uno de los deslizamientos.

A partir de que se inició el estudio de la sismicidad en el área de la Presa Zimapán (1990), sí bien se ha logrado observar un incremento de la actividad sísmica en tres sitios principalmente, ubicados en el entorno al embalse, no se ha logrado establecer una

relación importante entre la presencia de pequeñas secuencias sísmicas y el llenado del mismo (sismicidad inducida). La principal actividad sísmica está ocurriendo a profundidades someras (entre 0.5 y 6 Km.), en el área de Mesa de León (a 6.5 km. aproximadamente en dirección NW 70° de la cortina), la cual corresponde a una meseta de material ígneo (basalto, tobas y arenas volcánicas) de gran extensión. Y es que uno de los principales problemas que conlleva el emplazamiento de una presa, es la posible modificación del régimen sísmico de la zona, pero aún y cuando en muchos casos las presas están situadas en zonas de un cierto nivel de sismicidad, no es aceptable a priori, el asociar todos los sismos que ocurren en su proximidad a la acción del embalse.

GGA-27 CARTEL

### **RIESGOS GEOLÓGICOS EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MÉXICO**

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

Ciudad Nezahualcoyotl tuvo un rápido crecimiento en los últimos veinte años, este desarrollo generó las demandas de servicios consecuentes y en particular la de agua potable. En el mismo sentido las aguas residuales se incrementaron en la misma proporción, por lo que fue necesario construir obras hidráulicas que desalojarán no solamente las aguas de desecho sino también las pluviales.

La explotación del acuífero para dotar de agua potable a dos millones de personas ha provocado asentamientos diferenciales del terreno que en algunas localidades llegan a ser de 26 cm/año que han dado lugar a la formación de fracturas, agrietamientos y fallas. De estas últimas se han identificado cuatro que ponen en riesgo sitios de obras hidráulicas y urbanas. La primer estructura es la Falla Calle 10 con rumbo N 70° W y con continuidad mayor a 300m; la estructura afecta en la Calle 10 una zona de 8.60 m de ancho que ha roto y deformado el pavimento haciendo intransitable el área y afecta también la estructura de las casas habitación. La Falla Calle 10 es considerada de alto riesgo potencial ya que se encuentra a 50 m del bordo izquierdo del canal La Compañía y a unos 100 m del cárcamo de rebombeo La Esperanza y de una estación de combustible. Con el paso del tiempo el asentamiento dará lugar a que esta falla alcance la probable ruptura del bordo.

Otras dos fallas paralelas denominadas Fallas Loma Bonita de rumbo N 63° W tienen una longitud mayor a 400 m y saltos hasta de 30 cm. La estructura representa una zona de alto riesgo ya que a lo largo de sus trazas también ha hundido y colapsado el asfalto así como las redes de agua potable y drenaje. Un efecto superficial del continuo movimiento de la falla se muestra en la calle Ignacio Allende la cual se encuentra escalonada, reflejo del colapsamiento y hundimiento del terreno propiciado por la falla.

La cuarta estructura es la Falla Estadio que tiene una orientación N 22° W y una longitud aproximada de 450 metros, afecta las instalaciones del estadio de fútbol Neza 86, en donde se aprecian las losas de concreto y el asfalto colapsado y deformado en el estacionamiento y guarniciones en la calle. Esta falla es de riesgo potencial porque su traza se localiza cerca de la Universidad Tecnológica de Nezahualcoyotl y de acuerdo a su rumbo la falla cortará el bordo izquierdo del canal La Compañía en un tiempo próximo.

Un reflejo de las fallas que afectan el municipio son las fracturas que son estructuras de menor longitud y riesgo que se presentan superficialmente orientadas con un rumbo similar al de las fallas; de estas se localizaron seis en sendos puntos de Ciudad Nezahualcoyotl que alteran al pavimento de las calles principales.

De la misma forma se localizaron una serie de grietas que perturban por lo general a casas habitación calles y bardas de contención, las cuales no presentan una orientación preferencial y en cuanto a longitud varían desde algunos metros hasta decenas de metros.

Dado que el abastecimiento de agua potable no se puede detener, los efectos van a seguir extendiéndose y aparecerán otros nuevos. Impedir estos movimientos es prácticamente imposible por lo que se recomienda establecer un sistema de monitoreo que permita conocer la ubicación de zonas de riesgo y prevenir desastres.

GGA-28 CARTEL

### **EXPERIMENTACION Y MODELACION DE ADSORCION DE AS, CD, CU, PB Y ZN EN SEDIMENTOS DE LA PLANICIE DE LA PRESA DE MATA, GUANAJUATO: CONTROL NATURAL DE METALES PESADOS EN EL AMBIENTE**

Solorzano Hilda y Carrillo-Chavez Alejandro  
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

Se realizaron diferentes experimentos de adsorción de As, Cd, Cu, Pb y Zn en sedimentos de la planicie aluvial de la presa de Mata, localizada en la cuenca del Monte San Nicolas, al noreste de la ciudad de Guanajuato, a fin de poder realizar una evaluación de la disponibilidad y movilidad de estos metales en el medio acuoso. Los resultados experimentales se compararon con modelos de adsorción utilizando los programas MINTEQA2 y PHREEQC. La planicie aluvial de la presa de Mata esta localizada a unos 5 km aguas debajo de los jales históricos de la Mina de San Nicolas. En los sedimentos de la planicie aluvial, existe una capa mas o menos continua de unos 5-10 cm de espesor de material de los jales históricos. Esta capa es el resultado de una falla en la presa de jales e intensa erosión pluvial. La planicie aluvial es inundada cuando la presa se encuentra a su máximo nivel de agua, y aun cuando el contenido neto de metales en los jales y sedimentos es bajo, existe un riesgo potencial de desorción conforme las condiciones fisico-químicas varían temporalmente. El agua de la presa se usa esporádicamente durante el estiaje para uso municipal de Guanajuato. Los resultados de fluorescencia de RX indican que el contenido de Fe en los sedimentos de la planicie aluvial es relativamente bajo (aprox. 3%). Pero los experimentos de adsorción muestran una capacidad de adsorción relativamente alta. Los experimentos de adsorción se realizaron usando diferentes fuerzas iónicas de NaNO<sub>3</sub> como electrolito inerte de fondo, y a diferentes proporciones de sólido-solución.

En la mayoría de los experimentos, la adsorción fue entre 40 y 100%, con desorción a bajo pH para Cd, Cu, Pb y Zn, y a alto pH para As. Los resultados preliminares del análisis de las isotermas de adsorción muestran un ajuste general a la isoterma tipo Freundlich. La modelación de adsorción se realizó usando diferentes modelos (MINTEQA2) y diferentes variables de adsorción (Fe total, concentración total del metal, superficie específica, densidad de los sitios de adsorción, concentración de adsorbente y capacitancia de

la capa interna). Los resultados de estos experimentos y de la modelación están siendo comparados con experimentos de adsorción-desorción en columnas a fin de realizar una mejor interpretación de los controles geoquímicos de los metales en el medio ambiente. Este trabajo se realiza con apoyo del proyecto 27821 de CONACYT.

GGA-29 CARTEL

### **CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE JALES HISTORICOS Y AGUA SUBTERRÁNEA EN EL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO: IMPLICACIONES AMBIENTALES**

Morton Ofelia<sup>1</sup>, Carrillo-Chavez Alejandro<sup>2</sup> y Hernandez Elizabeth<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

La mineralización económica fue descubierta en Guanajuato en 1548. Desde entonces, varias empresas mineras han explotado las vetas de metales preciosos del distrito minero. Para 1990, la producción acumulada era de más de 34,000 toneladas de plata y 170 toneladas de oro. Actualmente tres empresas mineras continúan la explotación de plata y oro. Se estima que existen en el área más de 20,000,000 toneladas de material de desecho minero (jales y terreros de baja ley). Se ha tomado muestras de jales y agua subterránea de la región. Se han realizado experimentos de la celda húmeda (5 celdas), y se tienen 6 experimentos de lixiviación en columna con materiales de los jales y sedimentos del área. Además se han instalado 5 piezómetros a diferente profundidad en una presa de jales de la mina Valenciana. Las muestras de jales, sedimentos, agua y lixiviados se analizaron con ICP-MS para determinar el contenido de elementos traza presentes. Los análisis geoquímicos muestran concentraciones consistentes de Zn, As y Se, tanto en las muestras sólidas, agua subterránea y lixiviados. En los jales, las concentraciones de Zn varían de 100 a 500 mg/kg, las de As varían de 15 a 250 mg/kg, y las de Se varían de 0.5 a 12 mg/kg. En los experimentos de lixiviación, las concentraciones de Zn varían de 0.003 a 0.025 mg/l, las de As varían de 0.003 a 0.050 mg/l, y las de Se varían de 0.002 a 0.005 mg/l. En el agua subterránea, las concentraciones de Zn varían de 0.07 a 0.48 mg/l, las de As varían de 0.009 a 0.500 mg/l, y las de Se varían de 0.002 a 0.045 mg/l. La combinación de los resultados de análisis químicos de muestras sólidas con las de los experimentos de lixiviación y los datos químicos de los piezómetros y del agua subterránea permiten caracterizar el comportamiento geoquímico de los jales mineros históricos y su impacto al agua subterránea de la región. Con esa información se podrán proponer algunas técnicas para la rehabilitación y restauración de los sitios con jales y evaluar la posible movilidad futura de metales en el agua subterránea.

GGA-30 CARTEL

### **ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO: CASO DE DOS GEOSISTEMAS CON PROPIEDADES CONTRASTANTES**

Miranda Martínez Ma. Eugenia y Klaudia Oleschko  
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

Con el objetivo de caracterizar la estructura del suelo a diferentes escalas de observación, se monitorearon dos perfiles pedológicos, con propiedades contrastantes: sedimentos lacustres

del ex-lago de Texcoco y tepetates de la porción oriente de la cuenca de México. Se emplearon técnicas no invasivas de análisis multiescalar, tanto electromagnéticas (Radar de Penetración Terrestre, GPR y Reflectometría del Dominio del Tiempo, TDR), como micromorfológicas. Los resultados obtenidos se relacionaron con aquellas propiedades físicas del suelo, que dependen directamente de su arreglo estructural (densidad aparente y resistencia mecánica).

El análisis fractal, se aplicó a imágenes multiescalares obtenidas mediante las técnicas mencionadas anteriormente, incluyendo fotografías de láminas delgadas, georadargramas y cartas morfopedológicas detalladas que reflejan la distribución del tepetate en el área.

Las dimensiones de masa fractal de poros y sólidos, fueron indicadores propuestos como parámetros que describen la estructura del suelo.

Se observó que la dimensión de la masa fractal de los diversos horizontes del suelo es distinta, siendo un indicador de los procesos genéticos típicos para cada uno de ellos, así como del grado de intemperismo al que han estado sometidos. Aquellos horizontes que presentan los valores más altos de dimensión de la masa fractal de sólidos, son los más densos y se encuentran a mayor profundidad dentro del perfil, por lo tanto los flujos de masa y energía que alcanzan estas capas son mínimos, en comparación con los horizontes superficiales, lo que se refleja en la menor alteración de sus componentes sólidos. El fenómeno contrario, ocurre en aquellos materiales que se localizan en la superficie y en consecuencia están más alterados, presentando los mayores valores de dimensión de la masa fractal, del conjunto de poros.

GGA-31 CARTEL

### **EL SERVICIO GEOLÓGICO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. ANTECEDENTES, FUNCIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS**

Rodríguez S.R., García-Palomo A., Garrido-Pérez A., Tapia-Varela G., López-Miguel C., Santoyo M.A., Cárdenas-Monroy C. y Yussim-Guarneros S.

Servicio Geológico Metropolitano, Instituto de Geología, UNAM

El Servicio Geológico Metropolitano (SEGEOMET) es un organismo dependiente del Instituto de Geología de la UNAM, creado a partir de un convenio con la Dirección General de Protección Civil del DF en enero de 1999. Sus objetivos son concentrar y procesar información geológica existente, así como generar información nueva de carácter geocientífico y técnico que ayude al mejor conocimiento de las características geológicas del área metropolitana. Entre estas destacan las que representan algún tipo de peligro para la población, las que proporcionan datos objetivos para la evaluación del impacto ambiental, y aquellas relacionadas con la prevención y mitigación de riesgos potenciales.

Los objetivos del SEGEOMET han sido fundamentalmente la compilación y procesamiento de información geocientífica, así como la creación de bases de datos usando un Sistema de Información Geográfica (SIG) como plataforma de trabajo.

En este trabajo se presentan tres aspectos fundamentales que se han desarrollado en el SEGEOMET: 1) Un mapa geológico de la parte sur y central de la Cuenca de México, el cual, a diferencia de

otros mapas geológicos realizados con anterioridad por otros autores, no agrupa los depósitos en unidades litoestratigráficas, sino que se refiere a depósitos volcánicos o volcanosedimentarios asociados a un centro eruptivo o a un proceso en particular. Esto permite reconocer con más detalle los cambios horizontales y verticales característicos de los ambientes de depósito en zonas de intensa actividad volcánica. 2) El estudio a detalle de una zona en la sierra de Santa Catarina en la delegación Iztapalapa y su aplicación a la evaluación de los peligros geológicos en el área. El impacto que este estudio ha tenido en la planeación urbana y la mitigación de los riesgos existentes mediante la reubicación de viviendas afectadas o la construcción de obras de protección, ha derivado en el planteamiento de una metodología para el análisis de peligros geológicos en este tipo de terrenos, la cual consiste en el análisis de las propiedades del material geológico (p. Ejemp. Lavas y material piroclástico), estabilidad de pendientes y cauces de arroyos 3) Una zonificación del peligro sísmico basado en valores de pseudoaceleración para dos tipos de sismos: Michoacán, 1985, e Izúcar de Matamoros. Estos mapas de peligro sísmico son el resultado de la compilación de información generada con anterioridad por otros investigadores en el área de la sismología.

Una de las actividades fundamentales de cualquier Servicio Geológico es la elaboración de mapas, los que se presentan en este trabajo constituyen los primeros aportes del SEGEOMET para la creación de una base de datos que permita generar la información necesaria para la toma de decisiones en aspectos tan importantes como la protección civil en la Ciudad de México.

GGA-32 CARTEL

### **BIOGEOCHEMISTRY OF THE INTERSTITIAL WATER IN THE SILT-WATER INTERFACE IN LAKE CHAPALA, MEXICO (PROJECTS ECOS M95-U01 AND SIMORELOS 970306003)**

P. F. Zárate-del Valle<sup>1</sup>, N. Ríos-Donato<sup>1</sup> and M. Avila-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CUCEI, Universidad de Guadalajara

E-mail: pzarate@ccip.udg.mx

<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato

E-mail: avilam@quijote.ugto.mx

Lake Chapala (LCH) it is a tropical lake affected by two-fold antropic way: 1) eutrofication process and 2) an important reduction, in time, of the flow of water surrendered by their main feeder: the Río Lerma and, for consequence, for a decrease in depth. The eutroficación of an ecosystem results in: to) excessive production of organic matter; b) increase in the reproduction of microorganisms; c) anoxic conditions in the base of the column of water (silt-water interface). The above-mentioned increases the indexes of contamination since they alter, the natural cycles of nitrogen, phosphore, carbon and sulfur transforming them into noxious chemical elements. Solids dissolved in water of LCH are as follows (Limón et al., 1988): a) Total Inorganic phosphore: 800 mg/l; b) the concentration average of sulfate: 49 mg/l; c) the nitrogen concentrations: 145 ammonia nitrogen of mg/l, 367 nitrogen of nitrates mg/l, and 705 mg/l of organic nitrogen.

The bottom of the column of water of the LCH rests on the shallow silt which is characterized to contain 80% of humidity and 4% of organic matter (C. Parron pers. com., H.U. Ramírez-Sánchez,

pers. com.: CEREGE, France) and to be formed by: silicates (feldspaths and clays), quartz, calcium and magnesium carbonates and titanium oxide (Solana-Espinoza et al., 1998).

It is known that the indexes of contamination of the water of a lake, are increased in the silt-water interface, since it is the place where the noxious substances are temporarily adsorbed; this biochemical process is ignored in the LCH. Actually, this investigation is developed at different depths with intervals of 1m. To determine the chemical activity in the interface silt-water, the interstitial water is extracted and it is analyzed to quantify the presence of: nitrates, nitrites, ammonia, total nitrogen, ortophosphates, total phosphore, sulfurs, solids in suspension, total solids, non filterable solids, biochemistry oxygen demand (BOD), enzymatic activity, alkalinity, fluorine and the following metals: Cu, Zn, Cd, As, Sb, Pb, Fe. Chemical and biological components of interstitial water are needed to obtain the concentration gradients that control the difussion of nutrients fluxes within sediments.

#### References

- Limón M. J.G., Lind O., Vodopich D., Doyle R., Trotter B.G., 1988, Arc. Hydrobiol. EUA.
- Solana-Espinoza G., Israde I., De Anda J., Zárate-del Valle P.F., 1998. Geochemistry and micropaleontology data at Chapala Lake, Jalisco, Western Mexico (ECOS M95-U01 & SIMORELOS 970306003 projects in progress; Ira. Reunión Nal., de Ciencias de la Tierra, Soc. Geol. Mex.).