

Sesión Regular

# **RIESGOS NATURALES**

Organizadores:

Juan Carlos Mora  
V́ctor Manuel Herńndez  
Enrique Guevara Ortiz  
Isaac Olivas

RN-1

### ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES IMPERMEABLES Y COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIONES SÚBITAS EN SAN LUIS POTOSÍ, SLP

Palacio Aponte Alvaro Gerardo y Julio Miranda Patricia  
Escuela de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP  
alvaro.palacio@uaslp.mx

Los cambios de uso del suelo de matorral xerófilo y submontano a uso urbano y suburbano durante los últimos 20 años en San Luis Potosí, han incrementado la intensidad de las inundaciones súbitas y sus efectos modificadores o destructivos. Para explicar los grados o niveles diferenciales de la amenaza de inundación, se aplica el concepto de unidades del terreno, que considera para el mismo ámbito territorial y funcional, la relación entre subcuencas interceptadas, coeficientes de escurrimiento por tipo de superficie y tirantes de .

Para establecer una zonificación de la amenaza, sobre la delimitación de subcuencas interceptadas predeterminadas se detectan los tipos de superficies según su susceptibilidad al escurrimiento y la permeabilidad, utilizando una imagen multispectral de alta resolución Spot y aplicándole un NDVI (Índice de vegetación normalizado). Al mismo tiempo se incluyeron los registros históricos de 53 puntos de validación para detectar patrones de recurrencia por intensidades relativas de inundación por tirantes, en su relación con los regímenes de permeabilidad de los tipos de cobertura y los gastos esperados por subcuenca cada 5 años.

Al final se establecen tres patrones de inundabilidad: alta media y baja en zonificación localizada o extendida, por cada una de la 20 subcuencas interceptadas. Estos son explicables por diversas causas en donde la permeabilidad de las superficies y los volúmenes de escurrimiento promedio previstos cada 5 años permiten ponderar la amenaza potencial por inundaciones súbitas.

RN-2

### CAMBIO EN LOS COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO, DEL AÑO 1976 AL 2000, EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO SAN PEDRO; CHIHUAHUA, MÉXICO

Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma<sup>1</sup>, Silva Hidalgo Humberto<sup>2</sup>,  
Villalba María de Lourdes<sup>2</sup> y Martínez Sosa Alejandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería/Maestría en Hidrología Subterránea, UACH

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua  
gestrada@uach.mx

La cuenca alta del río San Pedro está incluida totalmente en la porción central del estado de Chihuahua, cuenta con una superficie de drenaje de 10,565 Km<sup>2</sup> y geográficamente se ubica en la parte Norte del país; colinda al noroeste con la cuenca Laguna Bustillos y de los Mexicanos de la Región Hidrológica 34 (RH-34); al norte-noreste y sureste con la cuenca Río Conchos-Presa El Granero y al sur-suroeste con la cuenca Río Conchos-Presa La Boquilla, ambas de la RH-24 y comprende desde el nacimiento del río San Pedro hasta donde se localiza la presa Francisco I. Madero.

El clima en la región varía de semi-seco templado, a seco semi-cálido. Se registran principalmente lluvias de verano con una precipitación media anual de 392 mm y una temperatura media anual entre los 15° y 16° C.

La cuenca alta del río San Pedro está sufriendo un proceso de desertificación muy fuerte; por citar dos de las cubiertas vegetales de la zona, se tiene que los bosques primarios de pino-encino han disminuido de una superficie de 2677.45 Km<sup>2</sup> que se tenía en el año 1976 a 1627.6 Km<sup>2</sup> para el año 2000, lo que representa un 39.21% a razón de 1.63% anual; mientras que los bosques secundarios se incrementaron de 489.2 Km<sup>2</sup> a 1495.8 Km<sup>2</sup> para el mismo periodo, esto debido tanto a impactos antropogénicos como la explotación forestal intensiva y las prácticas agrícolas inadecuadas, así como a causas naturales como los incendios y sequías.

Las condiciones y variaciones de la cobertura vegetal y del uso de suelo fueron analizados de manera conjunta a partir de los shapes escala 1:50,000 del INEGI (1976) y del Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT, 2000).

Para obtener los valores de los coeficientes de escurrimiento y su variación en esos años se empleó la metodología establecida en la norma NOM-011-CNA-2000, para lo cual la capacidad de infiltración de los suelos presentes en la cuenca, se determinó a través del parámetro de escurrimiento (k), que depende del tipo de suelo y de la cobertura vegetal; tomando en cuenta también el análisis de la lluvia que no causa escurrimiento. Como resultado del estudio se obtuvieron valores promedio de Ce igual a 0.0752 y 0.08765 para los años 1976 y 2000 respectivamente.

Como puede observarse hubo un incremento en el coeficiente de escurrimiento en el año 2000 con respecto al que se determinó para el año 1976, lo cual es consistente con la pérdida de cubierta vegetal debido a causas antropogénicas y naturales. La consecuencia de este incremento en los valores promedio del coeficiente de escurrimiento Ce, se ve reflejada en el incremento de los

volúmenes anuales de escurrimiento y de la producción de sedimentos, así como en de los caudales máximos instantáneos.

RN-3

### EVALUACIÓN DE IMPACTOS HIDROMETEOROLÓGICOS CON LIDAR TERRESTRE Y AÉREO EN MONTERREY, MÉXICO

Yepez Rincón Fabiola<sup>1</sup>, Lozano García Fabian<sup>2</sup>,  
Vela Coiffier Patricia<sup>2</sup> y Rivera Rivera Lucrecia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL, ITESM

<sup>2</sup>ITESM

fabiola.yepez@gmail.com

Cada año los impactos hidrometeorológicos son mayores a nivel mundial por los cambios en los patrones de clima. En las ciudades los huracanes afectan la infraestructura de cauces y puentes, haciendo evidente la necesaria y urgente implementación de metodologías para evaluar cambios volumétricos sufridos y ejercer acciones necesarias para el manejo de riesgos así como proyectos de reconstrucción. El objetivo de trabajo fue la creación de una nube de puntos 3D con la fusión de los datos LIDAR terrestre y aéreo mediante el uso de diferentes pruebas de calidad de la alineación entre los datos y el cálculo volumétrico de los daños que utilizan información DTM. Se realizó trabajo de campo para validar los resultados en los daños en las carreteras y puentes (28 puentes) encontrando que al menos el 52% de la carretera principal (52 km) que cruza la ciudad paralela al RSC sufrió daños severos y al menos el 20% de los puentes se vieron afectados y el 4% se derrumbaron completamente. Desafortunadamente, las agencias gubernamentales reaccionan ante las emergencias, centrándose en la solución de las necesidades básicas, tales como electricidad, caminos de rehabilitación y atención a las víctimas lo cual tiene sentido ante la emergencia, sin embargo es urgente también generar un sistema que permita evaluar realmente la infraestructura y la gestión de ciudad ante eventos cada día más agresivos e intensos, la geoinformación ayuda a este tipo de estrategias. La respuesta en este estudio de caso fue la reconstrucción de los cauces durante el primer año posterior y a 3 años del evento el inventario es de 35 puentes.

RN-4

### PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LOS ANEGAMIENTOS EN ZONAS URBANAS

Valdivia Ornelas Luis

Depto de Geografía y Ord. Territorial, U de G

lvaol2003@yahoo.com.mx

Las zonas urbanas son espacios con altos valores de impermeabilización los que afectan drásticamente la relación lluvia/escurrimiento. Las llamadas inundaciones y anegamientos se vinculan con el desbordamiento de cauces que funcionan parcialmente como canales, en cuyo trayecto muestran constantes cambios de geometría, lo que se refleja en diversas capacidades hidráulicas, y gran cantidad de puntos de desborde. Las calles han sustituido los cursos naturales y conducen los caudales provenientes de la emisión de los propios colectores, es decir, las vialidades se han convertido en los principales canales de conducción y de regulación del agua de tormenta. Esta complejidad obliga a un replanteamiento metodológico a partir de considera al sistema de canales y calles como sistemas complejos, dinámicos y cambiantes, y que son resultado de la desestabilización de los sistemas naturales.

En los espacios urbanos coexisten dos tipos de redes: las antropizadas y las antroponaturales (cuencas de cabecera) que reflejan distintas funcionalidades. La primera es producto de condiciones históricas y ambientales diversas, los sistemas de captación son ineficientes y construidos coyunturalmente lo que, combinado con la disposición de la cuadrícula urbana, acentúa el proceso de concentración y dispersión del agua superficial. Además, en estos espacios se observa el fenómeno poco evaluado y entendido del resalte hidráulico. En el segundo caso, en las llamadas cuencas de cabecera, se generan severas distorsiones en los puntos de unión entre los dos sistemas y se disparan los procesos erosivos.

El punto de partida de la propuesta metodológica es que, la creación de infraestructura ha tenido una influencia decisiva en los cambios de las condiciones hidrogeomorfológicas de los sistemas hidrográficos, afectando su respuesta, y transformándose en sistemas antroponaturales con impactos multifacéticos (Cisma, 2010;p.179). La actuación de la autoridad y los agentes inmobiliarios son un factor decisivo para poder entender la actual funcionalidad y el patrón de distribución de las inundaciones y anegamientos. Por lo que es necesario "Introducir los procesos de internalización de las inundaciones dentro de las estructuras históricas, económicas, políticas y sociales, en las que se presenta la relación entre la sociedad y el medio" (Ribas y Saur, 1996;p.230). Se hace necesario y prioritario entender el comportamiento funcional de los rasgos hidrogeomorfológicos previo a las sucesivas intervenciones; cuantificar los impactos, y las implicaciones que tuvieron para las nuevas funcionalidades; esto permitirá establecer una relación espacio-temporal a partir de cada una de las estructuras histórico-económicas por las cuales pasó la ciudad y podrá

construirse a partir de los mecanismos generadores el término de "sitio inundable".

RN-5

#### IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS EXCEPCIONALES POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE ANILLOS DE CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES EN ANGANGUEO, MICHOACÁN, MÉXICO

Garduño Mendoza Erika<sup>1</sup> y Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS, UMSNM, IIM

<sup>2</sup>IIM, UMSNH

egm.ama@gmail.com

En el año 2010, para el oriente del Estado de Michoacán, se registraron eventos aparentemente atípicos, como fueron lluvias y deslizamientos, mismos que causaron el deceso de 35 personas y pérdidas materiales incalculables. Pero lo que parecía extraño, quedó descubierto con el movimiento de las laderas y suelos, de que existen registros geológicos de que este tipo de eventos ya habían ocurrido anteriormente en esta zona, pero que no han sido descritos y datados. Debido a ello, se buscaron algunas disciplinas auxiliares que pudieran brindar información acerca de estos eventos. Vista la vegetación existente y las condiciones climáticas, las técnicas dendrogeomorfológicas y dendrocronológicas, ofrecen una alternativa para describir las condiciones climáticas que influyen en el crecimiento y expresión de los anillos de crecimiento de los árboles. Los anillos de crecimiento de las coníferas principalmente, expresan los eventos atípicos que ocurren en las áreas donde crecen los árboles, influyendo en la anatomía del árbol. Posteriormente para su análisis se realiza un conteo de estos anillos y se define en que año ocurrió dicho fenómeno, como sequía, inundación, incendio, heladas prolongadas, plagas, deslizamientos y actividad volcánica. Todos estos eventos se registran en el crecimiento y deformación de los anillos de los árboles.

Para el presente estudio se realizaron muestreos en el margen de los ríos Catingón-San Pedro, que atraviesa el centro de población de Angangueo Michoacán. Se tomaron 157 muestras de árboles, de los cuales 19 fueron arboles vivos, 138 de árboles previamente talados, derribados o tocones de años anteriores. De estos 138 árboles se desecharon 29 muestras

Mediante la metodología tradicional utilizada por Villanueva et al., 2009 se procesaron las muestras y posteriormente se concluyó con el análisis de las estructuras de crecimiento de los árboles. Obteniendo como resultado la cronología climática de la zona, debido a que el 70% de las muestras son menores a 40 años se hace énfasis en este periodo.

El análisis de estas muestras nos permitió tener 3 resultados: La cronología climática para los últimos 40 años, por último se encontró el registro de dos incendios locales en 1942 y 1999.

RN-6

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS FLUJOS DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DE MOTOZINTLA, CHIAPAS: UNA EVIDENCIA DEL PELIGRO PARA LA POBLACIÓN

Sánchez Núñez Juan Manuel<sup>1</sup>, Macías Vázquez José Luis<sup>2</sup>, Zamorano Orozco José Juan<sup>3</sup>, Saucedo Girón Ricardo<sup>4</sup>, Torres Hernández José Ramón<sup>4</sup> y Novelo Casanova David<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CIEMAD, IPN-CIEMAD

<sup>2</sup>UNAM, Campus Morelia

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

<sup>4</sup>UASLP, Instituto de Geología

<sup>5</sup>UNAM, Instituto de Geofísica

jmsanchezn2004@yahoo.com.mx

En septiembre de 1998 y octubre de 2005 Motozintla sufrió los desastres más significativos de su historia. Lluvias intensas provocadas por la tormenta tropical 'Earl' y el huracán 'Stan' causaron cientos de flujos de escombros. La zona más dañada por los depósitos fue la ciudad de Motozintla, localizada en la zona más profunda de un valle en forma de 'V', donde confluyen los tres ríos más importantes de la cuenca: Xelaju Grande, La Mina y Allende. Los desastres mencionados sugieren que Motozintla se localiza en una zona de alto riesgo y que es vulnerable a procesos de remoción de materiales por corrientes hídras. Recientemente, los desastres por procesos naturales y la intensa actividad antrópica como la deforestación, pastoreo de animales domésticos y la construcción de caminos han incrementado su potencial de daño. En este estudio se reconoce que las condiciones geológicas y climáticas de Motozintla han ocasionado el emplazamiento de grandes volúmenes de detritos sobre la planicie aluvial del río Xelajú Grande durante los últimos 25,000 años (Sanchez-Núñez et al., 2012). La caracterización granulométrica consistió en determinar las curvas de frecuencia acumulativa, los histogramas de frecuencia para cada depósito y establecer una correlación binaria entre el diámetro medio contra la desviación estándar. Las tres técnicas para el estudio de los sedimentos fueron: Análisis de Imágenes de Rosiwal para la fracción gruesa, tamizado en seco para la fracción media y escaneo laser para los

finos. Los parámetros estadísticos utilizados fueron Diámetro medio (MdÉ.), Clasificación (S), Curtosis (KG) y la relación bloque-matriz. Los resultados de 98 depósitos presentes en 53 columnas estratigráficas mostraron que se trata de flujos de escombros e hiperconcentrados en menor proporción; lo anterior indica un alto riesgo para los habitantes de Motozintla debido a que el ambiente de emplazamiento es de muy alta energía inducida por las pendientes inestables (>30°) y topografía abrupta.

Palabras clave: Flujo de escombros, flujo hiperconcentrado, planicie aluvial, escala granulométrica.

RN-7

#### SIMULACIÓN EN FLO-2D DE LOS FLUJOS DE DETRITOS OCURRIDOS EN FEBRERO DE 2010, EN LA MICROCUENCA SAN PEDRO, ANGANGUEO, MICH.

Figueroa Miranda Sócrates<sup>1</sup> y Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

sfm\_09@yahoo.com.mx

A finales de enero y principios de febrero de 2010, se presentaron lluvias atípicas en el oriente de Michoacán alcanzándose un registro de 35.8% de la precipitación media anual en cuatro días en el municipio de Angangueo. Este fenómeno favoreció la saturación de los suelos y posteriormente la detonación de numerosos deslizamientos en las cumbres de Angangueo. La combinación del emplazamiento de estos deslizamientos en el fondo de barrancas con el abundante escurrimiento superficial, provocaron la movilización de estos depósitos en forma de flujos de detritos y corrientes hiperconcentradas. El depósito de estos flujos en conjunto con deslizamientos dentro de la mancha urbana, impactaron severamente a la población, registrándose el sepultamiento de varias viviendas, calles y canales, principalmente en los sectores centro, norte y este de la ciudad, con incontables pérdidas económicas y lamentables ceses humanos.

Con el objeto de evaluar el daño en las zonas afectadas y elaborar un mapa de peligro por flujos de detritos provenientes de la microcuenca del Río San Pedro, en este trabajo se realizó la modelización matemática de dichos procesos, mediante el programa numérico FLO-2D versión 2009.06. Para tal objetivo, se aplicó una metodología propia de la que destacan la construcción de un Modelo Digital de Elevaciones del área de modelización con base en levantamiento topográfico de detalle; cálculo del hidrograma líquido a partir de información pluviográfica aplicando el método del hidrograma unitario del SCS, y con ayuda del modelo de simulación hidrológica HEC-HMS 3.2; cálculo del hidrograma de sólidos a partir de concentraciones volumétricas de sedimentos que se fueron variando hasta lograr un modelo calibrado; determinación de coeficientes de rugosidad de Manning con base en referencias bibliográficas y recorridos en campo; finalmente, obtención de parámetros reológicos de los sedimentos, estimados indirectamente mediante la comparación de muestras de sedimentos del área de estudio con aquellas reportadas en la bibliografía.

Los resultados de las modelaciones en FLO-2D revelan tres zonas de conflicto. La primera zona en el último cambio de dirección que presenta el río San Pedro antes de entrar a la ciudad; la segunda zona en el puente que intersecta a la calle Libertad y que conduce al Monumento del Minero; y la tercera en la intersección de la calle Melchor Ocampo con el canal del río San Pedro. En estas zonas los modelos revelan un incremento importante en los tirantes, las velocidades, las fuerzas de impacto y las presiones estáticas. Con base en estos resultados se elaboró un mapa preliminar de peligro para inundaciones y flujo de detritos para un evento similar al de febrero de 2010. Este mapa muestra que las áreas de mayor peligro se ubican, en las márgenes del río-canal San Pedro, calle Melchor Ocampo y Av. Nacional-Independencia; y con peligrosidad media-baja la calle Libertad y calles perimetrales del atrio del templo de la Inmaculada Concepción de María.

RN-8

#### MODELO DE SUSCEPTIBILIDAD DE MOVIMIENTOS EN MASA DE LA SIERRA DE ZONGOLICA, MÉXICO

Wingartz Carranza Jorge Antonio

Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, INEGI

jorge.wingartz@inegi.org.mx

La inestabilidad de laderas es el resultado de la combinación de diversos agentes, ya sea de carácter natural (interno y externo), así como por la acción del hombre; deforestando la vegetación original, cambio el uso del suelo y apertura de caminos sin estudios geológicos y geotécnicos previos, provocando con esto la modificación del contexto de equilibrio de las laderas.

Otros factores de carácter natural son la accidentada orografía, el tipo de suelos, la presencia de sismos, el grado de alteración del macizo rocoso, la densidad de discontinuidades geológicas que estén afectando a las rocas y, por supuesto las lluvias torrenciales derivadas de fenómenos hidrometeorológicos siendo este factor el principal detonante de los procesos de remoción en masa.

Este modelo representa un mapa de susceptibilidad a los procesos de remoción de masa aplicado para el área que comprende la Sierra de Zongolica, que comprende parte de los estados de: Puebla, Veracruz y Oaxaca. Se diseñó con base en la composición de análisis estadístico multicriterio combinado con el método heurístico.

En su preparación se consideran seis factores o criterios asociados entre sí, que determinan la susceptibilidad de peligro como lo son:

- Litología
- Precipitación
- Pendiente del terreno
- Cortes en talud por vías de comunicación
- Densidad de discontinuidades estructurales y
- Deforestación

El modelo representa el primer documento cartográfico de gran escala que expone la susceptibilidad de movimientos en masa en el área que comprende la Sierra de Zongolica en donde se distinguen siete jerarquías de susceptibilidad.

- Muy Alto
- Alto
- Medio Alto
- Medio
- Medio Bajo
- Bajo
- Muy Bajo

El resultado de la integración de las variables antes analizadas (mapas de factores), se ejecuto mediante el uso de la herramienta de Algebra de mapas utilizando un software de sistemas de información geográfica.

El presente modelo proporciona un panorama tanto del comportamiento espacial de los fenómenos de remoción en masa a partir de la fotointerpretación de eventos por medio de series históricas, verificación de campo y análisis estadístico, así como de las áreas potenciales de peligro a partir de la investigación de los principales factores detonantes que afectan a la región.

El propósito es ofrecer un documento de consulta para el público en general con fines de prevención civil y toma de decisiones por parte de autoridades estatales y municipales.

RN-9

### GEOFÍSICA APLICADA AL DESLIZAMIENTO TERRESTRE DE SANTIAGO Y SANTA CRUZ MITLATONGO, OAXACA

González López Martina, López Sánchez Ricardo, Romero Pérez Blanca Iris, Hernández Oscoy Ariadna, Chávez Hernández Omar Cristian, Rodríguez Vega Pablo Baruch, Salazar Peña Leobardo y Vera Sánchez Pedro  
*Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán*  
 margl\_mar@hotmail.com

El deslizamiento presentado en los poblados de Santiago Mitlatongo y Santa Cruz Mitlatongo, Municipio de Nochixtlán, Oaxaca, ha presentado manifestaciones evolutivas desde su desencadenamiento en los meses de septiembre de 2011. Según los recorridos geológicos y la aplicación sismológica en la zona, la primera manifestación fue el corrimiento de tierra cuantificado en los primeros cuatro meses en magnitudes de 40 m de desplazamiento horizontal y 30 metros en desplazamiento vertical. Se ha manifestado sismicidad principalmente en la parte Norte del deslizamiento que se ha asociado con sismicidad similar a la presentada por embalse de presas. Lo anterior pone en evidencia la acumulación progresiva de agua en el subsuelo que abarca el área del deslizamiento. Esta acumulación de agua se acompaña con el afloramiento y crecimiento de lagunas aisladas distribuidas dentro del área del deslizamiento.

Las características anteriores hacen suponer que la estructura de roca firme en donde descansa el subsuelo deslizable compuestos por margas, tendría una forma de cuenca o cuchara, que ha permitido la saturación de agua del subsuelo y ha impedido un disparo definitivo que haga que la tierra se deslice aguas abajo como ha sucedido en otros casos de deslizamientos. Por tal motivo se aplicaron técnicas de exploración sismológica y gravimétrica conjuntas que abarcan un perfil sobre el eje longitudinal del deslizamiento.

La estructura tridimensional de la capa firme obtenida en exploraciones sismológicas previas de una porción del deslizamiento es completada por el levantamiento longitudinal que coincide con la alineación de drenaje principal de la zona. Los resultados sismológicos determinan una estructura superficial favorable para la acumulación de agua. La existencia de profundidades de hasta 59 metros son verificadas en las partes centrales. La estructura profunda en el deslizamiento deducida de la gravimetría muestra la configuración de una roca firme que se asocia con calizas según la información geológica. Esta estructura semiprofunda se correlaciona con la configuración de capa firme deducida de la sismología.

Con la redacción de otras evidencias geológicas, se deduce que la tendencia estructural subterránea longitudinal del deslizamiento deducida con sismología y gravimetría, no coincide hacia su parte Sur con la dirección del deslizamiento o corrimiento de tierra. Lo anterior supone que la masa terrestre se recarga hacia el Suroeste sobre una especie de ladera subterránea y no en la dirección longitudinal al drenaje principal del área. Esta sería la razón por la cual la masa terrestre no ha iniciado su viaje definitivo aguas abajo a casi dos años de su manifestación.

RN-10

### METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD DE LADERAS Y MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO EN LA COLONIA LOMAS DEL ORIENTE, TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Gil Ríos Alondra<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>1</sup>, González Herrera Raúl<sup>2</sup>, Pérez Escobar Mayerly Crysmi<sup>1</sup>, López Hernández Venancia<sup>1</sup> y Lovera Salazar Silvia Berenice<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
 ek\_balam85@yahoo.com.mx

Los procesos de remoción en masa se definen como el movimiento descendente de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos. En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas se encuentran dos laderas (la ladera sur y la ladera norte); la presente investigación se enfoca en la colonia Lomas del Oriente, ubicada en la ladera sur de la ciudad. En el mes de octubre del año 2005, la Dirección de Protección Civil municipal emitió un dictamen de riesgo en relación a la vivienda ubicada en Av. Lomas del Bosque lote 16 de la manzana 27 de la colonia Lomas del Oriente, la cual fue la primer vivienda que presentó afectaciones por el fenómeno.

La metodología propuesta para la delimitación del riesgo alto en la colonia Lomas del Oriente fue la siguiente:

- Delimitación del polígono de afectación
- Topografía a detalle (10cm) dentro y fuera del polígono de afectación
- Estudio del comportamiento del subsuelo para obtener los periodos fundamentales, las amplitudes relativas y las frecuencias del suelo.
- Colocación de testigos para identificar los cuerpos activos y su movimiento
- Monitoreo cada quince días de los testigos en época de estiaje y época de lluvias.

Los materiales que componen el subsuelo son predominante depósitos de talud compuestos principalmente de arcillas con bloques de lutita y algunos bloques de caliza. La dirección del deslizamiento presenta una tendencia hacia el Nor-Noroeste.

El riesgo en la zona de estudio es muy alto debido a que el movimiento y la velocidad del movimiento se ha acelerado por la deforestación, la construcción de muros sin dejar filtrar el agua, el peso de las viviendas, los taludes construidos en viviendas y vías de comunicación y las vibraciones sísmicas; la mayoría de las viviendas presentan condiciones de construcción inadecuadas, lo que ha potencializado la vulnerabilidad física y de la población ante el fenómeno.

Debido al desconocimiento del origen de este fenómeno se sigue permitiendo la construcción de nuevas viviendas.

RN-11

### LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA ESTATAL CERRO MACTUMATZÁ, UNA CONTRIBUCIÓN AL PROGRAMA DE MANEJO

Paz Tenorio Jorge Antonio<sup>1</sup> y Murillo Sánchez María Eréndira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Posgrado en Desarrollo Sustentable

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Posgrado en Ciencias Forestales  
 jorgepazt@yahoo.com.mx

La Reserva Estatal Cerro Mactumatzá, fue decretada en el Periódico Oficial del Gobierno de Chiapas, el 16 de junio de 1997. Su nombre proviene del cerro Mactumatzá, o Mactuman matza, que en lengua zoque significa "cerro de las once estrellas".

Se ubica en el sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en la Meseta cársica de Copoya, geoforma sometida a intensos procesos de intemperismo y erosión, cuyos materiales acumulados en los taludes representan serios problemas de inestabilidad de laderas para los asentamientos urbanos del sur de la capital de Chiapas.

Por otra parte, por sus diferencias altitudinales que van de los 700 a los 1140 metros sobre el nivel del mar, esta reserva presenta selvas bajas y medianas caducifolias y bosque de quercus en buen estado de conservación, así como una diversidad importante de fauna silvestre, razón por la cual el decreto de reserva estatal determina que la vocación natural de esta área es principalmente la de refugio de vida silvestre.

El Programa de Manejo, se encuentra a nivel de primer borrador, fue elaborado en el año 2000; sin embargo, no considera un factor importante para la presión que ejerce el crecimiento urbano hacia esta Reserva, que son los Procesos de Remoción en Masa.

Considerando la clasificación de CENAPRED, se presentan caídos o derrumbes, flujos y ocasionalmente deslizamientos; algunos de estos movimientos detonados por actividad humana y lluvias atípicas.

Se propone incorporar este aspecto en el programa de manejo, como un argumento más para la conservación de la Reserva y áreas circundantes, alineándose a otros instrumentos institucionales, como son el Atlas Municipal de Riesgo y el Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez

RN-12

### CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DEL SUBSUELO EN LA ZONA DEL DESLIZAMIENTO ACTIVO DE LA COMUNIDAD DE IXTEPEC, PUEBLA

Mendo Pérez Gerardo Manuel<sup>1</sup>, Gómez Vergara Gerardo<sup>2</sup>, González Flores Josué Gabriel<sup>2</sup>, Pacheco Ríos Antonio<sup>2</sup> y Castillo Román José<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FACULTAD DE INGENIERIA, BUAP

<sup>2</sup>FACULTAD DE INGENIERÍA A, BUAP

gerardomendo@gmail.com

El municipio de Ixtepec, se localiza en la sierra Norte de Puebla, colinda al norte con los municipios de Caxhuacan y Huehuetla, al sur con Zapotitlán de Méndez, al Este con Atlequizayan y Zoquiapan y al Oeste con Hueytlan. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 20° 00' 42" y 20° 03' 18" de Latitud Norte y 97° 38' 18" y 97° 40' 42" de Longitud Oeste. Tiene una superficie aproximada de 10,220 km<sup>2</sup>, con una altitud de 1026 msnm. Cuenta con una población de 3,276 habitantes, siendo la mayoría de origen totonaco.

La comunidad de Ixtepec, cabecera del municipio, se asienta sobre una secuencia de suelos arcillosos y limosos que sobre yacen a rocas calizas fracturadas del jurásico superior. Esta comunidad fue afectada por las intensas precipitaciones de octubre de 1999, las cuales causaron daños en la presidencia municipal, casa de salud indígena y la calle principal, en octubre del 2005 nuevamente se presentaron daños en la calle principal debido las precipitaciones. También en el año de 2009 las lluvias intensas afectaron el municipio y nuevamente el deslizamiento del suelo continuó dañando la infraestructura municipal.

Debido a la reincidencia del fenómeno, las autoridades han tratado de mitigar los daños que causa el deslizamiento en la comunidad, por lo que han construido un muro de contención en la zona. Sin embargo, este no ha funcionado de manera adecuada debido a que su construcción no se basó en un estudio que estimara las características de la masa deslizada y por consiguiente este ha sido destruido en más de dos ocasiones debido al desplazamiento que cada año presenta este deslizamiento.

Por tal motivo, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con estudiantes de la carrera de geofísica está realizando un estudio para caracterizar las condiciones del subsuelo en la zona del deslizamiento. Por lo que en una primera etapa se recorrió el área y se realizaron mediciones de tomografía eléctrica (ERT; Electrical Resistivity Tomography).

El procesamiento de las primeras cuatro secciones indican que el subsuelo se encuentra caracterizado por cuatro unidades geoelectricas preliminares U1 (<15  $\Omega \cdot m$ ), U2 (16 # 30  $\Omega \cdot m$ ), U3 (31 -100  $\Omega \cdot m$ ) y U4 (>100  $\Omega \cdot m$ ). El procesamiento continúa, por lo que el rango de resistividades podría tener cambios conforme se vaya procesando la totalidad de las secciones.

RN-13

### CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA Y MODELIZACIÓN NUMÉRICA DEL DESLIZAMIENTO EL CAMPESTRE, EN MORELIA, MICHOACÁN

Villaseñor Reyes Cecilia Irene y Hernández Madrigal Víctor Manuel  
Departamento de Geología y Mineralogía, UMSNH  
ces\_yama@hotmail.com

Enmarcada en la intersección de la Sierra Madre del Sur y el Cinturón Volcánico Transmexicano, la ciudad de Morelia es afectada por numerosos peligros asociados a la subsidencia y procesos de remoción en masa (PRM), que afectan gravemente a la población y su infraestructura sin que sean considerados de forma completa en la planeación urbana de la ciudad. Si bien hay varios estudios sobre peligros geológicos de la ciudad, ninguno de ellos aborda el estudio de los PRM por medio del método de cálculo de deformaciones y mucho menos aclaran cuales fueron sus factores detonantes. Por lo anterior, en este trabajo se caracterizó geomecánicamente la porción oriental del escarpe de la falla la Paloma en la ciudad de Morelia, Michoacán, y se modelizó el deslizamiento El Campestre mediante elemento finito. Se realizaron una cartografía geológica a detalle del deslizamiento y un levantamiento del fracturamiento por cada litología involucrada, según la metodología indicada por la ISRM. Se utilizaron las clasificaciones del macizo rocoso con base en el índice de calidad de

las rocas (RQD) y la clasificación basada en los valores RMR, para obtener los parámetros de cohesión y ángulo de fricción; así como la pruebas de carga puntual/martillo de Schmidt y la técnica de ondas ultrasónicas para obtener la resistencia a la compresión simple y módulos de deformación, respectivamente. Por último, con estos insumos y mediante el empleo del programa PLAXIS 2D versión 2010, se evaluó el efecto sísmico y precipitación en el deslizamiento El Campestre. Los resultados muestran que el deslizamiento se ubica sobre una ladera conformada, de la base a la cima, por una andesita intercalada con brecha andesítica y una secuencia ignimbrítica interrumpida por una secuencia conglomerática. Se encontraron 25 familias de fracturas que permitieron clasificar al macizo con un grado de fracturación de alto a muy alto. En las unidades más resistentes, como la andesita y las ignimbríticas superiores, las fracturas presentan escaso o nulo relleno, superficies lisas y forman bloques pequeños. Mientras que en las unidades ignimbríticas y la secuencia conglomerática que se encuentran entre esos niveles, presentan rellenos limo-arcillosos, una rugosidad mediana y forman bloques relativamente grandes. Con la caracterización físico-mecánica se encontraron porosidades de 0.96% para la andesita, de 8 a 32% para las ignimbríticas y de 55% para la secuencia conglomerática. La resistencia a la compresión simple se calculó para la andesita en 140 MPa, para las ignimbríticas varía de 23 a 88 MPa, según el nivel, y la secuencia conglomerática se mantiene en un rango de 8 a 14 MPa. La caracterización geomecánica (RMR y RQD) indicó que la andesita y las ignimbríticas son de una calidad regular y la secuencia conglomerática tiene una calidad mala. La modelización en PLAXIS ha demostrado que si bien la sísmicidad que se atribuye a la zona fue un factor importante, el origen sísmico del deslizamiento es mucho más factible si se combina con un evento de lluvia intensa que haya disminuido la resistencia del material y aumentado el peso en las unidades más porosas.

RN-14

### APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y DATOS DE FÁCIL ACCESO PARA EL ANÁLISIS DE PELIGRO POR INUNDACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DE BAJA CALIFORNIA

Gámex Balmaceda Ena del Carmen<sup>1</sup>, Mendoza Garcilazo Luis<sup>1</sup> y Cavazos Tereza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>2</sup>División de Oceanología, CICESE

egamez@cicese.mx

El gobierno del estado de Baja California en colaboración con el CICESE está desarrollando el proyecto: "Atlas de Riesgos de Baja California Primera Etapa" 2012-2013. El atlas incluye la evaluación de peligros por sismos, inundaciones, deslizamientos, incendios forestales, peligros químicos y tsunamis. La evaluación del peligro de inundación comenzó en el 2011 con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC-BC) que implementó un estudio de evaluación de riesgo por inundación en Ensenada, Baja California, como una de las aplicaciones del manejo de la base de datos climáticos para el noroeste de México, este estudio es una contribución al atlas estatal de riesgos y la misma metodología empleada aquí se ha aplicado a las otras ciudades de Baja California. En concreto, las extensiones del análisis espacial ArcGIS se combinaron con la herramienta de Modelación Hidrológica (HEC-GeoHMS) y HEC-GeoRAS, estas últimas son extensiones gratuitas (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-geohms/>). Los datos utilizados para el análisis fueron un modelo digital del terreno (LIDAR) el cual también es gratuito proporcionado por INEGI y datos de precipitación, se trabajó con las precipitaciones máximas registradas en un día, equivalentes a la hora o dos horas en que se registró mayor cantidad de agua sin interrupción, con registros cada 10 minutos de la red del noroeste de México: <http://peac-bc.cicese.mx/>. Todos los datos contenidos en esta red son de gratuitos y de fácil acceso para seguir realizando estudios. El proceso y resultado final del estudio se resume en las siguientes partes.

1. Identificación de datos y herramientas que se necesitan
2. Integración de los datos y modelado de los procesos inundación
3. Comunicación de los resultados: mapas de peligro por inundación para diferentes periodos de retorno (10, 25, 50 y 100 años).
4. Integración de resultados al atlas estatal de riesgos.

RN-15

### EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA PROBABILÍSTICA CONSIDERANDO EFECTOS DE SITIO EN LA CIUDAD DE XALAPA Y ORIZABA, VER.

Torres Morales Gilbert Francisco<sup>1</sup>, Leonardo Suárez Miguel<sup>2</sup>, Contreras Jacome Etzael<sup>3</sup>, Fernández Rodríguez Erick Eduardo<sup>3</sup>, Castillo Aguilar Saúl<sup>4</sup>, Dávalos Sotelo Raymundo<sup>5</sup>, García Martínez Jorge<sup>3</sup> y Mora González Ignacio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, CCTUV

<sup>2</sup>Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana

<sup>5</sup>Instituto de Ecología A.C.

giltorresmorales@yahoo.com.mx

Se presentan los resultados preliminares obtenidos del proyecto "Amenaza Sísmica en el Estado de Veracruz y Zona Conurbada Xalapa" y "Microzonificación de peligros geológicos e hidrometeorológicos para las zonas conurbadas de la ciudad de Orizaba, Veracruz y las principales localidades ubicadas en la subcuencas: La Antigua y Jamapa", patrocinados por PROMEP y Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz. Además, de utilizar los resultados obtenidos de proyectos de investigación desarrollados en el CCTUV, como la Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Orizaba y Xalapa.

Para realizar la Evaluación probabilística de la amenaza sísmica considerando efectos de sitio (ES) en la ciudad de Orizaba y Xalapa, los efectos de sitio fueron incorporados a través de un formato estándar propuesto para estudios de microzonificación sísmica y su aplicación en sistemas computacionales propuesta por Huerta B., et al. 2011, el cual permite condensar los estudios de microzonificación sísmica de la ciudad.

Este estudio nace de la necesidad de conocer el peligro sísmico (PS) en el Estado de Veracruz y en sus ciudades más importantes, entendiéndolo como PS a la descripción probabilística de excedencia de un determinado nivel de intensidad del movimiento del suelo (generalmente designado por la aceleración máxima del suelo o por las ordenadas del espectro de respuesta de pseudoaceleración PGA Y Sa, respectivamente) como resultado de la acción de un terremoto en el área de influencia durante un periodo de tiempo especificado. En esta primera etapa se trabajará considerando el ES sólo en las ciudades de Xalapa y Orizaba, ya que dada la historia sísmica del Estado de Veracruz se requiere tener parámetros técnicos de intensidad que se puedan utilizar para considerar en las futuras obras civiles los efectos sísmicos.

Los resultados de la evaluación son presentados a través de mapas de peligro sísmico, curvas de tasas de excedencia y espectros de peligro uniforme (EPU) para distintas ordenadas espectrales y periodos de retorno, respectivamente. La tasa de excedencia de las intensidades, indican el número medio de veces en que, en determinado sitio se presentan intensidades mayores o iguales a una dada. Los espectros de peligro uniforme, se definen como espectros cuyas ordenadas tienen el mismo periodo de retorno. Dichos espectros son de gran ayuda para los ingenieros que habrán de tomar decisiones en el diseño de edificios, ya que permiten estimar la resistencia lateral que deberán tener las estructuras para soportar los efectos generados por movimientos intensos del suelo. Se considera que una de las formas más racionales de seleccionar espectros de diseño es a partir de espectros de peligro uniforme (Miranda et al, 99).

Los resultados esperados de este trabajo son esencialmente mapas de amenaza para todo el estado de Veracruz expresados en términos de distintas ordenadas espectrales (0.1 a 3 seg.) de pseudoaceleración.

RN-16

### ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

González Herrera Raúl<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>2</sup>, Aguirre González Jorge<sup>3</sup>, Novelo Casanova David<sup>2</sup>, Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>4</sup> y Jara Díaz Manuel<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería/Escuela de Ingeniería Ambiental, UNICACH

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

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

<sup>4</sup>Departamento de Geología y Mineralogía UMSNH-IIM

<sup>5</sup>Facultad de Ingeniería Civil

ingeraul@yahoo.com

Para el presente estudio se tomaron en consideración las características geotécnicas, geológicas, morfológicas, hidrológicas, sociales, etc., de la zona. Se incluyó un estudio detallado del centro histórico de la ciudad. Asimismo, se localizaron antiguos canales de río y caudales, zonas de relleno de la mancha urbana dentro de las cuales el suelo presentó características dinámicas especiales. También se recurrió a Cartas de Ordenamiento Urbano para analizar la expansión de la ciudad en diferentes épocas. Se emplearon diversas técnicas geofísicas (Nakamura, SPAC, Calicatas-SPAC) para determinar, mediante microtemores (vibración ambiental), los periodos dominantes, las

amplificaciones relativas y los perfiles de velocidad, con los cuales se delimitaron dos zonas: 1) Zona de laderas con un máximo de frecuencia hasta los 15 Hz, para referirnos a suelos originales sin modificación; y 2) Zona centro (valle) la cual presenta un máximo espectral desde los 2 y hasta valores cercanos a 1 Hz, para referirnos a suelos blandos. Se evidenció un efecto de sitio que se ubica en el centro y en la parte más baja de la ciudad, cercanas al río Sabinal. El peligro sísmico se estimó de manera probabilística considerando las metodologías establecidas por CRISIS (2007), PRODISIS (2008) y mediante funciones de Green empíricas. Como resultado de lo anterior se estimó una aceleración máxima esperada de 589 gales para 475 años de periodo de retorno en suelo. Para desarrollar lo anterior se consideraron las bases de datos del Servicio Sismológico Nacional 1974-2012 y los registros de la Red Inter Universitaria de Ingeniería Sísmica desde 1995, con el propósito de conformar el catálogo completo de sismos que afectaron la ciudad y que fueron producto de diferentes fuentes sismogénicas. Se identificaron trece sistemas constructivos locales distribuidos en la ciudad, mismos que se modelaron con SAP2000 y NONLIN para evaluar parámetros dinámicos tales como sus distorsiones laterales y rotaciones máximas. Se desarrolló un software en Matlab denominado SORIS que permite evaluar la vulnerabilidad de cada sistema integrando explícitamente los efectos de las irregularidades estructurales y obteniéndose así la curva de fragilidad para cada uno de los sistemas constructivos. Paralelamente, se construyó una base de datos que incluye las características específicas de alrededor de 8,000 construcciones distribuidas en la mancha urbana en la ciudad. Cada una de estas construcciones fueron seleccionadas mediante inferencia estadística las cuales representan una muestra estadísticamente representativa de la población de estudio. Con el programa SORIS se evaluaron los escenarios sísmicos más críticos para la ciudad y se determinaron las consecuencias en los sistemas constructivos así como los costos de reparación de las estructuras correspondiente a cada escenario. Los resultados de este estudio se calibraron considerando los sismos del 20 de octubre de 1995 y del 7 de abril de 2011.

RN-17

### MAPA DE ISOPERIODOS DE LA ZONA URBANA DE COMALA, COLIMA

Carvajal Saucedo Pablo Humberto<sup>1</sup>, Arámbula Mendoza Raúl<sup>2</sup> y Cabrera Sandoval Mario Filomeno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UDC

<sup>2</sup>UDC, Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología

<sup>3</sup>UDC, Laboratorio de experimentación y modelación numérica de fenómenos  
mexico.pablo@hotmail.com

Colima se encuentra en la parte centro occidental de la República Mexicana, entre los estados de Jalisco y Michoacán. Esta zona presenta una alta actividad sísmica y volcánica debido a su complejidad sismo-tectónica. Al norte del estado se localiza el municipio de Cómala y los popularmente conocidos 'Volcanes de Colima', de los cuales uno es activo.

Utilizando el método de relaciones espectrales de microtemores se estimó la distribución de las velocidades de onda de corte de la zona centro urbana del municipio de Cómala, con el objetivo de conocer las características del sitio para posteriormente generar un mapa de isoperiodos. El equipo con el que se trabajó combina un sensor de velocidad marca Lennartz de 1 s de período natural y un registrador SADC-20 de 22 bits. Se registró la vibración ambiental en 36 puntos a una distancia no mayor a 250 metros de separación con el objetivo de formar una malla lo suficientemente densa para conseguir un mayor rango de confiabilidad y una mejor apreciación de los cambios en las características del suelo.

En la mayor parte del área estudiada se encontraron periodos de 0.1 a 3.5 segundos, sin embargo se obtuvieron mediciones de hasta 6.0 segundos en zonas puntuales, esto posiblemente se debe a las características topográficas, hidrológicas y geológicas; ya que la zona urbana de Cómala presenta un desnivel considerable de 60 metros en una longitud aproximadamente de 1.3 kilómetros, así mismo pasan a lo largo de la localidad dos escurrimientos que descienden directamente del volcán, los cuales constantemente arrastran consigo material fino. Es preciso mencionar que después de realizar un estudio documental se encontró que estos afluentes habían cambiado de dirección notoriamente en el último siglo.

RN-18

**ESTUDIO COMPARATIVO DE TOMOGRAFÍA SÍSMICA Y ANÁLISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES 2D PARA LA DETECCIÓN DE CAVERNAS. CASO DE ESTUDIO: CERRO DE LA ESTRELLA, IZTAPALAPA D.F.**

Flores García Walter Antonio<sup>1</sup>, Centeno Salas Felix Antonio<sup>1</sup>, Gutiérrez Calderón Raúl Iván<sup>1</sup>, Carreón Freyre Dora<sup>2</sup>, González Hernández Marcos<sup>1</sup>, López López Rafael<sup>3</sup> y Rodríguez González Miguel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos, CERG

<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM. Campus Juriquilla.

<sup>3</sup>Seguridad Pública, Delegación Iztapalapa. México, D.F. 09000

<sup>4</sup>Instituto de Ingeniería, Departamento de Sismología, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM  
walterf1908@gmail.com

Actualmente los métodos Geoelectrónicos en la modalidad dipolo-dipolo, son de gran uso en la detección de anomalías de resistividades eléctricas que pueden ser correlacionadas con la presencia de cavidades en el subsuelo. Los métodos sísmicos en la modalidad de tomografía sísmica y dispersión de ondas superficiales 2D pueden resultar una alternativa en la localización e identificación de cavernas dentro de una zona urbana.

En el Cerro de la Estrella localizada en la Delegación Iztapalapa, se muestran colapsos súbitos asociados a la presencia de grandes cavidades y tubos de lava en las secuencias volcánicas (flujos piroclásticos y lavas basálticas) que lo conforman. La estabilidad de estos materiales es afectada además por la erosión y el efecto de gravedad. En este trabajo, se presenta la aplicación de estos métodos sobre sitios que presentan un peligro geológico asociado a la inestabilidad de estas cavidades.

Para la aplicación de estos métodos se diseñó una serie de arreglos lineales de 16 geófonos con 17 disparos a lo largo de todo el tendido. De los sismogramas obtenidos, se identificaron los primeros arribos y se invirtieron. En la segunda metodología, se extrajo el carácter dispersivo de las ondas superficiales y se siguió el procedimiento de MASW-2D.

Los resultados obtenidos se compararon entre secciones cuasi-2D de velocidad S y el trazado de rayos de tomografía sísmica que presenta una sección 2D de velocidad de onda P. Donde se encontraron e identificaron anomalías correspondientes a la cavidad disminuyendo su velocidad de onda cortante y onda compresional para cada método en particular, por otro lado se pudo identificar el espesor promedio del techo de la estructura de la cavidad, estos resultados se corroboraron con la elaboración de la cartografía y caracterización.

RN-19

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL SUBSUELO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MEDIANTE LA CORRELACIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y GEOFÍSICA**

Salinas Jasso Jorge Alán, Montalvo Arrieta Juan Carlos y Alva Niño Efraín  
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL  
j.saja@hotmail.com

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) localizada en el NE de México, es una zona que se había considerado asísmica y que en los últimos años ha mostrado un incremento en la sismicidad. La mayor parte de la ciudad descansa sobre un valle caracterizado por sedimentos aluviales y el cual está delimitado por cerros pertenecientes a la Sierra Madre Oriental, siendo el aporte principal de tales depósitos a través de la erosión de los distintos ríos que tienen su fuente en las montañas.

Las condiciones geológicas de cada sitio desempeñan un papel importante en el tipo de daño potencial generado por ondas sísmicas en zonas urbanas a partir de terremotos. En particular, los sitios con sedimentos recientes y poco consolidados amplifican decenas de veces el movimiento sísmico en comparación con los materiales más antiguos y consolidados como lo es la roca firme. Estos depósitos son de gran problemática en el ámbito geotécnico debido a que son propensos a experimentar riesgos geológicos como lo son grandes sacudidas del terreno, licuefacción, colapso, deslizamientos, etc. En consecuencia, la aplicación de cartografías para establecer zonificaciones sísmicas a detalle son precisas para delimitar la distribución de los depósitos aluviales para así subdividir aquellas zonas potencialmente peligrosas ante la incidencia de un terremoto. Una posibilidad de clasificar, evaluar y cartografiar las condiciones sísmicas de sitio en áreas de baja sismicidad y ausencia de registros de movimientos fuertes del terreno, como el caso de AMM, es mediante la correlación entre geología superficial, información de datos de pozo (litología, espesores, N-SPT) y mediciones de velocidades de propagación de ondas de cizalla (Vs).

En este trabajo se presenta una relación empírica para determinar la relación de las velocidades de onda de cizalla (Vs) a partir del número de golpes obtenidos

en Pruebas de Penetración Estándar (N-SPT). De manera general, la relación se expresa de manera:

$$V_s = AN^B$$

Donde:

Vs: Velocidad de propagación de ondas de cizalla (Vs)

N: Número de golpes obtenidos en el Ensayo de Penetración Estándar (N-SPT)

A y B: son constantes determinadas por regresiones estadísticas de un conjunto de datos. A controla la amplitud y B la relación de la curvatura. En esta relación se aprecia que cuando el valor de A crece, B decrece.

RN-20

**VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA, FÍSICA Y ESTRUCTURAL ANTE AMENAZAS SÍSMICA, VOLCÁNICA Y POR INUNDACIONES EN SAN ANDRÉS CHOLULA, PUEBLA**

Bayona Viveros José Antonio, Rocher Ana, Cortés Gutiérrez Emelyn y Carrasco Chocoteco Andrés  
Instituto de Geofísica, UNAM  
nato92@ciencias.unam.mx

En este trabajo se evaluó la vulnerabilidad física, socioeconómica y estructural en una región particular de San Andrés Cholula, Puebla. Esta evaluación se realizó considerando tres amenazas que caracterizan a la zona de estudio. Dada su ubicación geográfica y cercanía al volcán Popocatepetl, así como del sistema de fallamiento sísmico de Acambay, Estado de México; las principales amenazas que representan un potencial riesgo para la población de este lugar son: la sismicidad, las inundaciones y la caída de ceniza. Para nuestro análisis, se utilizó la metodología desarrollada por el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), adaptada por Novelo-Casanova y Suárez (2010).

Como parte de la investigación, se realizaron trabajos de campo en el sitio de estudio. En este proceso, se implementó un método aleatorio para la selección de viviendas que, en una primera aproximación; satisface una distribución normal. De igual manera, a las familias seleccionadas se les aplicó una encuesta con el propósito de cuantificar las diferentes vulnerabilidades, objeto de estudio. El número de viviendas se determinó con base en una muestra estadísticamente significativa. Con esta finalidad, y considerando el número total de viviendas en la zona de estudio (2755); se estableció que la muestra mínima de encuestas a aplicar en la población sería n=338. Este número representa la muestra mínima representativa del universo en estudio.

Al ponderar cada una de las preguntas y asignar valores de vulnerabilidad a cada una de las posibles respuestas; se determinó la vulnerabilidad de cada hogar. La vulnerabilidad estimada se relacionó con un escalar que representa un nivel de vulnerabilidad (siendo los números 5 y 1, los niveles máximos y mínimos de la escala, respectivamente).

Los resultados indican que las principales causas de vulnerabilidad son: la alta densidad de habitantes por hogar, los bajos ingresos económicos mensuales y la antigüedad de las viviendas.

Finalmente, los resultados fueron representados espacialmente utilizando el programa ARCGIS, elaborándose mapas de vulnerabilidad de la zona de interés. En términos generales, se concluye que San Andrés Cholula es poco vulnerable ante las principales amenazas existentes en la región.

RN-21

**METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA CARTOGRAFÍA DE RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA E INUNDACIÓN EN LOS ATLAS DE RIESGOS MUNICIPALES**

Mora Chaparro Juan Carlos<sup>1</sup>, Gil Ríos Alondra<sup>1</sup>, López Hernández Venancia<sup>1</sup>, González Herrera Raúl<sup>2</sup> y Pérez Escobar Mayerly Crystmi<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

jcmora@geofisica.unam.mx

Se presenta una metodología para la cartografía de riesgos alto, medio y bajo para los fenómenos de inundación y de remoción en masa para los mapas de los atlas de riesgos municipales, con el fin de que realmente sean de utilidad para la toma de decisiones por las autoridades.

Se considera, para el presente trabajo, como peligro al fenómeno que ocurrió y que existe una alta probabilidad que vuelva a ocurrir. De igual manera consideramos, en esta propuesta, como vulnerabilidad física a las viviendas e infraestructura que han sido afectadas por dicho fenómeno; a su vez, se considera como vulnerabilidad social a los habitantes de estas viviendas, o bien, a los usuarios de la infraestructura.

Los fenómenos de inundación y remoción en masa cuando se presentan afectan áreas bien delimitadas, las cuales identificamos aquí como polígonos de afectación o polígonos de peligro. Todas las construcciones e infraestructura que se encuentran dentro de este polígono se consideran como vulnerables

(vulnerabilidad física), mientras que los pobladores que viven o usan la infraestructura dentro de este polígono se describen como vulnerabilidad social.

RN-22

### RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD "LAS PILAS", ZITACUARO, MICH.

Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>1</sup>, Muñiz Jaúregui Jesús Arturo<sup>2</sup> y Figueroa Miranda Sócrates<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

<sup>2</sup>Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos del Estado de Jalisco

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro  
vitorio\_manuel@yahoo.it

Las precipitaciones atípicas registradas durante los meses de enero y febrero del 2010 en el oriente de Michoacán, fueron factor detonante de reactivación y aceleración de grandes deformaciones profundas de ladera. Este tipo de proceso de remoción en masa (PRM) se caracteriza por cubrir amplias extensiones de terreno y en consecuencia generar daños severos en la población y su infraestructura. En el presente trabajo se aborda el estudio y caracterización del deslizamiento Las Pilas, y el riesgo que genera en la localidad rural del mismo nombre ubicada en el sector sureste del municipio de Zitácuaro, Michoacán. Con base en la cartografía de geoformas asociadas a la deformación del terreno, exploración geofísica aplicando la técnica de resistividad eléctrica, monitoreo GPS diferencial para la identificación de vectores de desplazamiento en puntos de control, así como censo de población afectada; se evaluó la peligrosidad del PRM y el nivel de riesgo por vivienda involucrada. El PRM "Las Pilas" se desarrolla sobre intercalaciones de rocas andesíticas densamente fracturadas y sedimentos terrígenos del Jurásico superior, con una extensión de 22 Ha y un volumen aproximado de 4.5 millones de metros cúbicos. El movimiento general del deslizamiento es en dirección este-oeste, con velocidad máxima de 6 cm/año y aceleraciones durante la temporada de lluvias. La distribución de su actividad es retrogresiva, iniciando con un deslizamiento rotacional en el pie seguido por deslizamientos traslacionales en el resto del cuerpo. Si bien la deformación actual de la ladera solo pone en riesgo a 30 viviendas y 20 Ha de cultivos, el colapso total significaría el emplazamiento de un gran dique sobre el arroyo Grande que se ubica en el pie del deslizamiento, trayendo como consecuencia la inundación de asentamientos rurales localizados a escasos 300m aguas arriba. Además de poner en riesgo el acueducto subterráneo Canoas-Huanguito, tributario importante del sistema Cutzamala que atraviesa por este sector 100m ladera arriba del escarpe principal del deslizamiento.

RN-23

### APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG PARA LOS ATLAS DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL NORESTE DE MÉXICO

Lozano García Fabian<sup>1</sup>, Vela Coiffier Patricia<sup>1</sup>, Yezpe Rincón Fabiola<sup>1</sup>, Jurado Cruz Daniela<sup>1</sup>, Garza Martínez Miguel<sup>1</sup>, Bremer Bremer Martín<sup>2</sup> y Terán del Ángel Lilia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LABSIG, CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL, ITESM

<sup>2</sup>LABORATORIO DE GEOFÍSICA, ITESM

<sup>3</sup>ITESM

dflozano@itesm.mx

Los Atlas de Riesgos son una herramienta identificada a nivel nacional e internacional para enfrentar y en su caso prevenir los impactos de los fenómenos naturales y antrópicos, son diseñados y manejados en un Sistema de Información Geográfica, lo que permite establecer mejores políticas, planes y programas de planeación urbana, ordenamiento territorial sustentable y estrategias de prevención, mejorando la toma de decisiones para una efectiva planeación y gestión urbana. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), con el apoyo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) del Gobierno Federal y el Gobierno del Municipio de Melchor Múzquiz, Coahuila, desarrollaron el Atlas de Riesgos del municipio, buscando contar con una herramienta que será clave para actuar en el plano preventivo y el fundamento de estrategias de autoprotección orientadas a reducir los costos económicos y sociales, disminuir las pérdidas humanas que pudieran ocurrir a consecuencia de algún desastre. Se utilizó la metodología establecida por el CENAPRED. Los datos disponibles fueron Modelos Digitales de Elevación de 30m (ASTER), cartografía de cobertura y uso de suelo y estimación de índices de infiltración por el INEGI (1:50,000), imágenes SPOT (pixel 10m), ortofotos (INEGI), datos de lluvia para estimación de I-D-Tr de estaciones locales, datos hidrométricos (BANDAS, CNA), vías de comunicación y límites municipales (INEGI). Para modelar los riesgos de inundación se utilizaron herramientas de modelación hidrológica gratuitas (HEC-GeoRAS). El documento resultante será tomado como base inicial para realizar acciones y proyectos de mitigación de riesgos en el Múzquiz.

RN-24

### PROPUESTA PARA CALCULAR EL DAÑO ECONÓMICO EN PREDIOS AFECTADOS POR SUBSIDENCIA-FALLA GEOLÓGICA

Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>1</sup>, Muñiz Jaúregui Jesús Arturo<sup>2</sup> y Villaseñor Reyes Cecilia Irene<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

<sup>2</sup>Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos del Estado de Jalisco

<sup>3</sup>Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio (IIM-UMSNH)  
vitorio\_manuel@yahoo.it

La variación espacial discreta en el espesor de sedimentos lacustres y fluvioacustres, en combinación con una subsidencia regional asociada a la sobreexplotación del agua subterránea, produce asentamientos diferenciales que dan origen al fenómeno de subsidencia-falla geológica (SFG) que se caracteriza por un escarpe bien definido y crecimiento constante en las proyecciones vertical y horizontal. En las últimas décadas la SFG ha producido daños severos a la infraestructura urbana con pérdidas económicas que hasta el momento no han podido ser calculadas de manera precisa y estandarizada. En respuesta a lo anterior, en el presente trabajo proponemos la siguiente ecuación empírica para evaluar el demérito o depreciación del valor inmobiliario afectado por dicho fenómeno:  $DFi = 0.75(AAi)(Ai-1) + 0.25(di-1)$  (donde:  $DFi$ = Factor de Demérito del predio i-ésimo, adimensional;  $AAi$ = Área del predio afectada por la banda de influencia, m<sup>2</sup>;  $Ai$ = Área total del predio m<sup>2</sup>;  $di$ = distancia del centroide del predio afectado a la línea de la SFG, m,  $d \neq 1$ ). La ecuación se fundamenta en las relaciones espaciales de intersección y proximidad existentes entre el polígono del predio y el eje de la SFG. Estas relaciones son representadas en la ecuación mediante la suma de dos términos. El primero valora la intersección como el cociente del área de afectación entre el área total del predio involucrado; en tanto que el segundo evalúa la proximidad en términos del inverso de la distancia perpendicular entre el centroide del predio y el eje de la SFG. Ambos términos son afectados por los coeficientes 0.75 y 0.25, respectivamente; que permiten dar un peso tres veces mayor a la intersección que a la proximidad. El valor numérico de esta ecuación corresponde a un factor de demérito cuya multiplicación con el valor físico del inmueble afectado, permite obtener el daño económico del predio. Esta ecuación es trascendental porque constituye la primera herramienta diseñada para la estimación discreta del impacto económico aplicable tanto en zonas urbanas como rurales.

RN-25 CARTEL

### ASPECTOS GEOLÓGICO AMBIENTALES DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA

Martínez Reyes Juventino<sup>1</sup>, Mitre Salazar Luis Miguel<sup>2</sup> y Bayona Célis Armando<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geociencias/Geología, UNAM

<sup>2</sup>Centro de Geociencias, UNAM

<sup>3</sup>Centro Queretano de Recursos Naturales  
jmr@geociencias.unam.mx

Introducción. El Centro de Geociencias de la UNAM ha elaborado recientemente, para el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México del Gobierno del Estado de México, el Atlas Geológico Ambiental del Estado de México. En este trabajo, se pretende difundir algunos aspectos geológico ambientales de la Cuenca Alta del Río Lerma, especialmente los relacionados con la actividad tectónica actual, factor que representa un riesgo para la población.

Orografía y Relieve. La Cuenca Alta del Río Lerma está configurada por una depresión topográfica representada por los valles de Toluca e Ixtlahuaca que se suceden del SE al NO entre los 2,600 y 2,500 metros de altitud, y más allá, por los valles de Acambay y Temascalcingo los cuales se alinean del E al O entre 2,500 y 2,400 msnm. En términos generales, la Cuenca está contenida entre los siguientes sistemas orográficos: al S, la sierra Nahuatlaca-Matlazincin, cuya cúspide dominante es el cerro Tenango (3,300 msnm); al SO, los volcanes Nevado de Toluca (4,680 msnm) y San Antonio (3680 msnm); al O el sistema de sierras Santa Ana Nichi-Carimangancho-Tlalpujahua; al E y NO, la Sierra de Las Cruces dominada por diversos volcanes que se suceden del SE al NO cuyas cúspides rebasan los 3,500 m de altitud; al NO la Sierra de Monte Alto, y al N finalmente, la Sierra de San Andrés.

Marco geológico. La Cuenca Alta del Río Lerma pertenece a la provincia de la Faja Volcánica Transmexicana. Los terrenos de los sistemas orográficos que la limitan son de naturaleza volcánica, de composiciones, dacítica, andesítica y basáltica y de edades neógenas y cuaternarias. Los valles están rellenos de sedimentos lacustres del Holoceno. Esta región es afectada por diversos sistemas tectónico/estructurales, sobresaliendo el fallamiento de orientación E-O.

Tectónica y Fallamiento. Tres conjuntos estructurales de orientación E-O sobresalen en la Cuenca Alta del Río Lerma: el sistema de Fallas Tenango, el Horst de Ixtlahuaca y el Graben de Acambay. El origen de estas estructuras tiene



relación con la tectónica intra-arco que afecta esta región, la cual se manifiesta actualmente a través de algunas fallas activas del sistema E-O.

Tectónica y Sismicidad. La Cuenca Alta del Río Lerma es una región con actividad sísmica importante. Los registros muestran que esa sismicidad tiene su origen tanto en los fenómenos de subducción pacífica como en la tectónica transtensiva intra-arco. Los efectos de esta última, inciden directamente en los aspectos geológico ambientales de la región.

Conclusión. La tectónica, el fallamiento y la sismicidad actualmente están activamente presentes en la región de la Cuenca Alta del Río Lerma. Son fenómenos que inciden directamente en los riesgos geológicos ambientales a los que en alto grado está expuesta la población de la región.

RN-26 CARTEL

### HUNDIMIENTO, DESLIZAMIENTO Y DERRUMBE ASOCIADO A LA DISOLUCIÓN Y EROSIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS EN IZOCATL, SAN FELIPE Y TEPEJI DEL RÍO, DEL ESTADO DE HIDALGO

López Hernández Venancia<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>2</sup>, González Herrera Raúl<sup>3</sup>, Gil Ríos Alondra<sup>4</sup>, Pérez Escobar Mayerly Crysti<sup>4</sup> y Lovera Salazar Silvia Berenice<sup>5</sup>

<sup>1</sup> vulcanología, IGEOF

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, Departamento de vulcanología, UNAM

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

<sup>4</sup> Instituto de Geofísica, Departamento de vulcanología, UNAM

<sup>5</sup> crysti.perex@gmail.com

venancia\_18@hotmail.com

En el estado de Hidalgo se han presentado fenómenos de hundimientos (Izocatl), deslizamientos (San Felipe) y derrumbes (Tepeji del Río) en rocas sedimentarias, los cuales han causado graves daños a la infraestructura pública y habitacional, y existe la incertidumbre de que éstos se puedan volver a presentar y causar mayores daños. En este trabajo presentamos la hipótesis del origen de los mismos y la probabilidad de que vuelvan a presentarse.

Mediante un recorrido de campo se identificaron paredes verticales asociadas a los tres sitios de estudio las cuales están constituidos por una secuencia de rocas sedimentarias interestratificadas de forma horizontal (lutitas, margas, areniscas) principalmente, fuertemente fracturadas.

Durante el levantamiento estructural a detalle del fracturamiento, en las paredes verticales de los taludes de carretera, se encontraron fracturas oblicuas y perpendiculares a los estratos de roca. En algunas zonas se observó que las fracturas se conectaban verticalmente formando una estructura que llegaba a atravesar todos los estratos y que en la misma se encontraban huecos de varias dimensiones en diferentes lugares a lo largo de esta. También se observó que en esos huecos había fragmentos de roca de estratos superiores que cayeron ahí por el efecto de la gravedad. En la parte más baja y al final de la estructura se encontraron estructuras rocosas con mucha humedad de forma globular y depósitos de sedimentos finos en forma de abanicos.

Al recorrer la parte superior sobre la cima de las paredes en estudio, se identificaron hoyos, huecos y zonas de almacén de agua, alineados, con diferentes profundidades y diámetro.

Con base en la cartografía de todas estas observaciones de campo, se llegó a la conclusión de que estas estructuras se formaron por la disolución de las lutitas y margas al contacto con el agua, durante su acumulación en la superficie y durante su paso al filtrarse por las fracturas. Además, de que durante su paso por los estratos el agua erosiona y acarrea los materiales finos hacia las partes más bajas. Todo esto con lleva a la formación de huecos a lo largo de la estructura y al mismo tiempo deja sin sostén bloques de roca (formados por las fracturas) que caen por gravedad en los mismos huecos o fuera de la pared.

La disolución, acarreo de finos y caída de bloques verticales delimitaron la estructura hundimiento en el poblado de Izocatl, los materiales del derrumbe ocurrido en Tepeji del Río y el bloque que se deslizó en la comunidad de San Felipe en el estado de Hidalgo, y las vibraciones de los terrenos asociados a fuertes lluvias acompañadas de granizo dispararon su movimiento que desencadenaron los desastres en esos sitios.

RN-27 CARTEL

### ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA POR EL PELIGRO DE HUNDIMIENTO, EN SAN ANDRÉS MIXQUIC, DELEGACIÓN TLÁHUAC DF

Ramírez García Oscar Alberto<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>2</sup> y Flores Coutiño Reyes Concepción<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vulcanología, IGEOF

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica

<sup>3</sup> Tecnológico de Tapachula

albertofuzz57@comunidad.unam.mx

En los últimos 50 años se han detectado hundimientos progresivos en el poblado de San Andrés Mixquic de la delegación Tláhuac. Este fenómeno ha provocado graves daños a la infraestructura pública y a las viviendas. En este estudio primero se realizó la delimitación del polígono de afectación con base en la observación de las viviendas afectadas por el fenómeno de hundimiento, posteriormente se realizó el análisis de la vulnerabilidad física de las viviendas que se encuentran ubicadas en el interior del mismo.

Dentro del área de estudio se identificaron los sistemas constructivos mediante una clasificación basada el tipo de estructura, elementos estructurales y los daños observados en paredes, techos, banquetas, además de los elementos estructurales asociados al fenómeno de hundimiento. Todo esto se llevó a cabo mediante levantamiento de encuestas, contando con un muestreo de 125 cuestionarios aplicados en las 41 manzanas, correspondiendo 3 a 5 por cuadra y registro de datos estructurales en el área de estudio.

Los resultados indican que la mayoría de las construcciones no respetan el reglamento de construcción para el Distrito Federal, presentando un sistema constructivo fuera de los parámetros de diseño apropiados para suelos constituidos por arcillas plásticas y materiales de relleno de antiguos canales o Chinampas, aun desconociendo las condiciones del subsuelo; esto genera que la vulnerabilidad física sea muy alta ante el peligro de hundimiento en zonas específicas.

RN-28 CARTEL

### PELIGROS POR DESLIZAMIENTOS DE LADERA EN ZACATLÁN ESTADO DE PUEBLA

Ramírez López Ana Gabriela<sup>1</sup> y García Tenorio Felipe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IPN / Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas, IPN

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional, ESIA Ticoman Ciencias de la Tierra

gabs\_more@hotmail.com

Zacatlán fisiográficamente se localiza en la porción límite del Sector Oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano, en contacto con la Sierra Madre Oriental, en el estado de Puebla, yace en el borde oriental de la Caldera de Acozulco. En años recientes en los alrededores de Zacatlán se han presentado fenómenos de deslizamientos de ladera con efectos impactantes en vías de comunicación. Con el objeto de analizar los fenómenos de deslizamiento en la zona, se realizaron estudios de peligros geológicos, por medio de cartografía, geomorfología, análisis estructural y trabajo de campo.

Los estudios mostraron que la zona de Zacatlán, perteneciente a la Sierra Norte de Puebla, se encuentra susceptible a procesos de inestabilidad de laderas, debido a las siguientes características: 1.-Litología susceptible a la rápida meteorización, 2.-Zona muy escarpada con pendientes que oscilan entre los 30°-60°, 3.-Fallas geológicas, 4.- Bajo nivel de cobertura vegetal, 5.-Alto grado de densidad de drenaje, 6.- Materiales duros sobreyaciendo a materiales blandos, 7.- Alto grado de saturación de agua en las rocas, 8.- Vías de comunicación afectando el contrafuerte del talud.

En el área de estudio, uno de los factores que desencadenan los procesos de inestabilidad sumado a las anteriores características, fueron las "Lluvias", ya que las lluvias registradas rebasan los 100 mm/día, siendo este el umbral de precipitación que activa los deslizamientos de laderas en esta región montañosa, llegando a alcanzar los 320 mm/día (CONAGUA). Los principales tipos de deslizamientos identificados fueron traslacional, rotacional, reptación y flujo de detritos. En este estudio se presenta un mapa de peligros por deslizamientos, el cual servirá a las autoridades correspondientes para aportar soluciones para mitigar el riesgo por deslizamientos en la zona de estudio.

RN-29 CARTEL

### IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EN ZONAS DE HUNDIMIENTO MEDIANTE EL USO DEL EQUIPO PANDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Pérez Escobar Mayerly Crysmi<sup>1</sup>, Mora Chaparro Juan Carlos<sup>2</sup>, González Herrera Raúl<sup>3</sup>, Gil Ríos Alondra<sup>2</sup>, López Hernández Venancia<sup>2</sup> y Lovera Salazar Silvia Berenice<sup>2</sup>

<sup>1</sup>VULCANOLOGIA, IGEOF

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, Departamento de vulcanología, UNAM

<sup>3</sup>UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

mayerly\_escobar@hotmail.com

Los hundimientos de suelo son fenómenos que en algunos casos tienden a deformarse por los cambios de volumen de agua contenida. Estos fenómenos cuando se presentan definen polígonos de afectación bien delimitados por las estructuras que dejan en los materiales del suelo, en las paredes, banquetas o pavimentos.

Como una forma de identificar el peligro que representan estos fenómenos a las zonas adyacentes del polígono, se llevó a cabo un estudio con el equipo PANDA (Penetrómetro Automático Numérico Dinámico Asistido por Ordenador) dentro y fuera de las áreas afectadas, con el fin de identificar las condiciones del subsuelo y delimitar las posibles áreas en riesgo.

El objetivo principal de la zonificación realizada es determinar coincidencias en resistencia y compactación que nos indiquen posibles zonas de afectación, en comparación con los resultados expuestos con los sondeos realizados dentro y fuera de las zonas que ya presentan afectaciones.

En el poblado de Mixquic, delegación Tláhuac, se realizaron 56 sondeos de los cuales 14 fueron realizados para la línea de hundimiento (formación de grita Tetelco-Mixquic) y 42 para el polígono de la zona centro Mixquic.

Con todos los sondeos georreferenciados, se obtuvo un mapa de profundidades de acuerdo a los niveles de resistencia obtenida y las gráficas de comparación para la obtención de puntos de coincidencia entre zonas de mayor afectación visible y zonas sin afectaciones visibles.

Los resultados obtenidos por los sondeos geotécnicos permiten concluir que se identificaron zonas que no presentan afectaciones visibles por el momento, sin embargo de acuerdo a los datos recabados en campo estas zonas muestran características similares a la de los sitios que ya presentan afectaciones.

RN-30 CARTEL

### ESTRUCTURA SUPERFICIAL Y PROFUNDA RELACIONADA CON LA SUBSIDIENCIA EN LA ZONA DE LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO, DISTRITO FEDERAL

Salazar Peña Leobardo<sup>1</sup>, Mondragón Guzmán Rodrigo<sup>2</sup>, Romero Pérez Blanca Iris<sup>2</sup>, González López Martina<sup>2</sup>, Juárez Hernández Argelia Esperanza<sup>2</sup>, Barrios Rodarte Adriana<sup>2</sup>, Rodríguez Vega Pablo Baruch<sup>2</sup> y Eulogio Luna Bonifacio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ESIA Unidad Ticoman, IPN

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán

lsalazar@ipn.mx

Las metodologías sismológicas que se han aplicado en otros fenómenos de agrietamientos y hundimientos en zonas urbanas por parte del Instituto Politécnico Nacional, son ahora aplicadas en Azcapotzalco acompañadas de técnicas gravimétricas. La misma sismología se enriquece combinando técnicas de refracción, ruido sísmico y reflexión vertical en dos versiones de onda P y onda S. Su aplicación alterna resultados sismológicos existentes como propiedades sismológicas relacionadas con movimiento sísmico, a saber, velocidad de onda S, profundidad de capa de movimiento y periodo de vibración.

La refracción estratifica el subsuelo con la propiedad de onda P y sus velocidades son utilizadas para aplicar reflexión vertical de onda P para deducir la estructura tridimensional. La combinación anterior tiene una analogía, si la técnica de ruido sísmico proporciona la estratificación del subsuelo con onda S y luego se aplica la técnica de reflexión vertical con onda S. Se puede recurrir a resultados de periodo de vibración y escalar la profundidad de capa de movimiento sísmico, para después con las técnicas de reflexión vertical de onda P u onda S, deducir su imagen 3D.

La gravimetría en Azcapotzalco también alterna datos disponibles del mapa de anomalías de Bouguer en la Ciudad de México, o en su caso los datos son adquiridos con un gravímetro con resolución en nanómetros sobre segundo al cuadrado.

En el procedimiento surgen entonces resultados de la estructura sísmica superficial que se relacionan con propiedades sismológicas de movimiento sísmico. Los valores de velocidad de la capa más superficial que sufre los hundimientos se aproxima a los 400 m/s, la velocidad de onda S oscila entre los 100 y 150 m/s. El espesor de esta capa presenta en promedio 9 m de profundidad. La capa de movimiento se caracteriza por presentar valores de profundidad al doble de la primera capa anterior. De la imagen tridimensional

de la capa firme, se identifica que sus mayores irregularidades en pendiente y espesor, suceden en las cercanías de la ESIME, Unidad Azcapotzalco.

La gravedad en la zona de Azcapotzalco no presenta cambios abruptos en la configuración del mapa de anomalías de Bouguer. Se distinguen valores mayores de gravedad hacia el Noreste de Azcapotzalco que disminuyen progresivamente hacia el Suroeste, sugiriendo que la estructura profunda la controlan estructuras relacionadas con la Sierra de Guadalupe.

RN-31 CARTEL

### ESCENARIOS DE RIESGO: VULNERABILIDAD SOCIAL Y ESTRUCTURAL EN LA LOCALIDAD RURAL SAN BUENAVENTURA, MANZANILLO ANTE LA PRESENCIA DE ACTIVIDAD SÍSMICA DEL GRABEN DE COLIMA

Chávez Leal Luis Humberto<sup>1</sup> y Arámbula Mendoza Raúl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FACULTAD DE CIENCIAS, UCOL

<sup>2</sup>Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología (CUEIV), Universidad de Colima.

luishchl20@gmail.com

La localidad de San Buenaventura se encuentra localizada entre las poblaciones de Manzanillo y Armería, cerca de ella se han observado en los últimos años sismos asociados al Graben de Colima. En este trabajo se estudian los posibles escenarios de riesgo por la interacción de la vulnerabilidad estructural y social ante la actividad sísmica del graben de Colima en el periodo 2011-2012. Para lo cual, se empleó una metodología de corte mixto, cualitativo y cuantitativo.

Como parte del peligro, se analizaron un total de 383 sismos con origen en el graben de Colima. Se localizaron los sismos de dicha región, así como la magnitud y el mecanismo focal. De igual forma, se obtuvo el valor de b mediante la aplicación de la ley Gutenberg-Richter. En el caso de la vulnerabilidad estructural se usó la metodología de tipologías de estructuras (A, B y C). Para la vulnerabilidad social se aplicó de manera parcial el modelo geográfico espacial, donde se propusieron 15 variables de análisis para la zona de estudio, además, se empleó la técnica de la encuesta y el cuestionario mixto como instrumento.

Las magnitudes de los sismos se encuentran entre 2.0 y 3.9 Mc, con una profundidad promedio de 21.47km, mismos que se localizan en una zona particular, situados a unos kilómetros al suroeste del sismo del 2000 de 5.3 Mw. El valor de b fue de 1.93, que indica una menor cantidad de sismos de gran magnitud y, al mismo tiempo, una región de sismicidad constante o regular en cuanto a sus magnitudes. Los mecanismos focales obedecen a la geología del graben, al ser de tipo normal con componente lateral izquierdo. Existe una zona de la localidad de San Buenaventura que resultó ser más vulnerable estructuralmente, por tener el mayor número de viviendas construidas con materiales endebles (adobe, palma, etc.), aunque el porcentaje de casas tipo B prevalece en toda la localidad. En general, la población muestra una vulnerabilidad social alta, específicamente el grupo de las mujeres. Sin embargo, hay fuertes lazos de parentesco que podrían indicar una mejor respuesta social ante situaciones adversas.

RN-32 CARTEL

### LA VULNERABILIDAD DE LA SOCIEDAD REGIONMONTANA ANTE LOS FENÓMENOS NATURALES (HURACANES) DETONANTES DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, N.L.

Chapa Guerrero José Rosbel, Méndez Delgado Sóstenes, Medina Barrera Francisco, Chapa Arce Rosbell Ivan y Lemus Alarcon Oscar R.

Ciencias de la Tierra, UANL

rchapa@fct.uanl.mx

Dentro de las Geociencias, uno de los factores más importante a considerar en los Riesgos Geológicos es la vulnerabilidad de la sociedad a la que está sujeta ante los diferentes riesgos que se pueden presentar en una región geológica determinada. Entonces podemos decir que la vulnerabilidad social ante riesgos geológicos es en sí el desconocimiento de la ocurrencia de los mismos y también el desconocimiento de las medidas que se deben de tomar en un momento dado para construir y como construir en ciertas regiones geológicas.

En los últimos años la sobrepoblación mundial existente se ha manifestado de igual manera en el Área Metropolitana de Monterrey, lo cual conlleva a una urbanización indiscriminada dentro del área metropolitana de Monterrey, sin los estudios geológicos adecuados de los sitios, que den la pauta a seguir en dónde y cómo construir y cuáles son los riesgos geológico a los que se debe de enfrentar la sociedad. El no contar con información de los fenómenos naturales que los asecha hace que la sociedad regiomontana, en este caso, sea vulnerable al paso de fenómenos naturales tales como Huracanes o ciclones.

Estos procesos climatológicos, sobre todo las depresiones tropicales, lluvias torrenciales y huracanes que se han venido suscitado en el área metropolitana, han detonado innumerables desastres, tales como inundaciones, desbordamiento de ríos, erosión de terrenos, movimientos en masa, destrucción parcial de avenidas y viviendas y lo que es peor pérdidas de vidas. Es importante señalar, que todo esto se debe a la falta de estudios adecuados de Ingeniería Geológica en estas regiones.

El área de estudio se ubica en el frente de la Sierra Madre Oriental en donde ésta cambia su rumbo estructural de un SSE – NNW a un E –W franco formando la Curvatura de Monterrey y el flanco este del Cerro la Silla.

El presente trabajo muestra, en base a las experiencias y conocimientos ganados en la ingeniería práctica, la vinculación geológica, tectónica y geotécnica en relación a la estabilidad de los taludes escarpados, como ejemplo principal algunas región tipo de la Sierra Madre Oriental y los márgenes de los arroyos y los ríos La Silla y Santa Catarina ubicados en el área de Monterrey, México.

Las condiciones geológicas y tectónicas así como de ingeniero-geológicas juegan papeles decisivos en el reconocimiento de las causas y origen de un movimiento en masa y en las medidas de saneamiento requeridas a causa de los fenómenos naturales como ciclones y precipitaciones intensas. En el presente proyecto serán dadas estas medidas a través de una carta de riesgos geológicos de la zona en estudio y la vulnerabilidad de la sociedad.

Por otro lado, se pretende sensibilizar a las autoridades, tanto Municipales como Gubernamentales, mostrando las zonas vulnerables que existen actualmente en las regiones ya construidas.

RN-33 CARTEL

### **RIESGO GEOLÓGICO POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SIERRA DE GUADALUPE EN EL GRABEN DE CUAUTEPEC, D.F.**

Hernández Oскоy Ariadna<sup>1</sup>, Salazar Peña Leobardo<sup>2</sup> y Carlos Valerio Victor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>POSGRADO, IPN

<sup>2</sup>INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, ESIA UNIDAD TICOMAN

ari\_herz@hotmail.com

En la Ciudad de México existen una variedad de Riesgos Geológicos. Una de sus clasificaciones son los Procesos de Remoción en Masa (PRM) en la Sierra de Guadalupe, zona en la que se ha propuesto el presente estudio. Aproximadamente en la zona se han presentado PRM los cuales han aumentado gracias a la influencia de factores que ha generado la misma comunidad al invadir laderas de la Sierra de Guadalupe (SG.). Estas zonas de invasión se han denominado por la Delegación como Reserva Ecológica, presentan una topografía propicia para la generación de PRM. La conjunción de fenómenos naturales, antropogénicas y geológicos son factores para la presencia de estos procesos.

En el trabajo se identificaron los tipos de Procesos de Remoción en Masas (PRM). Se realizaron recorridos para la detección de diversos factores intrínsecos como: fallas, tipo de roca, orientación de fracturas, antecedentes de PRM, drenajes hidrológicos, pendientes, presencia de suelo o roca. Por otro lado también se redactaron factores antropogénicos como: presencia de zonas habitacionales irregulares invadiendo la Reserva Ecológica y modificación de drenajes hidrológicos naturales.

Los datos obtenidos en campo se clasificaron en una base de datos que conjuntados con otras características geológicas de la zona proporcionaron mapas temáticos como: geológico, hipsométrico, lineamientos de fracturas, drenaje y pendientes. La generación de mapas temáticos ayudó para la propuesta de mapas de zonificación y peligro. La asignación de valores cuantitativos de todos los factores identificados que influyen en lo PRM de la Sierra de Guadalupe permitió proponer la amenaza por este tipo de procesos para cada sitio de observación. Consecuentemente se construyó un mapa de amenaza por PRM para la zona.