

RP-01

**ESTIMACION DE LA PELIGROSIDAD SISMICA DE LA  
POSIBLE RUPTURA DEL SISTEMA DE FALLAS  
ACAMBAY-TIXMADEJÉ Y VENTA DE BRAVO-PASTORES  
DEL GRABEN DE ACAMBAY, ESTADO DE MEXICO,  
MEXICO**

Oscar Ishizawa, Javier Lermo y Jorge Aguirre  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
E-mail: jles@pumas.iingen.unam.mx

En 1912, en Acambay, Edo. de México, a una distancia de 80 km. de la ciudad de México, ocurrió un sismo de magnitud 6.9 aproximadamente. Las áreas de daños reportadas para este sismo sugieren que éste se originó en fallas superficiales. En este estudio nos interesaremos principalmente en dos de estas fallas que constituyen el graben de Acambay del sector Oriental del Eje Neovolcánico Mexicano: la falla de Acambay-Tixmadejé y el sistema de fallas de Venta de Bravo-Pastores. Utilizando el registro del sismo principal de Tlaxcoapan, Hgo., ( $M = 3.9$ ) del 18 de marzo de 1998 y proponiendo el escenario de la posible ruptura de las fallas mencionadas, estimaremos el movimiento sísmico resultante en la estación de Ciudad Universitaria (CU). Para ello se planteará un modelo realista con base en los parámetros de fuente del sismo antes mencionado. Para la estimación se utilizará el método de las funciones de Green empíricas.

Los resultados de la estimación del peligro sísmico de la posible ruptura del sistema de fallas Acambay-Tixmadejé y Venta de Brava-Pastores, son de gran expectativa y preocupación, porque al compararlos con temblores de aproximadamente la misma magnitud de otras fuentes, como la de subducción y la de fallamiento normal dentro de la placa subducida, como son los temblores de San Marcos ( $M_w = 6.9$ ) y el sismo de Tehuacan ( $M_w = 7.0$ ), respectivamente; muestran una mayor energía sísmica hacia altas frecuencias (entre 1.0 y 20 Hz). Estos resultados se pueden observar tanto en los acelerogramas de cada uno de estos temblores comparado con el simulado, así como en sus espectros de Fourier y de respuesta para un amortiguamiento del 5%. Para el espectro de Fourier el aumento es de aproximadamente un orden de magnitud entre las frecuencias de 1.0 a 20 Hz del simulado, con respecto a estos dos temblores. Mientras que para el espectro de respuesta, la diferencia entre estos dos temblores con respecto al simulado es de 6 veces aproximadamente entre 0.1 a 0.5 segundos, y de 3 veces aproximadamente entre 0.5 a 1 segundo.

RP-02

**VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS ESTRUCTURAS  
CRITICAS DE LA CIUDAD DE ENSENADA, B.C.**

Juracy Soares Lopez<sup>1</sup> y Jose Acosta Chang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UABC  
E-mail: juracy@uabc.mx  
<sup>2</sup> Depto. de Sismología, CICESE

Se describen los resultados de los danos esperados sobre las estructuras criticas de la ciudad de Ensenada, B.C. postulando el rompimiento de un sector de la Falla Agua Blanca, empleando las ecuaciones predictivas de Joyner y Fumal (1985) y las matrices de vulnerabilidad (American Technology Council) adecuadas para la ciudad.

El efecto de sitio es incluido en las ecuaciones predictivas en relacion con la velocidad de propagacion de las ondas de corte en los primeros 30 metros de profundidad, para lo cual se realizaron 6 perfiles de velocidad en la ciudad.

Una rapida inspeccion visual coloca ciertas estructuras criticas en un nivel mayor de probabilidad de dano que el esperado, por presentar debilidades estructurales.

Se efectua una comparacion de los danos esperados sobre las estructuras criticas al considerar el rompimiento del sector sur de la Falla San Miguel con los obtenidos para Agua Blanca.

RP-03

**GPS TEC MONITORING IN MEXICO AND ITS POSSIBLE  
APPLICATION FOR SHORT-TIME SEISMIC WARNING**

S. Pulinets<sup>1</sup>, A. Leyva-Contreras<sup>1</sup>, V. Kostoglodov<sup>1</sup>, V. Sinelnikov<sup>2</sup> and S. Andreevsky<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Geofísica UNAM  
E-mail: pulse@igefcu.unam.mx

<sup>2</sup> Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation, IZMIRAN

Space-based radio navigation systems such as US Global Positioning System (GPS) and the Russian Global Navigation Satellite System (GLONASS) offer a unique opportunity to study the Total Electron Content (TEC) of the ionosphere on a global scale. The carrier and code phases are affected by the integral of electron density along the ray path of the GPS signal within the ionosphere. The well developed recently techniques of the GPS signal processing permit from code and phase delays to calculate the vertical columnar electron content (vertical TEC). The GPS data are available every 30 seconds, so practically continuous information on the current state of the ionosphere could be obtained. Having the spread system of GPS receivers it is possible to have information not for one point only but to build ionospheric maps studying the horizontal irregularities within the ionosphere and their temporal dynamics. GPS network of the Institute of Geophysics, UNAM is used to measure a seismotectonic deformations, mainly in the seismically active areas along the Pacific coast of

Mexico. The network has 9 continuous GPS stations, and by the end of this year it will contain 14 stations. Adding other 14 continuous GPS stations of the INEGI the entire GPS coverage gives us an opportunity to build the maps of the ionosphere for all territory of Mexico.

The recent results of ionospheric studies demonstrated the existence of specific variations of electron concentration, which occurs several days/hours before the approaching earthquake over the future rupture area. This effect is a result of the electromagnetic coupling between the lower atmosphere and ionosphere. An anomalous electric field is generated at seismically active areas before strong earthquakes. It penetrates into the ionosphere and creates the irregularities of electron concentration there. These anomalous variations within the ionosphere were recorded by different radiophysical techniques, such as ground based vertical sounding, topside sounding, satellite-borne local probes, ionospheric tomography experiments and GPS TEC measurements. Very intensive ionospheric variations were detected by GPS TEC technique before the large Kobe earthquake in Japan and Chi-Chi earthquake at Taiwan. A preliminary analysis of GPS data demonstrated that the similar seismo-related variations in the ionosphere are observed too in Mexico. The analysis of the IGF UNAM GPS network data for previous years is carried out now. It reveals the main phenomenological characteristics of possible ionospheric precursors of earthquakes in Mexico. The first results of this processing are presented. A perspective for creation of continuous monitoring system, which would detect short-term precursors of strong earthquakes in Mexico is discussed.

RP-04

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO EN LA ZONA CONURBADA ZACATECAS-GUADALUPE: UN INSUMO PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL

Escalona-Alcázar F.J.<sup>1</sup>, Suárez-Plascencia C.<sup>2</sup>, Pérez-Román A.M.<sup>3</sup>, Ortiz-Acevedo O.<sup>4</sup>, Bañuelos-Álvarez C.<sup>5</sup>, Nava de la Riva J.C.<sup>6</sup> y Bañuelos-Quezada V.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC, Guadalupe, Zac.  
E-mail: fescalona@hotmail.com

<sup>2</sup> Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Consejo Estatal de Seguridad Pública, GODEZAC

<sup>4</sup> Unidad Académica de Agronomía, UAZ

<sup>5</sup> Dirección de Informática, ITESM, Campus Zacatecas

<sup>6</sup> Depto. de Impacto y Riesgo Ambiental, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC

<sup>7</sup> Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC

El crecimiento de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe, principalmente en la zona conurbada, se ha dado de forma desordenada debido a que en los planes de desarrollo urbano no se considera la variable ambiental. La presión por el uso del territorio y la demanda de la población a ocupar nuevos

espacios en tiempo relativamente corto ha propiciado que el crecimiento de las ciudades sea en zonas que son susceptibles de ser afectadas por procesos geológicos que las pongan en riesgo. Una de las herramientas que permitirán orientar el crecimiento de las ciudades es el Ordenamiento Ecológico del Territorio, a través del mapa de riesgo.

En este trabajo se presentan los sitios que son potencialmente riesgosos de ser dañados por procesos geológicos. Las zonas de riesgo identificadas pueden ser afectadas por depósitos de talud, caída de bloques, formación de cárcavas y reptación del suelo.

El principal agente erosivo es el agua. En los sitios potenciales de riesgo se han identificado depósitos de talud, asociados o no con la formación de cárcavas. La altura de los depósitos varía de menos de 10 cm hasta poco más de 50 cm. Aunque los daños provocados a la fecha son mínimos, su formación implica un gasto para los Ayuntamientos municipales, toda vez que para limpiar los cauces y vados se requieren de dos a tres días de trabajo; y que, además, tienen que realizarse cada vez que llueve. Otro proceso que ocurre con la presencia de la lluvia es la caída de bloques que pueden ser de tamaño cercano a 1 m de diámetro; aunque este proceso es menos frecuente que los depósitos de talud. El desprendimiento de los bloques ocurre a lo largo de planos de foliación o fracturamiento.

En el registro geológico de la zona conurbada hay evidencias de que estos procesos se han dado con mayor intensidad en el pasado. Se cartografiaron depósitos de talud con clastos de más de medio metro de diámetro en depósitos cuyo espesor varía de 1 a 3 m. También se identificaron zonas potenciales de caída de bloques y sus productos, cuyas dimensiones pueden ser de hasta 4\*3\*3 m y encontrarse a distancias de hasta 300 m de su origen.

Se presenta el mapa de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe con la cartografía de las cuencas en donde existen depósitos de talud, las zonas de fracturamiento asociadas con la caída de bloques y los sitios en donde la formación de cárcavas es activa.

RP-05

#### CARACTERIZACION DEL PROCESO DE REMOCION EN MASA "EL CAMPESTRE", MORELIA, MICH.

Hernández-Madrigal Víctor Manuel<sup>1</sup>, Garduño-Monroy Víctor Hugo<sup>2</sup> y Arreygue-Rocha Eleazar<sup>2</sup>

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

E-mail: vitorio\_manuel@yahoo.it

<sup>2</sup> IIM, UMSNH

El proceso de remoción en masa denominado "El Campestre", es un cuerpo antiguo con una morfología bien definida asociada a la tipología de los deslizamientos rotacionales, con depósitos en cabeza y pie del cuerpo, de eventos posteriores en forma de coladas de detritos y lodos, así

como volteamientos y caídas de bloques de ignimbritas de más de 2m de diámetro. El escarpe principal así como la cabeza y cuerpo del deslizamiento constituyen una mesa de más de 9,000 m<sup>2</sup> (9Ha), que rompe con la geometría del escarpe de la falla geológica "La Paloma" de la ciudad de Morelia, sobre el cual se ha desarrollado.

Para la caracterización de este cuerpo, se han realizado estudios de geotecnia, geomorfología y geofísica, que permiten conocer la geometría del cuerpo, relación crecimiento urbano-cuerpo del deslizamiento, e identificar una serie de coladas de detritos provenientes de cotas superiores al escarpe de la falla geológica, con una energía cinética suficiente para realizar un recorrido de más de 280m. y depositarse al pie del deslizamiento, actual zona de crecimiento urbano.

La caracterización del deslizamiento del "Campestre", ha permitido definir un conjunto de factores geológicos, climatológicos y antrópicos, que comprometen la estabilidad aparente del cuerpo y ponen en riesgo una de las zonas urbanas de mayor plusvalía en el estado de Michoacán, finalmente se dan una serie de recomendaciones encaminadas a la prevención y mitigación de riesgos.

RP-06

#### EVALUACIÓN DEL GRADO DE RIESGO EN LADERAS DE LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN, MÉXICO, D.F.

Beatriz E. Melgarejo Reyes<sup>1,2</sup>, Juan de Dios Rojas Carmona<sup>1,2</sup> y Gerardo Ochoa Alfaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNAM  
E-mail: sinclair42@latinmail.com

<sup>2</sup> Coordinación de Protección Civil, Unidad Departamental Técnica, Álvaro Obregón, México D.F.

La conformación territorial, la problemática social y el acelerado crecimiento en el perímetro de la Delegación Álvaro Obregón en México D.F., hicieron necesaria la atención oportuna al las poblaciones vulnerables a los efectos de desastres naturales y antrópicos, y el diseño de programas, planes y proyectos adecuados a las situaciones particulares en esta demarcación.

A partir de este argumento es que se hace necesaria la organización de una entidad encargada de coordinar las acciones de prevención, mitigación y atención a la población civil en caso de desastre.

La Unidad Técnica de Protección Civil, es la responsable de brindar los servicios relacionados a la atención específica de evaluación de zonas del alto riesgo, cuyas características merecen un trato aparte, con un cuerpo compacto de profesionistas y estudiantes de la arquitectura, la ingeniería civil y la geología, que efectuará la valoración y el análisis de la problemática más aguda de esta demarcación: las laderas de barranca y la estabilidad de taludes.

Casi el 70% del territorio obregonense presenta una topografía accidentada que corresponde al piedemonte superior, donde predominan procesos fluviales erosivos intensos. El 30% restante lo forman abanicos aluviales, en lomeríos que corresponde al pie de monte inferior, caracterizado por procesos acumulativos activos.

La anterior se presenta como un conjunto estratificado a veces regular a irregular, lenticular, ligeramente inclinado, compuesto de los siguientes elementos litológicos (González, 1994):

- a) Horizontes de cenizas volcánicas de muy distintas granulometrías.
- b) Capas de erupciones pumíticas
- c) Lahares
- d) Ignimbritas
- e) Depósitos fluviales
- f) Suelos

Todos estos elementos, con excepción de los suelos, son producto de erupciones violentas por lo general por las chimeneas de grandes volcanes andesíticos estratificados y en su conjunto se les ha denominado, la bien conocida, Formación Tarango.

Debido a sus características geológicas, dicha Formación es potencialmente apta para desarrollar, los denominados Procesos en laderas (Tarbuck, 1999), entendiéndose por esto, los movimientos pendiente debajo de roca, regolito y suelo bajo la influencia directa de la gravedad. Diferenciados de los procesos erosivos porque los procesos en laderas no precisan un medio de transporte y es considerado de alto riesgo para la población civil.

La gravedad es la fuerza que controla los Procesos en Ladera, pero varios factores desempeñan un papel importante en cuanto a la superación de la inercia y desencadenamiento de movimientos descendentes. Entre estos factores se cuenta la saturación en aguas del material por fenómenos hidrometeorológicos, el exceso de inclinación de las pendientes, la eliminación de la vegetación fija, vibraciones de suelo debidas a terremotos y antropogénicos al desplantar viviendas bien resueltas o precarias, modificando la morfología natural del terreno. Al reunirse estos factores una ladera se coloca en alto riesgo y afecta directamente a personas, bienes y entorno.

La Unidad Técnica, evalúa el grado de riesgo que presenta una ladera con base en sus características físicas, geométricas y principalmente en las geológicas y geotécnicas.

Una ladera se analiza como un afloramiento partiendo de sus dimensiones, orientación, características estructurales y morfológicas. Litológicamente se describen, nombre de la roca depósito sedimentario, color, mineralogía, textura y estructura interna, rasgos principales (intemperismo, alteración etc.), características generales (resistencia, durabilidad, porosidad, densidad cualitativa, características y relación entre contactos).

Geotécnicamente, se describe la relación con las construcciones desplantadas en la zona, tipo, niveles, materiales de construcción, estructura interna y estabilidad.

Conjuntado todo lo anterior, y con base en las observaciones hechas al momento, se realiza un reporte "NOTA INFORMATIVA" donde se determina el grado de riesgo y se escriben además de las observaciones, una serie de recomendaciones y el procedimiento a seguir, para en su caso se realicen las acciones, obras, programas y proyectos, preventivos y/o correctivos, a fin de mitigar el riesgo existente. Teniendo como pilar, para lograr este fin, un estudio geológico preliminar y las características geológicas, descritas de la ladera.

Por lo anteriormente expuesto, concluimos que al momento, la evaluación del riesgo en laderas, por procesos gravitacionales y factores desencadenantes, determinado por la Unidad Departamental Técnica de Protección Civil de la Delg. Álvaro Obregón, se ha visto ampliamente favorecida al emplear para las herramientas que la geología emplea para su estudio. Pues acciones, simplifican el grado de comprensión entre los profesionistas de la problemática existente, obteniendo resultados apegados a la realidad, desarrollando de manera científica y técnica su capacidad creadora para resolver una situación de riesgo que afecta a una comunidad. Por lo que recomendamos, además de seguir empleando este método, buscar la manera de homogeneizar los términos empleados para la descripción de una ladera y por lo tanto se creen grupos multidisciplinarios, que desarrollen acciones y herramientas eficaces, para riesgo existente en pro de la salvaguarda de las personas, bienes y entorno.

RP-07

**PELIGROS NATURALES ACELERADOS POR FENÓMENOS ANTROPÍCOS EN EL PIEDEMONTE ORIENTE DE LA SIERRA LA PRIMAVERA, ENTRE LOS DOMOS EL COLLI, LA CUESTA Y EL TAJO**

E. Trejo-Gómez, M. Camarena-García, C. Suárez-Plascencia y Fco. Núñez-Cornú  
 Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, CUC, CUCSH, Universidad de Guadalajara  
 E-mail: liza@sisvoc.cuc.udg.mx  
 RESCO, Universidad de Colima

El acelerado crecimiento de la Área Metropolitana de Guadalajara conformada por los municipios de Zapopan, Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Tlajomulco de Zúñiga, desde la década de los 80's se ha reflejado en el nacimiento de asentamientos irregulares en áreas de peligro natural. Esta agresiva urbanización ha traído como consecuencia la alteración de la morfología, hidrografía etc., acelerando con estos los procesos naturales de degradación. La zona de estudio es el piedemonte de la porción Oriente de la Sierra la Primavera en el Municipio de Zapopan, localizada entre los Domos El Colli, La Cuesta y El Tajo, esta área se ha visto afectada por diferentes procesos antrópicos. Los objetivos de

esta investigación son: a) identificar los peligros naturales que existen en el piedemonte oriente, b) identificar las actividades antrópicas que han acelerado los procesos naturales de degradación, c) conocer la percepción de peligro que existe en la zona por parte de los habitantes, d) ubicar las viviendas que están en peligro. El piedemonte se ha estado conformando en los últimos 12,000 años, como resultado de procesos de acumulación de material lacustre, procesos de remoción de material tales como reptación, soliflucción, además del transporte de material por los diversos arroyos presentes en el área, con procesos de erosión como el solavamiento. Los procesos de remoción de material que se observan el piedemonte han sido acelerados por los constantes procesos antrópicos como son: a) Nivelaciones de la pendiente del terreno con la construcción de plataformas para carreteras, fraccionamientos, puentes; b) Extracción de material y posterior relleno con escombros y basura, c) Cortes a las estructuras para carreteras y fraccionamientos; d) Confinamiento del caudal de los arroyos en tuberías; e) Modificación de los cauces con plataformas y canales. Posteriormente se ha generado una acelerada urbanización. Para este estudio de identificación de zonas con procesos de remoción se realizaron varios modelos digitales de terreno con distintas clasificaciones del relieve (grados-pendiente) en el programa Idrisi, tomando como base los archivos digitales del INEGI. Con la interacción de estos modelados se ubicó en gabinete las áreas de peligro y áreas con procesos de remoción, posteriormente se realizaron visitas a campo donde se han comprobando dichas áreas de peligro. La presencia de asentamientos irregulares en el piedemonte y la falta de percepción de peligro por parte de quienes habitan estas áreas genera un ambiente de peligro. En los productos cartográficos se tienen identificadas áreas con procesos acelerados de remoción y las viviendas en áreas de riesgo.

RP-08

**LOS DESLIZAMIENTOS DE TEZIUTLÁN, CRÓNICA GEOLÓGICA DEL DESASTRE A LA LUZ DEL PROYECTO PUEBLA-PANAMÁ**

Luis Miguel Mitre-Salazar<sup>1</sup>, Félix Ignacio Malpica-Sánchez<sup>2</sup> y Juventino Martínez-Reyes<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.  
 E-mail: lmitre@geociencias.unam.mx  
<sup>2</sup> Fundación Pro-Reconstrucción de Teziutlán, A.C.

El desastre ocurrido en los primeros días de octubre de 1999 en el Municipio de Teziutlán en el Estado de Puebla, causado por el deslizamiento de tierra luego de los efectos de las intensas lluvias, puso en evidencia como en el caso de la gran mayoría de los desastres en México por este tipo de fenómenos, mal llamados naturales, la fragilidad de los sistemas de prevención ante la presencia de fenómenos naturales perturbadores y reveló también la frágil situación del medio ambiente natural y urbano, que históricamente y de manera acumulativa ha sufrido un constante deterioro, producto de la dinámica social y económica y debido a la ausencia de una

política orientada y decidida a resolver las causas de fondo que han contribuido de manera determinante a acentuar el riesgo en Teziutlán

Teziutlán dentro del ámbito estatal es considerada como una ciudad media y el polo regional de desarrollo de la Sierra Norte de Puebla. Su principal actividad económica, a partir de finales de la década de los ochenta, ha sido la industria maquiladora. El proceso social que imprime este tipo de industria trae consigo toda una problemática particular: población flotante excesiva y densamente concentrada, incremento en la demanda de servicios urbanos, saturación de la infraestructura, ausencia de control en el uso del suelo, actividades que se desarrollan al margen de un plan rector de desarrollo y como consecuencia de todo lo anterior un fuerte impacto al medio físico natural y antropizado.

En el caso de Teziutlán, fue la presión social por la falta de vivienda y sobre todo de planeación la que originó el crecimiento desordenado que propició la construcción de nuevas áreas habitacionales, relleno principalmente barrancas, y obviamente sin tomar en cuenta que las modificaciones realizadas merecían de la aplicación de técnicas específicas como la construcción de muros de contención, los cuales deberían haber sido diseñados con todas las especificaciones de seguridad previo análisis de las condiciones geológicas de cada uno de los sitios.

Éstas y otras características presentes antes y durante el desastre, desafortunadamente después de tres años prevalecen incrementando con ello la vulnerabilidad de la población y deteriorando aún más los ya bajos índices de calidad de vida.

En este trabajo se muestran algunos resultados sobre el análisis de los acontecimientos utilizando a la geología y demostrando con ello el papel importante que existe en la interacción de la sociedad con el medio natural a fin de evitar su degradación.

El resultado más valioso en el análisis mencionado es sin duda la elaboración de la cartografía del riesgo geológico por deslizamientos, instrumento básico para la prevención de futuros desastres y para la posible corrección de algunos problemas ambientales; adicionalmente este tipo de documento cartográfico puede ser de gran utilidad para el desarrollo de la capacidad socio organizativa, administrativa y comunitaria.

La aplicación de los principios geológicos, así como otras disciplinas afines, para mitigar y en su caso eliminar los efectos negativos desde la perspectiva ecológica, social y económica, puede sin lugar a dudas ayudar a aprovechar, conservar y diseñar espacios equilibrados en una forma más coherente y armónica con el desarrollo sustentable.

La divulgación de los resultados de este tipo de investigaciones aplicadas a la sociedad, permitirá desarrollar la comprensión en los ciudadanos cuales son las condiciones ambientales de su entorno natural, de sus procesos, de su

fragilidad y el grado de alteración que presenta, para que hagan propias las medidas tanto de protección civil como las de protección del medio natural, lo cual redundaría directamente en el mejoramiento de su calidad de vida; además de implementar los instrumentos de intervención necesarios para evitar o reducir a su mínima expresión los daños que se puedan presentar por fenómenos similares a los ocurridos en 1999, los cuales definitivamente están latentes.

Los resultados como los que se presentan en este trabajo, pueden servir de base para una discusión seria sobre las condiciones naturales que pueden y deberían limitar el crecimiento de Teziutlán, ante el posible inicio de megaproyectos económicos dentro del llamado Plan de Desarrollo Puebla-Panamá por parte del gobierno federal.

Los estudios geológicos realizados indican que de seguir las tendencias actuales de expansión de la mancha urbana y conurbada, se excedería la capacidad de carga del territorio para sostener a una población siempre creciente y demandante.

Por otra parte, los resultados que se han obtenido de este estudio deberán ser confrontados con las metas de los programas de desarrollo como el de Puebla-Panamá, proyectos que generalmente ofrecen por parte de sus impulsores alcanzar por medio de un ficticio desarrollo económico el progreso, y sin estar basados ni en lo más mínimo en el análisis de la oferta que el medio natural tiene para alcanzar sus metas, de lo contrario los resultados arrojarán como en muchos otros casos, una mayor desigualdad social acompañada de un mayor deterioro ambiental y de un incremento en la vulnerabilidad de la población y del medio ante la posible presencia de fenómenos naturales perturbadores.

RP-09

#### LOS FLUJOS DE ESCOMBROS DE MOTOZINTLA, CHIAPAS, OCURRIDOS EN SEPTIEMBRE DE 1998: ESTRATIGRAFÍA, GRANULOMETRÍA Y MECANISMOS DE EMPLAZAMIENTO

Caballero L.<sup>1</sup>, Macías J.L.<sup>1</sup>, Capra L.<sup>2</sup>, Saucedo R.<sup>3</sup> y Sánchez J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: lizethcaballero@yahoo.com.mx

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

<sup>3</sup> Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

<sup>4</sup> CIEMAD, Instituto Politécnico Nacional

El poblado de Motozintla se localiza en el sureste del estado de Chiapas, en una depresión topográfica donde convergen los cauces de los ríos Xelajú Grande, La Mina y Allende. En septiembre de 1998, las tormentas tropicales "Earl" y "Javier", entraron al territorio mexicano, provocando intensas lluvias que trajeron como consecuencia, la formación de varios flujos de escombros a lo largo de estos ríos que sepultaron a una parte considerable de la población causando la muerte de 12 personas, 18 desaparecidos y grandes daños materiales.

Con base en el estudio estratigráfico realizado, se encontraron tres depósitos (XG, LM y AI) producidos por el evento de 1998, que cubrieron un área aproximada de 3.15 km<sup>2</sup> y cuyo volumen total de sedimentos fue de 4,379,420 m<sup>3</sup>. Estos depósitos fueron clasificados como flujos de escombros no-cohesivos, cuyo mecanismo de emplazamiento fue debido al fenómeno de crecimiento gradual. Su comportamiento dinámico estuvo controlado principalmente por la pendiente y por la intersección del río Xelajú Grande o cauce principal, con los ríos La Mina y Allende.

Las características de la zona, como sus pendientes abruptas, deforestación, intemperismo de las rocas y el alto grado de fracturamiento y deformación provocado por el desplazamiento del sistema de fallas Motagua-Polochic, hacen de Motozintla, una zona ideal para la generación de estos fenómenos. Esto fue confirmado en el registro estratigráfico que indica que fenómenos de igual o mayor magnitud han ocurrido al menos en tres ocasiones durante los últimos 100 años, con una recurrencia de 30 a 40 años. Por lo tanto, Motozintla es una zona muy vulnerable ante este tipo de fenómenos, por lo que es necesario hacer un estudio más detallado de los depósitos de flujos de escombros antiguos en la zona, para elaborar mapas de peligro y de riesgo.

RP-10

#### UN ALGORITMO LÓGICO MATEMÁTICO, PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD GEOMORFOLÓGICA AMBIENTAL EN LAS UNIDADES TERRITORIALES DEL RELIEVE

Mario Guerra Oliva<sup>1</sup> y Martín Díaz Viera<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, La Habana, Cuba  
E-mail: mdiaz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Depto. Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, UNAM

Se propone un método alternativo de cálculo y análisis geomorfológico ambiental, pragmático semicuantitativo basado en técnicas de lógica matemática booleana-bivalente, en particular, las tablas de verdad, las matrices especiales o de incidencias y componentes principales, permite: 1- Reconstruir la historia morfodinámica, 2- Cartografiar los escenarios de peligros, 3- Calcular la probabilidad natural de ocurrencia de estos peligros y 4- Identificar las unidades geomorfológicas con distintos grados de vulnerabilidad geomorfológica ambiental, en las diferentes unidades territoriales geomorfológicas ambientales. El resultado obtenido facilita la elaboración de mapas geomorfológicos-morfométricos de escenarios de peligros, de la vulnerabilidad ambiental natural del relieve y permite identificar los procesos antecedentes (causas de la formación del relieve) y los procesos actuales que modifican al sistema geomorfológico.

RP-11

#### SINERGIAS ANTRÓPICO-NATURALES EN LA CONFORMACIÓN DE AMENAZAS "NATURALES" EN EL ANÁLISIS DE SITUACIONES DE RIESGO-DESASTRE

Jorge Dehays<sup>1</sup>, Alejandro D'Luna<sup>2</sup> y Carlos Enríquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

E-mail: fde@ine.gob.mx

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ecología

Esta investigación tiene por objetivo determinar la relación entre los principales tipos de peligros naturales con la acción humana, tanto como un factor detonante, que puede inducir o incrementar la velocidad; como consecuente (procesos de vulnerabilidad ante los fenómenos y desastres), y enmarcados en la construcción de metodologías para el ordenamiento ecológico del territorio a diferentes escalas.

Al hablar de la planeación del territorio es necesario que se tome en cuenta la importancia de los estudios relacionados con los riesgos, pues no se debe olvidar que hay elementos naturales externos que modifican las condiciones naturales del territorio así como a la sociedad, provocando un cambio de las expectativas de la población. En la mayoría de las veces la planeación de las actividades productivas del hombre o en la instalación de centros urbanos e infraestructura que se crea para éstos, no se toma en cuenta el grado de peligrosidad y vulnerabilidad a los que están expuestos por la ocurrencia de algún fenómeno perturbador.

Los peligros naturales, que incluyen los geológicos (vulcanismo, fallamientos activos, sismicidad), geomorfológicos (remoción en masa, hundimientos) y los hidrometeorológicos, se ven asociados con frecuencia creciente a la ocurrencia de desastres de gran magnitud en todo el planeta, principalmente en los países subdesarrollados. La mayor importancia que tienen las catástrofes en la actualidad, por el volumen de daños que representan, tanto en cuanto a las vidas humanas que cobran como a sus costos económicos derivados, obliga a analizar con mucho detenimiento la configuración del riesgo en general y de riesgos específicos, prerequisites para la ocurrencia de desastres. Las amenazas o peligros naturales son un componente o factor básico para el entendimiento de los desastres. Cada vez resulta más evidente que la sociedad, a través de prácticas, uso, manejo y explotación de recursos naturales provoca una modificación del comportamiento de los mencionados fenómenos y de la forma en la que impactan a los grupos humanos.

Concluimos que algunos fenómenos geológicos y geomorfológicos que poseen una capacidad para producir daño, son transformados, modificados, potenciados, recreados y renovados de su forma original -estrictamente natural- por las acciones humanas expresadas en prácticas sobre el medio ambiente, uso y manejo de los recursos naturales, etc.

RP-12

**MAPA DE AMENAZA DEL VOLCÁN CONCEPCIÓN,  
NICARAGUA: II. CAÍDA DE TEFRAS Y FLUJOS  
PIROCLÁSTICOS**

Delgado Granados H.<sup>1</sup>, Navarro Collado M.<sup>2</sup> y Farraz Montes  
I.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Dirección de Vulcanología, Instituto Nicaragüense de Estudios  
Territoriales

Este trabajo muestra un mapa donde se contemplan los posibles alcances por caída de tefras durante eventos explosivos en el volcán Concepción, así como la distribución y posible alcance de flujos piroclásticos. Se realizó investigación documental, trabajo de campo, integración de datos de viento y simulaciones por computadora para la construcción de escenarios eruptivos calibrados con los datos de campo y observaciones.

La investigación documental muestra la ocurrencia de 21 eventos explosivos desde 1883 con magnitudes diversas: freáticas, estrombolianas y subplinianas. Las nubes de cenizas asociadas viajaron en direcciones 180°-270° llegando a más de 30 km de distancia del cráter. Las poblaciones más afectadas por la lluvia de piroclastos durante esos eventos fueron Moyogalpa, Chontales y Los Angeles dentro de la Isla de Ometepe (donde se encuentra el volcán Concepción) y en la otra ribera del Lago de Nicaragua, Rivas y Belén. La estratigrafía de los depósitos de caída parece estar influenciada por los patrones de viento regionales también, pues los depósitos de tefra dominan el sector W. En épocas recientes no se han emitido magmas dacíticos, por ello se espera que los eventos explosivos futuros sean similares a los recientes (de carácter estromboliano a vulcaniano) que produzcan materiales de composición basáltico-andesítico. De acuerdo con trabajos previos, los espesores máximos esperados en Moyogalpa serían de 50 cm. Habitantes de la región de Rivas comentan que las cenizas han llegado a precipitarse en la zona y tal vez unas decenas de kilómetros más al oeste-suroeste para un total de cerca de 100 km de área de influencia. Con el fin de conocer mejor las áreas de influencia de las nubes de cenizas del volcán Concepción se realizó un análisis de los patrones de viento utilizando los datos meteorológicos disponibles, por mes y por año, para diferentes altitudes. Volcanes como el Concepción llevan a cabo su actividad eruptiva explosiva, no solamente a partir del conducto central, sino además, a partir de conductos o fisuras laterales. Los trabajos de campo y la cartografía geológica muestran que se pueden desarrollar nuevos conos cineríticos en zonas cercanas a lineamientos norte-sur en los sectores norte y sur del volcán Concepción.

De acuerdo con la información disponible y tomando en cuenta las observaciones de campo, la producción de flujos piroclásticos (de bloques y cenizas) es uno de los escenarios de menor probabilidad de ocurrir debido a que no existen

depósitos relacionados o bien, se han observado en contadas ocasiones en el pasado. El 20 de marzo de 1957 los flujos piroclásticos viajaron a 15 km/hr y alcanzaron 3 km desde la cima, los pobladores de Moyogalpa y San José del Sur tuvieron que abandonar la isla. Se realizaron una serie de simulaciones utilizando el programa Flow3D que permite tener una idea de los posibles alcances de flujos piroclásticos de bloques y cenizas (los más probables de ocurrir) pero también se considera el escenario del eventual colapso de una columna subpliniana. Observaciones de campo muestran que la ocurrencia de oleadas piroclásticas es posible, a pesar de que en tiempos históricos no se hayan presentado eventos de este tipo. La existencia de estructuras tipo maar como El Mogote, permiten reconocer la posibilidad de que en el futuro se lleven a cabo eventos explosivos en los bordes norte y sur de la isla con el Lago de Nicaragua, donde se llevarían a cabo este tipo de eventos.

RP-13

**MAPA DE AMENAZA DEL VOLCÁN CONCEPCIÓN,  
NICARAGUA: III. FLUJOS LAHÁRICOS Y COLAPSO  
ESTRUCTURAL**

Delgado Granados H.<sup>1</sup>, Navarro Collado M.<sup>2</sup> y Farraz Montes  
I.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Dirección de Vulcanología, Instituto Nicaragüense de Estudios  
Territoriales

Este mapa contempla eventos laháricos cuya ocurrencia se ha dado en el pasado, así como fenómenos volcánicos como el colapso estructural que, sin existir un antecedente geológico previo para el volcán Concepción (p. Ej. depósitos de avalancha de escombros), su ocurrencia hipotética se anticipa en función de antecedentes geológicos de campo (datos estructurales por ejemplo).

Para la evaluación del peligro por ocurrencia de lahares, se realizó investigación documental, trabajo de campo e integración de simulaciones de eventos laháricos realizados por Schilling *et al.* (2001). La investigación documental y entrevistas con pobladores de la Isla de Ometepe, donde se encuentra el volcán Concepción, permitieron reconocer eventos desde 1921, algunos de los cuales causaron pérdidas humanas y materiales de importancia. Las entrevistas permitieron identificar escorrentías donde se verifican flujos de escombros e hiperconcentrados, aparentemente de menor importancia por el volumen de los depósitos, pero que representan una amenaza a la integridad de las personas y sus pertenencias. Los trabajos de campo permitieron reconocer depósitos de flujos de escombros e hiperconcentrados mayores que permitieron registrar los alcances de este tipo de fenómenos y sus volúmenes. Los depósitos laháricos forman grandes abanicos aluviales en el rompimiento de la pendiente y algunos se han movido por pequeños cauces de arroyo y casi han alcanzado los límites del lago. Las simulaciones llevadas a cabo

previamente por Schilling et al. (2002) fueron simplificadas y modificadas de acuerdo con los datos de campo para formar tres escenarios posibles de alcance máximo para flujos laháricos. Las zonas más proclives a ser dañadas por la ocurrencia de lahares son, en el norte: San Marcos, Concepción y La Flor, mientras que en el sur, es San Juan.

El volcán Concepción podría sufrir un colapso estructural a partir del sector W debido a un posible proceso de expansión en el volcán (Wyck van de Vries, 1993), aunque en este trabajo no se presume la inminencia de este tipo de eventos en el volcán. El campo de esfuerzos en la región del volcán (indicado por fallamiento normal, diques y alineamiento de volcanes orientados N-S son consistentes con fallamiento transcurrente dextral NW) sugiere que también el sector oriental puede colapsarse en el futuro. En caso de colapso estructural del volcán, tsunamis podrían afectar las riberas del Lago de Nicaragua.

RP-14

#### LA ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA Y LA REUBICACIÓN DE POBLACIONES EN ZONAS DE ALTO RIESGO VOLCÁNICO. EL CASO DE "LA YERBABUENA"

Mauricio Bretón González y Carlos Navarro O.  
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima, México  
E-mail: mauri@cgc.icolimacol.mx

La actividad registrada en el volcán de Fuego de Colima durante la fase eruptiva 2001-2002, obligó a la reubicación de la población de La Yerbabuena, situada en las faldas del volcán y asentada sobre un depósito de flujo piroclástico producto de la actividad pliniana de 1913. Los primeros indicios de actividad aparecieron en el mes de mayo de 2001, cuando fue detectado un levantamiento en el fondo del cráter (criptodomo). Para octubre de 2001, brotó en esa misma zona una espina de lava que alcanzó una altura aproximada de 30 metros sobre el fondo del cráter. Poco después esta espina se derrumbó debido al empuje de un nuevo domo de lava. Este domo creció a una tasa baja (0.05-1.0m<sup>3</sup>/s) pero constante durante enero y febrero de 2002, hasta rellenar el cráter. El 4 de febrero el domo rebasó el cráter por el labio SW del volcán y empezó a formar un flujo de lava. Con el inicio de los derrumbes, las autoridades de Protección Civil del Estado de Colima decidieron evacuar la población de La Yerbabuena, localizada a 8 kilómetros al Suroeste de la cima del volcán, por lo que cerca de 200 personas fueron evacuadas de manera preventiva del 5 al 11 de febrero. A partir del 9 de marzo se originaron flujos calientes de ceniza sobre los flancos Sur, Suroeste y Oeste del cono volcánico. El número e intensidad de los derrumbes y flujos piroclásticos rápidamente se incrementó y desde el 15 de febrero hasta el mes de abril de 2002 se registraron diariamente entre 200 y 300 eventos que alcanzaron distancias de entre 1 y 3 kilómetros desde el cráter.

A partir del 10 de mayo la sismicidad se incrementó con la presencia de periodos largos de tremor de hasta 24 horas, cuyas frecuencias dominantes oscilaron en el rango de 1, 1.5 y 2 Hz. La presencia de tremor con estas características no había sido registrada en toda la historia del monitoreo de este volcán. También se observaron eventos tipo explosivo, desgasificaciones, derrumbes y deformación del edificio volcánico. Ante tal situación, el 18 de mayo fue evacuada nuevamente la población de La Yerbabuena, decretándose además un radio de restricción de actividades de 11.5 kilómetros a partir de la cima. Ante la posibilidad de un evento de mayores características, y con base en el trabajo realizado desde 1997, las autoridades determinaron la reubicación definitiva de las 220 personas que integran la población de La Yerbabuena hacia una zona de mayor seguridad.

RP-15

#### ERUPCIONES HOLOCENICAS DE TIPO PLINIANO DEL VOLCAN CITLALTEPETL, MEXICO ORIENTAL

Andrea Rossotti y Gerardo Carrasco-Nuñez  
Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.  
E-mail: andrea.rossotti@geociencias.unam.mx

El Volcán Citlaltépetl es un volcán activo actualmente en reposo que se caracteriza por tener largos períodos de quietud volcánica. Sin embargo, durante el Holoceno varias erupciones de tipo pliniano ocurrieron, causando una amplia dispersión de los productos piroclásticos en sus alrededores. En particular, la erupción que dió lugar a la Ignimbrita Citlaltépetl (Carrasco-Nuñez y Rose, 1995) hace 8500-9000 años, produjo un depósito de caída, el cual se encuentra intercalado entre unidades de flujo ignimbrítico hace aproximadamente 8660 años.

El estudio detallado de estas erupciones está basado en la construcción de más de un centenar de secciones estratigráficas y en diferentes métodos de correlación tefracronológicas que incluyen la caracterización física, morfológica, textural, granulométrica, petrográfica, química etc. de sus productos. La conjunción de todas estas técnicas, soportadas por determinaciones de radiocarbono (14C) permiten establecer una secuencia tefracronológica que servirá para una reconstrucción paleoeruptiva del volcanismo explosivo más reciente asociado al volcán Citlaltépetl. Hasta el momento se puede proponer de manera preliminar que la dirección de los vientos prevalentes durante la erupción era del NW y que, al parecer, ocurrieron varias explosiones de tipo freático o freatomagmático durante la formación de la columna eruptiva. Los resultados de este estudio tendrán una aplicación directa en la reevaluación de los peligros volcánicos que representa la actividad del volcán Citlaltépetl.

RP-16

**ESTUDIO DE INUNDACIONES REPENTINAS DE UNA CUENCA URBANA EN LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO**

Alejandra Montijo Gonzalez, José Ismael Minjarez Sosa, Alberto Villa Terán y Francisco Javier Grijalva Noriega  
 Depto. de Geología, Universidad de Sonora  
 E-mail: amontijo@marina.geologia.uson.mx

La ocurrencia frecuente de fenómenos naturales, que ocasionan grandes desastres en la población y su infraestructura, en los últimos años en México, ha generado la intensificación de su estudio, tanto en sus origen como sus consecuencias.

En la Universidad de Sonora por medio del Laboratorio de Sensoria Remota del Departamento de Geología, se han desarrollado proyectos de investigación de desastres naturales en el Estado de Sonora mediante la Utilización de los Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos.

El Estado de Sonora, y en especial la Ciudad de Hermosillo, esta propenso a riesgos provocado por fenómenos naturales de naturaleza contrastante: por un lado una intensa sequía, de ya varias décadas de duración, y por otro lado de inundaciones provocadas por lluvias repentinas.

La Ciudad de Hermosillo ha a experimentado un rápido crecimiento de sus áreas urbanas. Pero este incremento desafortunadamente se ha dado sin respetar el drenaje natural y topografía del lugar, por lo que ha traído consigo que cada vez mas frecuentemente se presenten inundaciones repentinas o flashfloods, provocadas por lluvias torrenciales.

Lo anterior se agrava por un inadecuado o insuficiente sistema de drenaje pluvial; por una mala planeación urbana; así como una falta de información técnica suficiente, provocando con esto que el grado de vulnerabilidad de los habitantes y la infraestructura aumente.

En este trabajo se presenta el estudio de peligros de inundación repentina de una cuenca urbana en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, provocadas por lluvias de diferentes periodos de retorno.

Este análisis se realizó mediante la utilización del software HEC-RAS y ARC VIEW, obteniéndose mapas de peligro de inundación para cada uno de os períodos de retorno considerados.

RP-17

**CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS GEOLÓGICOS, SOCIO-ECONÓMICOS Y FACTORES DETONANTES QUE PUEDEN LLEVAR AL DESARROLLO DE DESASTRES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO APULCO, SIERRA NORTE DE PUEBLA**

Castillo-Román José, Mayorga Rapozzo Raúl, Nolasco Valencia J. Vicente y Ruíz Sarmiento Miguel A.  
 Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales, BUAP  
 E-mail: jocaroman@hotmail.com

La zona de estudio se ubica en la vertiente septentrional de la Sierra Madre Oriental en el estado de Puebla y comprende la subcuenca del río Apulco que forma parte de la cuenca hidrológica del río Tecolutla. La zona se caracteriza por su complejidad fisiográfica, geológica, topográfica, climatológica y social.

En Junio y Septiembre ocurrieron dos sismos de magnitud 6.9 y 7.4, dentro de un radio de 200 km, estos fueron sentidos con gran intensidad en algunas localidades del extremo sureste de la zona de estudio, así como también a principios del mes de Octubre de 1999 el área fué severamente impactada por las lluvias extraordinarias provocadas por la interacción del frente frío No. 5 con la depresión tropical No. 11. Estos fenómenos geológicos e hidrometeorológicos en combinación con aspectos sociales provocaron el desastre cuyos daños ascendieron a 1,836.597 millones de pesos en infraestructura dañada, 256 decesos y 47 desaparecidos así como también daños en 65,673 ha de cultivo.

En este trabajo presentamos un enfoque metodológico integral para caracterizar los principales elementos geológicos, socio-económicos, e identificar los principales factores detonantes que originaron el desastre de Octubre de 1999 en la Sierra Norte de Puebla. Los resultados preliminares alcanzados hasta ahora, muestran que la interacción entre las tres provincias geológicas y fisiográficas que se han identificado en el área, proporcionan condiciones favorables para originar diferentes tipos de deslizamientos, bajo la acción de precipitaciones extremas que en combinación con los elementos sociales tales como alta marginalidad y la pobreza extrema, falta de ejecución de programas de desarrollo en la zona, así como, la falta de conocimiento del fenómeno por parte de las autoridades, proporcionan las condiciones necesarias para que se repita nuevamente el ambiente de desastre.

RP-18

**PROBLEMAS DE SUBSIDENCIA EN CIUDAD  
NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MEXICO**

Martín Carlos Vidal García, Héctor Luis Macías González y  
Alberto Arias Paz  
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de  
Ingeniería, UNAM  
E-mail: martincarlosv@yahoo.com.mx

Durante el año 2000 en el municipio de Ciudad Nezahualcoyotl se presentaron hundimientos diferenciales; situación que propició una investigación por parte del Departamento de Geohidrología con el fin de determinar el origen de las causas y consecuencias que lo futuro pudieran ocasionar.

Para tener una visión de las diferentes unidades estratigráficas que presenta el subsuelo se realizó una sección geológica de aproximadamente 11 kilómetros de longitud; en la cual se hizo una correlación con la siguiente información: dos perforaciones realizadas en el municipio, un sondeo ubicado en las cercanías del bordo de Xochiaca, descripción del corte litológico del pozo 1 Bis perteneciente a la batería de pozos del ramal Peñon-Textcoco y una perforación en los terrenos de la ENEP Aragón.

En la descripción obtenida en los primeros 189 metros de la secuencia lacustre se determinaron las características geológicas de cinco unidades; tres de las cuales son unidades arcillosas plásticas con alto contenido de agua variando de 147% a 303%, lo cual las hace altamente deformables y en consecuencia presentan poca resistencia al corte y las dos restantes están constituidas por arenas y limo cementados con poco carbonato de calcio, éstas se caracterizan por ser compactas y rígidas; desempeñando un papel importante en las cimentaciones profundas, ya que para muchas estructuras civiles sirve de apoyo de sus pilotes.

La extracción de agua en el subsuelo del municipio ha producido además del fenómeno anterior, la compactación de los estratos permeables y su consecuente compactación en superficie. Ambos fenómenos han provocado la subsidencia en el terreno, que medida en los pozos de agua potable del municipio ha resultado hasta de veinte centímetros por año en promedio, un claro indicador de la presencia de este fenómeno, es la surgencia de tramos de ademe de pozos sobre el nivel del terreno, por lo que el Organismo que administra el agua potable en el municipio se ve en la necesidad de recortar periódicamente los excedentes de tubería.

RP-19

**DETECCIÓN DE CAVIDADES EN LA COLONIA PRADOS  
LA PROVIDENCIA, MEDIANTE MEDICIONES POLO-  
DIPOLO E INVERSION EN 2-D POR MEDIO DE CICRES**

Ricardo G. Antonio Carpio, David Camargo Guzmán y Marco  
A. Pérez Flores  
Depto. Geofísica Aplicada, CICESE  
E-mail: rantonio@cicese.mx

En la actualidad muchas colonias al poniente de la Ciudad de México se encuentran ubicadas sobre antiguas minas de material de construcción, situación que pone en peligro a los habitantes de esa zona. Es importante alertar a las autoridades respectivas de los daños que se pueden ocasionar si dejamos pasar más tiempo.

El presente trabajo tuvo como objetivo localizar dichas cavidades mediante mediciones de resistividad de corriente directa. Para tal caso, se hicieron 8 líneas de polo-dipolo y 26 sondeos eléctricos verticales. Una vez concluidas las mediciones se hicieron las interpretaciones de los SEVs mediante técnicas en 1-D y las líneas polo-dipolo mediante inspección de las pseudo-secciones respectivas. Con tales resultados se sugirieron 22 sitios de riesgo para su perforación y se obtuvo éxito en 12 de ellas. Los mismos datos han sido re-procesados por medio de técnicas de inversión en 2-D mediante el programa CICRES y se contrastas los antiguos y nuevos resultados.

RP-20

**EFFECTOS DEL HURACÁN JULIETTE (2001) EN TRES  
LOCALIDADES DEL SUR DE LA PENINSULA DE BAJA  
CALIFORNIA**

Enrique H. Nava-Sánchez<sup>1</sup>, Janette M. Murillo-Jiménez<sup>1</sup>, Lucio  
Godínez-Orta<sup>1</sup> y Paulino Rojo-Gracia<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Depto. de Oceanología, Centro Interdisciplinario de Ciencias  
Marinas, IPN, La Paz, B.C.S.  
E-mail: enava@ipn.mx

<sup>2</sup> Depto. de Geología Marina, UABCS, La Paz, B.C.S.

Cada año la porción sur de la península es afectada por algunos de los ciclones que se desarrollan en el Pacífico Mexicano, en cualquiera de sus formas, tanto a manera de depresiones tropicales, como en forma de huracanes en sus diversas categorías. De acuerdo con los registros de precipitación y vientos, el Huracán Juliette ha sido el más fuerte del último siglo, el cual alcanzó la categoría 4 y produjo una precipitación durante su paso por la parte sur de la península de más de 1000 mm (en las montañas) y un viento máximo de más 200 km/h. A pesar de que ocasionó pérdidas materiales cuantiosas y de que hubo dos muertes, los daños ocasionados fueron menores de los que han ocasionados estos fenómenos en ocasiones pasadas, gracias a una infraestructura construida para minimizar los efectos de ciclones y al trabajo de CNAPRED y del Gobierno del Estado.

Nuestro estudio presenta resultados sobre el análisis de los efectos producidos por el Huracán Juliette en tres localidades de Baja California Sur: Cabo San Lucas, San José del Cabo y La Paz, las cuales presentan características geográficas, geológicas y urbanas distintas. Las tres localidades están relacionadas estrechamente a descargas fluviales importantes (abanicos aluviales), con diferentes niveles de energía, por lo que San Lucas fue la localidad más dañada, ya que se formaron flujos de escombros en cauces sin control artificial y derribaron y asolaron construcciones. La Paz fue la localidad menos dañada; pues tiene una descarga fluvial controlada mediante un presa y un cauce controlado por bordos artificiales. En San José del Cabo la afectación a construcciones por los flujos de escombros fue mínima, sin embargo afectó de manera importante el paisaje. Por otra parte, las tres áreas estudiadas son costeras, sujetas a ser afectadas por procesos marinos, de los cuales el más importante fue el oleaje. Cabo San Lucas fue la más afectada, ya que el oleaje atacó con mayor energía la punta de la península y en la Bahía de San Lucas existen obras civiles construidas directamente sobre el sistema de playas. Tanto en San Lucas como en San José del Cabo algunas playas presentaron una erosión de aproximadamente 13 a 15 m, quedando en algunas playas, el basamento pleistocénico expuesto. El efecto del oleaje sobre La Paz fue mínimo, pues esta ubicada en una área protegida (Bahía de La Paz), sin embargo algunas zonas bajas fueron afectadas por inundación fluvial y marina.

RP-21

### LOCALIZADAS AL SUR DE LA CIUDAD DE ZACATECAS Y SU INTERACCIÓN CON PELIGROS POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

Suárez-Plascencia C. y Escalona-Alcazar F.  
Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara  
E-mail: csuarez@cencar.udg.mx

La ciudad de Zacatecas se localiza en un valle intermontano en la parte media de la Sierra de Zacatecas, la que drena la totalidad de sus escurrimientos en el Arroyo de la Plata, el que tiene una orientación poniente a oriente y desemboca en la Presa del Pedernalillo a una distancia aproximada de diez km. La zona de estudio se forma por tres microcuencas con orientación sur-norte, cuyas cabeceras se localizan en la margen norte del Cerro La Virgen a una altura de 2720 msnm y la más baja a 2360 msnm, esta diferencia de alturas presenta un gradiente general en la sección alta del 6% y en la sección media y baja del 18%.

La secuencia estratigráfica en la base está formada por el informalmente denominado Conglomerado Rojo de Zacatecas, este está cubierto por depósitos piroclásticos que presentan diferentes grados de soldamiento, así como derrames riolíticos y raros vitrófidos de perlita. La secuencia presenta fallamiento en dirección preferente NW y NE. En la margen norte del Cerro

la Virgen, en donde son comunes la presencia de diaclasas en la secuencia volcánica, lo que favorece los procesos de caída de bloques.

Geomorfológicamente las tres microcuencas presentan cuatro unidades bien definidas, que son: 1) Zona de cima Semiplana, 2) Escarpe, 3) Rampa y 4) Arroyo.

Gran porcentaje de las cuatro unidades presentan una cubierta vegetal degradada, lo que junto con la urbanización acelerada que ha presentado la ciudad de Zacatecas en el último lustro, ha generado procesos de remoción en masa y caída de rocas que hasta el momento han afectado solo la unidad de rampa y la sección del arroyo de la Plata. De continuar este crecimiento anárquico sobre la margen norte del Cerro de la Virgen, en un futuro inmediato la zona podrá presentar un incremento en la cantidad y volumen de materiales removidos, los cuales afectarán los desarrollos urbanos y equipamiento asentados sobre la zona de Rampa de la vertiente.

RP-22 CARTEL

### DESASTRES PRODUCIDOS POR DEBRIS FLOWS

Guillermo Cardoso Landa  
Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Facultad de Ingeniería,  
Universidad Autónoma de Guerrero  
E-mail: guillermocardozo@prodigy.net.mx

Los desastres producidos por fenómenos de la Naturaleza afectan a los seres humanos y los ecosistemas en donde éstos se presentan, siendo uno de ellos el flujo de agua con altas concentraciones de sedimentos (flujos hiperconcentrados) que arrastran sólidos de diferentes magnitudes y características así como materiales diversos que encuentran en su trayectoria, llamados flujos de escombros o "debris flows" a nivel mundial.

La importancia del estudio de estos eventos ha sido propuesta en diferentes foros desarrollados en la década de los noventa, tales como las Campañas Mundiales de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres (EIRD), con sede en Ginebra, Suiza.

Se presentan en este artículo algunos de los desastres más importantes en diversas regiones del mundo generados por los flujos de escombros y sus repercusiones en daños y pérdida de vidas humanas, así como los avances en la prevención de este tipo de desastres propuestos por organismos internacionales.

RP-23 CARTEL

**GEOMORFOLOGÍA APLICADA A LAS OPERACIONES DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES**

Juan de Dios Rojas Carmona, Ma. de la Paz Hernández Rivero  
y Adán Castro Flores  
Depto. de Geología y Geotecnia, Facultad de Ingeniería, UNAM  
E-mail: sinclair42@latinmail.com

Si todos los fenómenos que afectaron y afectan a la Tierra, son los mismos que percibimos y estudiamos hoy en día, presentes en mayor o menor medida, entonces por que limitarnos en pensar que estos son aislados y no merecen ser caracterizados y analizados como un solo conjunto de eventos interrelacionados.

Al hablar de todos los fenómenos no hacemos referencia exclusiva a los procesos geológicos que nos ocupan, sino también aquellos que en un momento determinado e imprevisto están dispuestos a cambiar la historia evolutiva de una región.

Considerando esta idea, es como se analizó un fenómeno perturbador y una de las condiciones que lo modifican. Si bien, en un principio se podría pensar que estos no tienen ninguna relación, se demostrará que están alternativamente conectados.

Un incendio forestal es un fenómeno perturbador, que ocasiona daños ecológicos, climáticos, geomorfológicos, edafológicos, económicos y sociales, producido por dos importantes acciones, causado por la naturaleza o producido por el hombre, que puede avanzar sin ningún control, cuando no se consideran todas las condiciones que lo modifican.

Desde épocas muy remotas, -prácticamente cuando surgieron las primeras plantas en las partes continentales de la Tierra, durante el periodo Silúrico, hace aproximadamente 400 m.a.-, han sucedido incendios forestales. En las formaciones geológicas pleistocénicas (no más de 70 m.a.) se han descubierto madera con vestigios de incendio, los cuales se producían de manera natural, por descargas eléctricas (relámpagos) o erupciones volcánicas; y su comportamiento era claramente modificado por las condiciones del terreno donde se desarrollaban, asimismo se extinguían de otra manera natural: al llegar a barreras como ríos, lagos y acantilados.

Los incendios forestales son un gran problema para el país, ya que además de la pérdida de la riqueza natural y económica, causan severos daños a la reserva biótica y a los medio ambientes. Además de los daños ecológicos directos que la combustión de la madera produce.

Los efectos ecológicos de la quema de bosques son graves: disminución de la porosidad del suelo, descenso en la infiltración de las aguas, incremento variable de la erosión de los suelos, incremento de la temperatura en capas superiores del suelo y en corrientes de lagos, mortalidad de la microfauna,

desplazamiento físico de la fauna, extinción de especies y contaminación del aire por los subproductos de la contaminación entre otros.

Debido a estas consideraciones, se ampliará sobre las relaciones, existentes entre un incendio forestal y uno de los más importantes factores que influyen sobre él, la Geomorfología del terreno donde este lleva a cabo su acción destructiva.

Las formas del relieve que son afectadas por un incendio forestal pueden por si mismas cambiar su tipo, extensión, forma y grado de riesgo, unificadas a otros factores que incluso también pueden ser regidos por la Geomorfología, hablamos entonces de los atmosféricos, climáticos y combustibles presentes.

Los factores geomorfológicos más importantes analizados comprenden:

La altitud o elevación, la cual influye en la precipitación y en la desecación de una zona influyendo también en la distribución y adaptabilidad las especies arbóreas.

Laderas, de las cuales podemos distinguir una configuración por tercios, encontrando que en el tercio inferior se localizan las temperaturas altas y es donde generalmente se cuenta con una mayor cantidad de combustible vegetal y por lo tanto más capacidad de arder, en el tercio medio identificamos que se tiende a disminuir la temperatura y la densidad del combustible con relación al tercio inferior. Sin embargo diferenciamos que en este sector es donde se presenta la formación del cinturón térmico, los cuales ocurren durante la noche elevando la temperatura y disminuyendo la humedad, es decir es potencialmente incendiario. El tercio superior se caracteriza por que la velocidad de propagación se reduce debido a que disminuye la acumulación de combustible. Sin embargo es de mucho cuidado donde ocurren cambios bruscos del viento, pues este tercio es distribuidor eficaz del fuego.

Exposición, referimos a la orientación de una ladera con respecto al sol. Este aspecto es de gran importancia ya que nos determina la cantidad de calor que va a recibir del sol y la condición de los combustibles que están presentes. Identificando que las laderas del sur y del sudeste están más directamente al sol, generalmente tienen combustibles más ligeros y poco falsos, las temperaturas son más altas, hay poca humedad en el aire y en los combustibles. Colocando estas laderas en crisis al comienzo y al esparcimiento del incendio.

Configuración del relieve, del cual sus formas influyen enormemente en los regímenes de viento y microclima. Por ejemplo, encontramos que la transferencia de calor de una ladera a otra es común en valles estrechos, el precalentamiento ocurre más rápido y se presenta una posible condición explosiva.

Se analizó que la pendiente, siendo la inclinación de la superficie terrestre, es además la característica más importante que afecta el comportamiento del fuego. Su efecto se caracteriza por la influencia que ejerce en desarrollo de la columna de convección y por el hecho de que mientras más inclinado se presenta el terreno, mayores son las posibilidades para que se establezcan un contacto directo entre las llamas y copas de los árboles.

Contorno de la región, se examinó que en los valles estrechos y otras características ásperas y escarpadas del relieve pueden causar efectos peligrosos en el comportamiento del fuego.

Barreras naturales, aquellos obstáculos naturales que limitan que el fuego avance. Las barreras incluyen ríos, lagos, lagunas, procesos en laderas, desprendimiento de algunos combustibles, que debido a su contenido de humedad u otras características no queman tan bien como otros de la misma área.

Para realizar estos estudios retomamos el uso de las herramientas que la geomorfología aprovecha para su estudio, dentro de las cuales el análisis de mapas, fue de suma importancia, empleando y elaborando mapas hipsométricos, mapas de formas del relieve, análisis de pendientes, isotermas y análisis de puntos de vulnerabilidad. Permitiendo al personal que dirige las operaciones de prevención y combate de incendios información, comprensión y orientación del terreno en todas sus características.

Por lo anteriormente expuesto concluimos que la prevención y combate de incendios forestales, se verán ampliamente favorecidos cuando se aprovechen prolijamente los métodos que la geomorfología aplica al conocimiento de un terreno y su relieve. Ya que estos conocimientos proporcionan: una visión general del sitio afectado, un análisis de los puntos considerablemente vulnerables, exploración y restricción del área al aplicar las operaciones de prevención, control y combate; la caracterización y desarrollo del incendio forestal e incluso los efectos del siniestro a la evolución geológica de la región afectada, en pro de la salvaguarda de las personas los bienes y el entorno.

### CONCLUSIONES

1. Las herramientas empleadas para el estudio de la geomorfología, favorecen el incremento y mejoramiento de las operaciones de prevención, control y combate de incendios forestales, pues estos conocimientos proporcionan: una visión general del sitio afectado, un análisis de los puntos considerablemente vulnerables, exploración y restricción del área al aplicar las operaciones de prevención, control y combate; la caracterización y desarrollo del incendio forestal e incluso los efectos del siniestro a la evolución ecológica y geológica de la región afectada.

2. La geomorfología de un terreno influye considerablemente en la configuración, propagación y grado de peligrosidad de un incendio forestal, pues las formas del relieve son capaces de determinar su capacidad destructora, por que debemos retocar el uso de las herramientas que la geomorfología aprovecha para su estudio, dentro de las cuales el análisis de mapas, es de suma importancia, empleando y elaborando mapas hipsométricos, mapas de formas del relieve, análisis de pendientes, isotermas y análisis de puntos de vulnerabilidad. Permitimos al personal que dirige las operaciones de prevención y combate de incendios información, comprensión y orientación del terreno en todas sus características.

3. Un incendio forestal por si solo es capaz de modificar la evolución ecológica y geológica de una región pues su acción provoca disminución de la porosidad del suelo, descenso en la infiltración de las aguas, incremento variable de la erosión de los suelos, incremento de la temperatura en capas superiores del suelo y en corrientes de lagos, aceleramiento de los procesos en laderas, mortalidad de la microfauna, desplazamiento físico de la fauna, extinción de especies y contaminación del aire por los subproductos de la contaminación entre otros.

4. Se necesita crear grupos de estudio multidisciplinarios, que incrementen la cultura de protección civil, capaces de estudiar, analizar y mitigar situaciones de alto riesgo, ante un agente perturbador ya sea de índole natural y antropogénico, de acorde un proyecto específico a las dimensiones geométricas, espaciales y características de una región, en pro de la salvaguarda de las personas los bienes y el entorno.

### RP-24 CARTEL

#### METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRENO COSTERO ANTE LA OCURRENCIA DE HURACANES. EL CASO DEL HURACÁN ROXANA EN LA COSTA DE SABANCUY, CAMPECHE, MEXICO

Álvaro Gerardo Palacio Aponte  
Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, EPOMEX  
E-mail: gpalacio@mail.uacam.mx

El huracán Roxana como fenómeno hidrometeorológico extraordinario en la zona costera de Campeche causó daños sin precedentes en la estructura y funcionamiento de los paisajes naturales. Esta situación poco común, requirió la evaluación de los efectos destructivos ocasionados por el huracán, mediante una comparación histórica y cartográfica de eventos similares, con el objetivo de generar escenarios de prevención a mediano plazo.

El conjunto de efectos destructivos y su relación con las unidades del paisajes permiten hacer una zonificación de susceptibilidad, basada en un modelo elaborado a partir de la siguiente ecuación conceptual:  $R = f(S) + f(V)$ ; donde  $R =$

Riesgo,  $S =$  Susceptibilidad del terreno y  $V =$  Vulnerabilidad. De ésta, se extrae el concepto de susceptibilidad, que analiza la distribución espacial de las condiciones naturales del terreno que predisponen la capacidad del paisaje para amortiguar o magnificar la incidencia directa del fenómeno en la zona costera. En el marco de este concepto se identifican criterios específicos de evaluación y representación espacial, para las condiciones naturales antes y después del Roxana, al igual que de otros huracanes de alta intensidad. Las variables más significativas a considerar en la evaluación son ponderadas por pesos específicos correlacionados en una matriz, la cual es traducida a un mapa síntesis de grados de susceptibilidad. Para el desarrollo del modelo espacial, se integraron mapas y datos georeferenciados a la base de datos de un Sistema de Información Geográfica (SIG) traduciendo las variables ponderadas a operaciones espaciales en formatos raster. Los mapas de las condiciones previas fueron elaborados a partir de la información cartográfica y de imágenes Landsat TM disponibles, y los mapas de las condiciones posteriores al evento fueron obtenidos de imágenes de videografía y de observaciones directas en campo. La selección y ponderación de variables se basa también en los registros históricos sistemáticos reportados por expertos de diversas disciplinas que han registrado los efectos de los huracanes en ambientes acumulativos de plataformas continentales someras del Golfo de México y ambientes cársticos de la plataforma Yucateca y Mar Caribe.

RP-25 CARTEL

**CARACTERIZACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS EN 220 ESTACIONES DE SERVICIO EN CUATRO ENTIDADES DE LA REPÚBLICA**

Ávalos Lozano J.A., Manzo Andrade S., Ramírez Jiménez R. y Vargas Silva FJ.  
 CIIDIR, IPN, Michoacán  
 E-mail: smanzoa@hotmail.com

Los resultados del presente trabajo corresponden a la caracterización, diagnóstico y evaluación línea básica de riesgo de 220 sitios contaminados con hidrocarburos, situados en el Distrito Federal, el Estado de México, Michoacán y Guerrero. Las caracterizaciones fueron realizadas bajo el marco metodológico de las "Investigaciones de Restauración/Estudios de Factibilidad" (IR/EF) adaptado a las condiciones de México. Se define como "Plan de restauración" al conjunto de acciones aplicadas a un sitio contaminado con residuos peligrosos, para eliminar, controlar o minimizar los riesgos provocados por los contaminantes en función de un ambiente específico. Incluye cuando sea procedente: evaluación preliminar, plan de caracterización, caracterización y diagnóstico, evaluación línea básica de riesgo, definición técnica de métodos aplicables, propuesta de restauración y programa calendarizado de actividades, y restauración.

Se probaron y aterrizaron un conjunto de metodologías utilizadas internacionalmente, generando métodos de alto costo-beneficio, adaptados a la realidad mexicana:

- Procedimientos de caracterización de sitios.
- Procedimientos de manejo de muestras.
- Procedimientos de selección de COCS.
- Procedimientos de determinación de peligros.
- Procedimientos de determinación de la exposición.
- Procedimiento de evaluación cuantitativa de riesgos.
- Procedimientos de determinación de límites de limpieza.
- Procedimientos de selección de tecnologías de restauración.

RP-26 CARTEL

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA APLICADO AL RIESGO VOLCANICO**

José Armando Téllez Alatorre, Julio Barreto Caro y Manuel Celis  
 Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima  
 E-mail: armando@cgic.ucol.mx

El volcán de fuego de Colima ubicado entre los estados de Jalisco y Colima ha presentado una actividad continua sin considerar aun el riesgo social y económico que implicaría para la región una erupción violenta.

Integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el programa Arc View 3.1 en la zona de riesgo volcánico donde se incluyan una base de datos completa de los principales sistemas de monitoreo volcánico, relieve, curvas de nivel, mapa de pendientes, principales escurrimientos, población en zona de riesgo, mapa de peligros volcánicos, precipitación, clima, modelo digital de elevación, geología, tipo de suelo. Todo esto se va conjuntar para dar seguimiento a un análisis multivariado del riesgo volcánico aun cuando el volcán no se encuentre en erupción.

Todo esto nos va servir para dar mecanismos de respuesta mas rápida y precisa de lo que esta ocurriendo en la zona de riesgo volcánico, como la presencia de lahares, explosión, caída de ceniza, además de la gran ventaja de poder modificar zonas de afectación e ir cambiando nuestros rangos de exclusión para la población.

RP-27 CARTEL

**GEOLOGIA DE LA CIUDAD DE XALAPA, SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCION DE MAPAS DE PELIGROS GEOLOGICOS Y ZONIFICACION GEOTECNICA USANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA**

Sergio R. Rodríguez<sup>1,2</sup>, Adriana Galván G.<sup>3</sup>, José Luis Murrieta H.<sup>2,4</sup>, David Gómez L.<sup>2,4</sup>, Omar López V.<sup>2,4</sup> y Francisco Xavier Hernández H.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: srre@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Centro de Ciencias de la Tierra, UV

<sup>3</sup> Servicio Geológico Metropolitano

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería Civil, UV.

La ciudad de Xalapa (1450 m.s.n.m.) se localiza en la parte oriental de la Faja Volcánica Trans Mexicana (FVTM), entre el flanco oriental del volcán Cofre de Perote (4250 m.s.n.m.) y la Planicie Costera del Golfo. La red hidrológica del área se distribuye en dos cuencas principales: la del río Sedeño al norte, perteneciente a la cuenca del río Actopan; y la del río Pixquiatic al sur, que drena hacia el río de Los Pescados.

El relieve de Xalapa y sus alrededores consiste de lomeríos suaves y planicies irregulares inclinadas predominantemente hacia el este y sureste, disectados por drenajes fluviales que tienden a formar patrones de tipo radial a nivel local y paralelo a nivel regional. La geomorfología está controlada por la distribución de depósitos piroclásticos y epiclásticos de carácter arcilloso (blandos a semiduros), coladas de lava y cuerpos intrusivos (duros), así como lineamientos estructurales como fallas y fracturas.

Dentro de la zona urbana de Xalapa se cuentan cuatro centros eruptivos de origen monogenético: dos al occidente (cerros Colorado y La Estopa), uno en la parte central (cerro Macuilitépetl), y uno hacia el sur (cerro Las Margaritas), el cual es posible que esté asociado con actividad de tipo fisural. Estos volcanes han depositado material piroclástico y lavas que junto con una intensa actividad erosiva, han modelado la morfología local. La edad estimada de este vulcanismo es del Pleistoceno superior, y su composición química es basáltica calcialcalina a ligeramente alcalina.

A nivel regional los principales rasgos estructurales tienen dos orientaciones predominantes, una NW-SE que se manifiesta en escarpes pronunciados y tiende a formar altos y bajos en forma paralela, y otra NE-SW (más reciente) que se manifiesta en profundas barrancas y el alineamiento de conos monogenéticos de escoria.

La actividad sísmica regional es considerada de baja intensidad; sin embargo, hay reportes de temblores locales, como es el caso del sismo de 1920, el cual fue de alta intensidad debido a la cercanía del epicentro.

En este trabajo se presenta un avance del proyecto de integración de datos geológicos (características de los materiales), topografía (pendiente del terreno), distribución de la red hidrológica, y rasgos estructurales, con el objetivo de elaborar mapas de peligros geológicos para la ciudad de Xalapa.

Los peligros considerados pueden agruparse en cuatro clases: 1) deslizamiento rápido de laderas inestables, 2) deslizamiento lento de taludes (asentamientos), ambos en material piroclástico y epiclástico limo-arcilloso, 3) hundimientos por la existencia de tubos de lava y cavernas en derrames de lava, y 4) zonas inundables (cauces y zonas bajas). También se hace una correlación entre las zonas de la ciudad dañadas en el sismo de 1920 y las características geológicas de esas zonas. Considerando el crecimiento de la mancha urbana hasta la actualidad, se proponen algunas nuevas áreas que podrían sufrir daños si un sismo similar se repitiera. Combinando todos estos factores se obtienen zonas de alto, mediano y bajo peligro.

Mediante la ubicación e interpretación de sondeos de mecánica de suelos y datos geológicos someros y superficiales, se presenta un mapa geotécnico preliminar. Este consiste de tres zonas principales: zona dura, zona semidura y zona blanda, según sean las características del material.

La utilidad de la información que se presenta tiene que reflejarse en una mayor seguridad para los habitantes de Xalapa y sus alrededores, así como una fuente de consulta obligada para la definición de planes de crecimiento urbano y características estructurales de las construcciones civiles.

Debido al carácter cambiante y dinámico de los aspectos considerados, el uso de Sistemas de Información Geográfica permite una constante actualización de la información, mediante la adquisición y procesamiento de nuevos datos.

RP-28 CARTEL

**PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ: ALGUNOS CASOS RELEVANTES**

Sergio R. Rodríguez<sup>1,3</sup>, José Luis Murrieta H.<sup>2,3</sup>, Ignacio Mora G.<sup>3</sup> y David Gómez L.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología, UNAM  
E-mail: srre@servidor.unam.mx

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Civil, UV

<sup>3</sup> Centro de Ciencias de la Tierra, UV

Durante los últimos diez años, se le ha dado seguimiento a una serie de eventos geológicos que en mayor o menor grado han representado, y en muchos casos siguen representando, un factor de peligro para los habitantes de las zonas afectadas.

La gran diversidad geológica que presenta el estado de Veracruz, aunada a la vulnerabilidad existente ante fenómenos meteorológicos, generan problemas tales como: deslizamientos de terreno, flujos de lodo, contaminación de acuíferos y algunos otros relacionados con la extracción de hidrocarburos.

Los casos presentados se ubican en las zonas norte, centro y sur del estado.

En la zona norte del estado (Tlachichilco, Francisco I. Madero, Papantla) predominan los deslizamientos de terreno asociados con rocas sedimentarias (alternancias de lutitas y areniscas), así como la ocurrencia de flujos de lodo asociados con precipitación extraordinaria durante la temporada de lluvias, entre estos se distinguen, por su gran poder destructivo, los deslizamientos en masa y flujos de lodo ocurridos en octubre de 1999 (Poza Rica, Papantla, Tecolutla, Gutiérrez Zamora, Nautla, etc.).

Un caso especial es el relacionado con la formación del Cráter Chinampal, dentro de una región de intensa actividad de extracción de hidrocarburos (Naranjos-Cerro Azul). La reinyección del agua residual producto de la extracción de hidrocarburos, provocó un desequilibrio en las condiciones de presión de yacimientos someros de gas, este incremento de presión provocó una explosión que formó un cráter de aproximadamente 100 m de diámetro por 50 m de profundidad, el cual se llenó de agua con alto contenido de sales disueltas. Aunque no hubo víctimas que lamentar, su cercanía a la población de Naranjos (aprox. 2 km) generó un clima de tensión entre los pobladores.

En la zona centro del estado, en donde los materiales geológicos son mayoritariamente de origen volcánico escasamente consolidados, abundan los deslizamientos en masa de terreno, esto es debido principalmente a que las pendientes pronunciadas, la abundancia de agua, y la mano del hombre, han generado taludes inestables que representan serios peligros a las poblaciones asentadas a lo largo de los cauces y valles (Xalapa, Coatepec y sus alrededores, Alto Lucero, Puente nacional, etc.).

Un caso especial es la contaminación de las aguas del Río Blanco como resultado de las descargas de desechos industriales y municipales. Estas descargas, aunadas a las condiciones de karsticidad de las rocas calcáreas de la zona, han sido la causa para que los acuíferos de esta región se contaminen (Omealca). Igualmente asociado con la topografía kárstica, se da la ocurrencia de hundimientos de terreno, los cuales afectan a congregaciones de la zona (Xuchiles).

En la zona sur del estado, la geología incluye tanto rocas y materiales de origen volcánico (Los Tuxtlas), como rocas sedimentarias (Coatzacoalcos-Minatitlán), en esta región las precipitaciones pluviales son abundantes y tienden a producir deslizamientos en masa.

En este trabajo se presentan las características más relevantes de algunos fenómenos geológicos que han afectado a zonas pobladas en años recientes. Sin embargo, forma parte de un proyecto de integración de una base de datos geológicos del estado de Veracruz, la cual incluye la realización de una cartografía básica que permita su aplicación en la elaboración de mapas de peligro.

RP-29 CARTEL

### ZONIFICACIÓN DE PELIGRO POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA CON BASE EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO CONDICIONAL. EL EJEMPLO DE TEZIUTLÁN, EDO. DE PUEBLA

Norma Dávila-Hernández<sup>1</sup> y Capra Lucia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

E-mail: momis74@hotmail.com

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

El análisis estadístico Multivariado Condicional (AEMC) es un método estadístico que permite establecer la relación probabilística entre el número de factores naturales que pueden favorecer la inestabilidad y la ocurrencia o distribución de los procesos de ladera en una región determinada. En particular, el AEMC se basa sobre la clasificación de cada factor natural (i.e morfológico, geológico, sedimentológico) con respecto a la distribución de las áreas afectadas por procesos de ladera. Combinando estos mapas clasificados se obtienen densidades de frecuencia, o sea probabilidad de que un movimiento de ladera pueda ocurrir. Para poder llevar a cabo este procedimiento se utiliza un Sistema de Información Geográfica (ILWIS) por medio del cual se construyen mapas temáticos ligado a tablas con parámetros específicos (por cada factor natural reconocido) que se combinan para obtener la densidad de deslizamiento por el área considerada.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos para la barranca del Río Calvario en el poblado de Teziutlán (Puebla) en donde se registraron doscientos muertos como consecuencia de los numerosos procesos de remoción en masa que en el mes de Octubre de 1999 afectaron la Sierra Norte de Puebla.

Para este caso específico se construyeron mapas temáticos de pendientes, densidad del drenaje, forma, orientación, distancia de drenaje, geología, sedimentología de los horizontes volcánicos. Cada mapa fue cruzado con el mapa de distribución de los deslizamientos (obtenido a partir de fotografías aéreas a escala 1:2,000 tomada después del evento catastrófico de 1999) para obtener un valor de densidad de ocurrencia. Finalmente, con base en las densidades obtenidas por cada factor natural se obtuvo un mapa de susceptibilidad tomando en cuenta los factores naturales que resultaron ser los más importantes en favorecer los movimientos de ladera, como la geología, la pendiente y la distancia del drenaje.

Desde el mapa se puede observar que las áreas de mayor susceptibilidad corresponden con las zonas de barrancos en donde afloran secuencias de paleosuelos volcánicos con pendientes entre los 28° y los 45°.

RP-30 CARTEL

**EVALUACIÓN LA INESTABILIDAD DEL SECTOR ORIENTAL DE LA CORDILLERA VOLCÁNICA PICO DE ORIZABA-COFRE DE PEROTE, Y ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGROS DEL SECTOR ORIENTAL DE LA CORDILLERA (MODELACIÓN DIGITAL Y SIMULACIÓN NUMÉRICA)**

Díaz-Castellón Rodolfo y Carrasco-Núñez Gerardo  
Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.  
E-mail: rdiaz@geociencias.unam.mx

La cordillera PO-CP, compuesta (de Norte a Sur) por los volcánes Cofre de Perote complejo La Gloria (Cerro Desconocido al Norte y Cerro Tecomales al Sur), Campo Volcánico Las Cumbres y volcán Pico de Orizaba, es una importante barrera fisiográfica que separa al Altiplano central con una altura promedio de 2,300 m.s.n.m., de la planicie costera del Golfo que inicia con una altitud de aproximadamente 1,200 m.s.n.m., ocasionando una contrastante diferencia de relieve. Consecuentemente, las pendientes hacia el sector Oriental son mucho mayores que hacia el sector Occidental, lo que en parte podría explicar porque todos los deslizamientos hasta ahora documentados se presentan en la dirección Oriental. Entre los colapsos más importantes que se han documentado están: La avalancha Xico, el flujo sismogénico de 1920, la avalancha Las Cumbres, la avalancha Jamapa, el lahar Teteltzingo, y la avalancha Metlac.

Dadas las características morfológicas de la cordillera, y tomando en consideración, que el flujo de 1920 se produjo hace menos de cien años, se puede suponer que la cordillera es actualmente inestable en varias de sus partes.

Para la elaboración del mapa de peligros de la cordillera se llevó a cabo una evaluación de todos los parámetros de inestabilidad que podrían ocasionar el colapso de cualquiera de las estructuras que conforman estos volcanes, las características del basamento sedimentario, el cual se inclina hacia la costa del Golfo, si se considera que los esfuerzos menores se encuentran en la misma dirección hacia donde se inclina el basamento, los esfuerzos deben ser liberados en esa dirección. El patrón estructural, la morfología de la cordillera (pendientes máximas), aunados a mecanismos de disparo tales como precipitación excesiva, y/o sismos, pueden generar superficies susceptibles de movimiento de materiales en varios sectores de la cadena volcánica.

Para llevar a cabo la modelación se utilizó metodología GIS (Geographic Information Systems), y se elaboró un modelo de elevación digital, se extrajeron secciones en corte de drenajes, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a las características de inestabilidad de la zona. Posteriormente a la elaboración de las secciones digitales, se calculó el alcance máximo de cada uno de los colapsos probables de ocurrir considerando tres casos distintos (Máximo, Medio y Mínimo) utilizando una versión recompilada del código Flow-2D, la cual

fue adaptada para trabajar bajo ambiente windows y poder manejar volúmenes muy grandes de datos, especialmente aquellos obtenidos por modelos digitales.

Por último, se realizó una evaluación para flujos piroclásticos del Volcán Pico de Orizaba utilizando el mismo código (Flow-2D), con esto, se tiene una perspectiva general de los peligros de toda la cordillera volcánica del lado del sector Oriental.

RP-31 CARTEL

**MAPA DE AMENAZA DEL VOLCÁN CONCEPCIÓN, PROYECTILES BALÍSTICOS Y FLUJOS DE LAVA**

Delgado Granados H.<sup>1</sup>, Navarro Collado M.<sup>2</sup>, Farraz Montes I.A.<sup>1</sup> y Alatorre Ibarregui M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM  
E-mail: hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

<sup>2</sup> Dirección de Vulcanología, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

El objetivo de este trabajo fue elaborar en mapa de amenazas volcánicas para proyectiles balísticos y flujos de lava

**Flujos de Lava**

El mayor riesgo relacionado a flujos de lava es el daño parcial o destrucción total por enterramiento, trituración o incendio, de todo lo que éstas encuentran a su paso. Los flujos relativamente grandes probablemente pueden cubrir áreas de algunos cientos de kilómetros cuadrados. La mayoría de los flujos se mueven lentamente permitiendo que la gente pueda moverse fácilmente y colocarse fuera de su alcance. El mayor número de eventos eruptivos en el volcán Concepción es el de flujos de lava de composición basáltica a andesítica.

Con base en los trabajos de campo realizados y tomando en cuenta los mapas geológicos generados, se pueden identificar las zonas más probables de origen de un flujo de lava. No obstante, las lavas pueden en su momento, ser emitidas en forma radial al cono, proceso que ha hecho crecer al volcán desde sus inicios. Los alcances de las lavas son variables, pero con mayor frecuencia se detienen alrededor de la altitud 200-300 m, aunque los flujos de lava más voluminosos llegan hasta el lago.

**Balísticos**

El alcance de los proyectiles balísticos depende de la magnitud de la explosión que les dio origen, aunque difícilmente tienen un alcance superior a 10 km. Sin embargo, éstos representan un peligro para la vida y las propiedades por la fuerza de impacto con la que caen y por sus elevadas temperaturas. El peligro de impacto por grandes fragmentos es máximo cerca del cráter y decrece al incrementarse la distancia desde el mismo. Las velocidades típicas de impacto van desde 300 hasta 500 km/hr.

## RIESGOS Y PELIGROS

El mapa presenta las áreas máximas aproximadas que pueden ser alcanzadas por los proyectiles balísticos lanzados por el volcán Concepción de acuerdo a diferentes escenarios explosivos que están basados en parámetros de energía observados en erupciones de otros volcanes. Para cada escenario se consideró el ángulo de máximo alcance, el diámetro con el cual los balísticos tienen un mayor alcance y un viento favorable de 20 m/s para todas las direcciones, además de la topografía del volcán. Para el caso de erupciones en conos secundarios se consideró el escenario de peligrosidad alta y las condiciones de máximo alcance. El mayor alcance obtenido considerando un viento favorable de 20 m/s es de 1.9 km y sin viento es de 1.6 km.