

---

**MÉTODOS Y TÉCNICAS ESPECIALIZADAS EN EL ESTUDIO DEL RELIEVE**


---

## GEOM-01

**SISTEMA CLASIFICATORIO DEL RELIEVE DE MÉXICO**

Azucena Pérez Vega<sup>1</sup>, Mario Arturo Ortiz Pérez<sup>2</sup>, Gerardo Bocco Verdinelli<sup>3</sup>, Alejandro Velázquez Montes<sup>1</sup> y colaboradores

<sup>1</sup> Depto. Ordenamiento Territorial, Morelia, Michoacán

E-mail: azuperezvega@yahoo.com

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

La clasificación y jerarquización del relieve en nuestro país se vislumbra como una tarea fundamental, ya que constituye un elemento básico en trabajos de carácter ecológico, de regionalización, manejo de recursos naturales y ordenamiento del territorio.

El presente trabajo constituye la integración del conocimiento de expertos y se deriva de un taller, cuyo fin fue crear un sistema de clasificación jerárquico y su expresión en la leyenda geomorfológica de México; compatible en escalas, nomenclatura, atributos y términos para todo el territorio.

El levantamiento sobre la clasificación del relieve a niveles superiores es de carácter regional y a niveles detallados de carácter tipológico. La primera etapa del trabajo partió del trabajo realizado por Ortiz (2000) pero ajustado al consenso obtenido del taller, teniendo así 9 grandes grupos que integran 47 tipos de relieve, siendo dichos grupos los siguientes: 1) relieve volcánico acumulativo reciente, 2) relieve de montaña, rocas volcánicas ígneas intrusivas y metamórficas con un estilo estructural de bloques, 3) relieve montaña de rocas sedimentarias con un estilo estructural mixto de bloques y plegadas, 4) plataforma o planicie estructural de relieve mesiforme. planicies y/o terrazas estructurales sedimentarias, 5) relieve de piedemonte, 6) relieve de llanuras, 6) sistema fluvial, 8) relieve cárstica y 9) relieve costero. El resultado general constituye la base para las diversas tareas que emprenden diversas instancias tanto federales, estatales, municipales, y académicas en materia de regionalización, manejo de recursos naturales y ordenamiento territorial.

## GEOM-02

**EVIDENCIA BATIMÉTRICA Y MAGNÉTICA DE NO EXISTENCIA DE VOLCANES MARINOS EN EL TALUD CONTINENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO ENFRENTA DE LA COSTA DE VERACRUZ**

C.A. Mortera Gutiérrez<sup>1</sup>, W.L. Bandy<sup>1</sup>, R.M. Prol Ledesma<sup>1</sup>, C. Canet Miguel<sup>1</sup>, J.C. Cruz Ocampo<sup>1</sup>, H. Pérez Mortera<sup>1</sup>, J.R. Peláez Gaviria<sup>1</sup>, G. Pardo Castro<sup>1</sup>, G.S. Serrato Díaz<sup>1</sup>, K. Mendoza Cervantes<sup>1</sup>, F. Rodríguez Chávez<sup>1</sup>, M. Manea<sup>1</sup>, V.C. Manea<sup>1</sup>, J. Urrutia Fucugauchi<sup>1</sup>, A. Molina Cruz<sup>2</sup>, M.L. Machain Castillo<sup>2</sup>, E. Arellano Torres<sup>2</sup> y J.H. Flores Ruiz<sup>3</sup>

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

E-mail: cmortera@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

<sup>3</sup> Instituto Mexicano del Petróleo

En 1974, un estudio geofísico regional del suroeste del talud continental en el Golfo de México indicó la posibilidad de la existencia de cuatro volcanes submarinos enfrente de las costas del Estado de Veracruz. Desde entonces la literatura científica ha difundido la existencia de estos volcanes basado en la inferencia solamente geomorfológica de un monte o montículo submarino evidenciado en perfiles batimétricos. En Abril del 2002, se realizó una campaña oceanográfica con el B/O Justo Sierra para coleccionar datos batimétricos y magnéticos y muestras de rocas y sedimentos sobre cuatro regiones donde se propusieron la existencia de los montes submarinos que se encuentran en el margen occidental del Golfo de México, en el talud continental, aproximadamente a unos 60 km del Puerto de Veracruz. Nuestros objetivos principales con el mapeo geofísico y muestreo geológico era el de validar científicamente que la formación de estos montes estarían asociada a la actividad magmática que caracteriza la formación magmáticas de los volcanes de subducción en el margen continental occidental del Golfo de México, en particular que relación tendrían con el eje Neovolcánico Transversal o con el eje Volcánico Centroamericano a través del Macizo Volcánico de Tuxtla. Resultados preliminares del mapeo batimétrico del talud continental en las cuatro áreas muestran relieves que no corresponde a un edificio de un monte submarino, sino a formas erosionales en el talud continental. Mapas de alta resolución de datos magnéticos marinos de las cuatro áreas tampoco muestran formas de anomalías correspondientes a edificios volcánicos. El dragado de rocas fue infructífero, solo sedimentos superficiales fueron posiblemente de obtener en abundancia en las cuatro regiones. Estudios iniciales de las muestras sedimentarias colectadas no han mostrado elementos indicadores correspondientes a una petrología de origen magmática, geológicamente reciente. Los resultados iniciales de esta campaña oceanográfica no han mostrado ninguna evidencia para la existencia de estos volcanes en el talud continental del margen suroeste del Golfo de México.

GEOM-03

FECHAMIENTO DE GEOFORMAS GLACIALES EN EL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA POR EL ISÓTOPO COSMOGÉNICO CLORO-36 Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CRONOLOGÍA GLACIAL Y ERUPTIVA

Lorenzo Vázquez Selem<sup>1</sup>, José Luis Arce<sup>2</sup> y José Luis Macías<sup>2</sup>

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

E-mail: lselem@igiris.igeograf.unam.mx

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

Existen claras evidencias de que en el volcán Nevado de Toluca los episodios eruptivos del Pleistoceno tardío están intercalados con fases de avance de los glaciares. La última erupción plenamente confirmada corresponde al evento pliniano que produjo la Pómez Toluca Superior (PTS) y flujos piroclásticos asociados, y que recientemente se ha vuelto a fechar en  $\sim 10,500$  14C yr BP. En este trabajo se reportan observaciones y resultados de algunos fechamientos en georformas glaciales posteriores a este evento, realizados mediante el isótopo cosmogénico Cloro-36. Este método permite establecer directamente la edad de exposición de los materiales rocosos a la radiación cósmica, es decir la edad de construcción de las georformas. Un fechamiento Cl-36 en roca in situ con pulimiento glacial de la superficie del domo dacítico El Ombligo, situado dentro del cráter del volcán y que intuitivamente ha sido asociado al final del evento PTS, arroja 9000 años calendáricos. Esta cifra representa una edad mínima para el domo, y sugiere que éste efectivamente corresponde al evento PTS. Asimismo la fecha se relaciona con la desaparición del glaciar que llenó el cráter y que sin duda cubrió por completo el domo después del evento PTS. Junto con otras observaciones morfo-estratigráficas en morrenas, el fechamiento confirma la ocurrencia de un importante avance glacial durante la transición Pleistoceno-Holoceno en las altas montañas del centro de México. Por otro lado, tres fechamientos Cl-36 en bloques de morrenas más jóvenes indican que durante el Holoceno temprano (8000-7000 yr BP) ocurrió otro avance glacial de importancia en el Nevado de Toluca a altitudes hasta de  $\sim 4100$  m.

GEOM-04

PEDOSEDIMENTARY DEVELOPMENT AND PALAEOENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE OF A DISTAL ALLUVIAL-FAN DEPOSITS, DURING THE MIDDLE-LATE HOLOCENE IN THE PLAYA EL FRESNAL REGION, CHIHUAHUAN DESERT, NORTHERN MEXICO

Ortega Ramírez J., Maillol J.M., Bandy W., Valiente Banuet A., Mortera Gutiérrez C., Urrutia Fucugauchi J., Chacón Cruz G. M. and Martínez Estrella FJ.

Instituto de Geofísica, UNAM

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

University of Calgary, Canada

Instituto de Ecología, UNAM

Facultad de Ingeniería, UNAM

ESIA, Instituto Politécnico Nacional

The Playa El Fresnal lies within the northwest part of the state of Chihuahua, within the Chihuahuan Desert (31°05'N and 107°30'W). It is a tilted terrane with characteristic of an extensional basin, that is a half-graben/tilted-block system with a playa-lake situated in the basin floor, surrounding by fans. The western slope belonging to the footwall block, gullies developed in distal alluvial-fan deposits, reveal evidence of different sedimentation and soil formation. The gullies show a succession of three major period of sedimentation, each of which has a distinct soil, indicating that each period of sediment deposition was followed by a period of stability and soil formation.

One section of 3.2m was sampled at each 20 cm for laboratory analyses. The granulometric size frequency data was used as descriptive and analytic tool. A cumulative curve for the silt-clay fraction was determined using a laser Spectrex rapid particle analyzer and for its mean, median, dispersion, skewness and kurtosis. The complete cumulative grain-size curve combines sieve data for 1000-62.5 mm (coarse sand to very fine sand, 0-4f) and laser data for the 62.5-0.077 mm (coarse silt to fine clay, 4-10f) fractions. This information was combined with other data such as the result of the geochemical analysis, root traces (rhizoconcretions) and soil colors. These data supported by three 14C dates ( $4335 \pm 80$  yr B.P.,  $1735 \pm 90$  yr B.P. and  $1570 \pm 55$  yr B.P.) conform the framework of our dynamic pedosedimentary approach and the paleoenvironmental interpretation.

Described as sediment, the different layers consists of three facies: sandy mud, sandy clay and muddy sand. Described as soil, there are four types: sandy silt or a sandy loam, loam, loamy sand and silt loam. Primary sedimentary structures are not preserved because they have been strongly modified by pedogenesis.

The youngest sediments (Unit QI) correspond to a bar fluvial environment that have truncated a buried soil with a cambic horizon. The next older sediments (Unit QII) is constituted by loess like sediments that has prominent illuvial argillic horizons. Toward the base of the profile, the oldest

sediments (unit QIII) consist of mudflow deposits that contains sulfates aggregates, shell gastropods fragments, carbonate concretions and desiccation mudcraks.

The alluvial stratigraphy show a break between ca. 4000 and 3500 yr BP, ( between units QIII and QII), followed by a resumption of sedimentation between ca. 3500 and 2000 yr B. P. which are characterized by loess like-paleosol and dune deposits. For the last 15000 yr ago, the sedimentation indicates relatively drier conditions, although a brief period associated with fluvial deposits is indicated by a gradual decreasing of the grains sand population phi values with intercalated paleosol. Therefore these results indicate minor humid fluctuation during this period.

GEOM-05

**ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y PETROGRÁFICO DE LAS DUNAS QUE BORDEAN AL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE**

Solis Limón Ma. Fernanda, Paz Moreno Francisco y Grijalva Noriega Francisco Javier  
 Depto. de Geología, Universidad de Sonora  
 E-mail: solis@aurora.geologia.uson.mx

El Gran Desierto de Altar se localiza en el extremo noroeste de Sonora, México. Sus arenas de edad Pleistoceno, cubren un área aproximada de 5700 Km<sup>2</sup>. Es considerado como Mar de Arena, comprende una de las áreas más grandes de dunas activas de Norteamérica.

Como objetivos se plantean: un estudio de las formas de las dunas en base a la clasificación morfométrica, así como, establecer las fuentes potenciales de los sedimentos mediante estudios petrográficos y análisis sedimentológicos.

En nuestra área de estudio, encontramos dunas crecientes (simples a compuestas), lineares y mantos de arena que rodean y cubren al Campo Volcánico El Pinacate (CVP).

La gran variedad de formas de dunas son el resultado de los cambios de las direcciones del viento; éstos ocurren de S-SW en verano y en invierno de N-NE, siendo la estación de verano donde se registran las máximas velocidades y por lo tanto, el mayor transporte de sedimentos.

Las dunas crecientes presentan crestas rectas y de media luna con amplitudes de 280 a 1200 m, con un rango de altura de 20 a 50 m. Las dunas lineares con longitudes de aproximadamente 2500 m y espaciamientos entre dunas de 80 a 280 m. Los mantos de arena se encuentran ampliamente distribuidos, son grandes extensiones de arenas ligeramente onduladas y zibar, pobladas con vegetación de arbustos dispersos.

El análisis sedimentológico efectuado con laser coulter, indica que son arenas finas a medias, donde no existe una diferencia marcada en el tamaño y clasificación de los

sedimentos en las distintas partes que conforman una duna. Los estudios petrográficos de las arenas en láminas delgadas nos confirman que son arenas moderadamente a bien clasificadas, y adicionalmente que se trata de formas subangulosas a subredondeadas, por otra parte nos permite reconocer la riqueza y abundancia de variedades de líticas que son representativos de los afloramientos que circundan al CVP, y en mínima proporción de éste mismo.

---

**GEOMORFOLOGÍA DINÁMICA Y APLICADA**

---

GEOM-06

**DEGRADACION POTENCIAL DEL SUELO EN LA CUENCA LA CULEBRA DEL PICO DE TANCITARO, MICHOACÁN**

José Francisco Sánchez Espinoza<sup>1</sup>, José de Jesús Alfonso Junco Fuentes<sup>2</sup> y Gerardo Bocco V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán  
 E-mail: fsanchez@ate.oikos.unam.mx

<sup>2</sup> Depto. de los Recursos Naturales, UNAM, Campus Morelia

El Pico de Tancitaro se ubica en la Meseta Purépecha en el estado de Michoacán, entre los municipios de Uruapan, Tancitaro, Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes. La zona se caracteriza por presentar una variedad de mosaicos ambientales mismos que son abordados bajo el enfoque de cuencas que permite explicar atributos de los recursos naturales mediante la conexión del medio físico, la geomorfología y la ecología del paisaje, haciendo énfasis en la relación entre los patrones espaciales y los procesos geoecológicos.

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto "Geomorfología, Paisaje y Recursos Naturales en el Pico de Tancitaro" desarrollado por la UNAM con la colaboración del Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán. Dicho trabajo intenta relacionar aspectos ambientales con aquellos que inciden en la disponibilidad y oferta de agua del macizo declarado parque nacional.

En este apartado, el objetivo es presentar un análisis de la relación suelo-geomorfología-agua para una de las cuencas más representativas del volcán Tancitaro.

Los suelos de la cuenca "La culebra" son de tipo volcánico, generalmente profundos, de desarrollo moderado, muy drenados, de textura migajon arenoso, ricos en materia orgánica y no presentan una degradación evidente; sin embargo son muy susceptibles a la degradación, condición que esta íntimamente ligada con el relieve presente y con la densidad de drenaje.

Las condiciones hidrográficas de La Culebra indican una alta energía del relieve, favorecida por una densidad de drenaje también sensiblemente alta que se refleja en un orden de corriente de seis puntos.

Entre las conclusiones más importantes está el hecho de que la degradación potencial de la cuenca actualmente no tiene un gran peso, pero es un proceso que se pudiera acelerar si no se toman medidas en cuanto al uso del suelo, ya que la actividad aguacatera ejerce una fuerte presión sobre el resto de los recursos.

Por otra parte, se observa la utilidad del uso de métodos y herramientas combinados para el análisis geoecológico: SIG, PR, análisis de suelos y geomorfología.

GEOM-07

**DIFERENCIACIÓN MORFOESTRUCTURAL Y CLIMÁTICO-HIDROLÓGICA DE LA EXODINÁMICA FLUVIAL RECIENTE EN MONTAÑAS TROPICALES: RÍO CARPINTERO, CUBA ORIENTAL**

José R. Hernández Santana  
 Instituto de Geografía, UNAM  
 E-mail: hernandezsantanajr@hotmail.com

Se realizaron mediciones geodésicas estacionarias de precisión sobre la exodinámica fluvial de cauce reciente del Río Carpintero, en la vertiente meridional del macizo montañoso de la Gran Piedra, y en el contexto del polígono geodinámico complejo de Santiago de Cuba. Las observaciones instrumentales de los procesos fluviales se ejecutaron en el contexto espacial de un mosaico complejo de bloques morfoestructurales longitudinales escalonados, típico de morfoestructuras insulares de transición marginal entre placas, en condiciones del trópico cubano, y dos veces al año, después de los períodos lluvioso (mayo-octubre) y menos lluvioso (noviembre-abril). Los resultados de los 10 ciclos de mediciones, realizados durante los 5 años, mostraron la tendencia a la acumulación (velocidad media de 0,02 a 0,09 m/año) después del período menos lluvioso, en los sectores premontañosos y de llanuras, y a la erosión (velocidad media de 0,015 a 0,10 m/año, en ocasiones, hasta 0,20 m/año, después del período lluvioso en las morfoestructuras montañosas, aunque con un predominio anual. Al mismo tiempo, las regularidades de la exodinámica están determinadas por el carácter rítmico del régimen climático y del escurrimiento superficial.

GEOM-08

**ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA Y RIESGOS ASOCIADOS EN ZACAPOAXTLA, PUEBLA**

Roberto Carlos Borja Baeza e Irasema Alcántara Ayala  
 Instituto de Geografía, UNAM  
 E-mail: rcborja23@hotmail.com

El relieve de la República Mexicana, montañoso en alrededor de un 75%, favorece la ocurrencia de procesos de remoción en masa, condición que se manifestó en octubre de 1999 con cientos de movimientos del terreno en la Sierra

Norte de Puebla, detonados por las intensas lluvias ocasionadas por la tormenta tropical número 11. Zacapoaxtla, junto a otros municipios de la zona como Teziutlán, Totomoxtla, Zapotitlán de Méndez, entre otros, se vio afectado en un alto grado por estos fenómenos. La incidencia de estos procesos fue resultado en gran medida de la interacción entre las características geológicas y geomorfológicas existentes. Las unidades litológicas predominantes están representadas por materiales débiles no consolidados de origen volcánico (ignimbritas) que sobreyacen a rocas sedimentarias de origen marino (principalmente calizas), las cuales determinan el grado de resistencia de los materiales que constituyen las laderas. La morfología está representada en gran medida por una extensa rampa de piroclastos y por montañas en bloque, con pendientes inclinadas y disectadas, unidades morfológicas donde se concentraron la mayor parte de movimientos del terreno. Este trabajo presenta un análisis de inestabilidad de laderas a partir de la modelación de la interacción del relieve, la concentración de humedad y las propiedades de los materiales utilizando un Modelo Digital del Terreno (MDT). Los resultados de dicho análisis fueron combinados con un índice de vulnerabilidad elaborado con base a datos de población y vivienda para obtener el mapa de riesgos por procesos de remoción en masa del municipio.

GEOM-09

**AVANCES EN LA IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE PROPICIAN LA INESTABILIDAD DE LADERAS: UNA PERSPECTIVA GEOLÓGICA-GEOMORFOLÓGICA APLICADA AL MUNICIPIO DE ZACAPOAXTLA, PUEBLA**

Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>1</sup>, Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>2</sup> y Alcántara Ayala Irasema<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto de Geografía, UNAM  
 E-mail: vitorio\_manuel@yahoo.it  
<sup>2</sup> IIM, UMSNH

Tanto un movimiento sísmico como un evento excepcional de precipitación, son factores que más procesos de remoción en masa desencadenan. Sin embargo es indiscutible que factores geológicos, geomorfológicos y antrópicos, llegan a ser tan importantes como los primeros, que cuando existe la combinación entre ellos, los resultados son verdaderamente devastadores.

Geológicamente, la región de Zacapoaxtla, Puebla, constituye una zona de transición entre el Cinturón Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre Oriental; por lo que su litología es definida por unidades metamórficas y sedimentarias como basamento, ellas cubiertas en ocasiones por basaltos columnares y productos piroclásticos estos últimos, en la ciudad de Zacapoaxtla alcanza una potencia de hasta 100m. La intemperización de los flujos piroclásticos conforman unidades de laterita sobre la cual se desarrolla la mayor parte de la inestabilidad de laderas. La cercanía de ésta zona con el Golfo de México, implica una degradación bastante agresiva de su superficie por efecto del escurrimiento superficial durante eventos de precipitación excepcional.

El análisis fotogeológico de la zona revela una geomorfología conformada por una red de drenaje de tipo dendrítico con grandes circos de erosión, escarpes, coladas, así como abundantes depósitos de aluviones.

Es importante destacar el asentamiento de manchas urbanas no recientes, sobre superficies de antiguos deslizamientos, que revelan una añeja actividad erosiva motivada por factores climatológicos y litológicos principalmente, en ausencia del hombre. En otras palabras la inestabilidad de laderas en la región de Zacapoaxtla ha sido, es y será un mecanismo de erosión principal, con o sin la presencia del hombre.

---

## ANÁLISIS CUANTITATIVO GEOMORFOLÓGICO

---

### GEOM-10

#### ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LAS CUENCAS DEL PICO DE TANCÍTARO

José de Jesús A. Fuentes Junco<sup>1</sup>, Miguel Bravo Espinoza<sup>2</sup> y Gerardo Bocco V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lab. de Geoecología, DERN, UNAM, Campus Morelia  
E-mail: junco@oikos.unam.mx

<sup>2</sup> INIFAP, CENAPROS

El Parque Nacional Pico de Tancítaro, se localiza en la porción centro oeste del Estado de Michoacán. Su importancia desde el punto de vista ambiental, como entidad hidrográfica es estratégica para el abastecimiento de más de 40 mil habitantes y de más de 25 mil hectáreas de riego de aguacate. Lo anterior se suma a la importancia que tiene, desde el punto de vista del paisaje, al sostener una gran diversidad biológica que se refleja en su estatus internacional como área prioritaria para la conservación y como área de importancia para la conservación de las aves.

En la actualidad se sabe poco de las características físicas y morfométricas de las cuencas cuya estabilidad es de vital importancia para la región aguacatera más importante del País. Por otra parte, se han realizado pocos estudios sobre morfometría de cuencas ligados al manejo del agua.

El objetivo de este trabajo es presentar la morfometría de cuencas en el Pico de Tancítaro utilizando un sistema de información geográfica y ligar los resultados al manejo del agua en la región.

Los resultados muestran tres grandes grupos de cuencas que se relacionan directamente con la disponibilidad de agua en la región. El primer grupo corresponde a cuencas de dimensiones mayores a las demás y con semejanzas en el volumen de agua además de diversas características morfométricas como la pendiente media, el área, la longitud y el perfil del cauce principal. El segundo grupo, de dimensiones menores posee semejanzas que las ubican como cuencas de características intermedias en la disponibilidad de agua.

Finalmente, las cuencas de dimensiones menores tienen como característica hidrográfica la baja disponibilidad de agua y el hecho de ser subsidiadas por otras cuencas para abastecer la demanda de agua.

Otro resultado fue verificar la importancia de relieves de lava recientes como unidades hidrográficas de especial importancia para la recarga de acuíferos.

Con los datos obtenidos por cuenca se elabora una propuesta de manejo del agua que tome en cuenta el estatus de área natural protegida proporcionando directrices para su manejo.

### GEOM-11

#### DOBLE TRIÁNGULO PARA LA CLASIFICACION DE SISTEMAS TERRESTRES POR MEDIO DE LA PARAMETRIZACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

Andrea Bolongaro-Crevenna<sup>1-2-3</sup>, Vicente Torres-Rodríguez<sup>1</sup>, Valentino Sorani<sup>2</sup> y Mario Arturo Ortíz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Academia Nacional de Investigación y Desarrollo, A.C.  
E-mail: anide@terra.com.mx

<sup>2</sup> Laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información Geográfica, CEAMISH, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

<sup>4</sup> Instituto de Geografía, UNAM

Se presenta una metodología para caracterizar unidades terrestres en función de las proporciones de seis geoformas básicas calculadas a partir de un modelo digital de elevación y agrupadas en componentes con atributos de superficie (borde, canal y plano) y de punto (pico, paso y hueco). La representación espacial de estas geoformas llevó a un mapa geomorfológico. Al mismo tiempo, siguiendo una metodología clásica se delimitaron unidades terrestres con base en el origen y procesos geomorfológicos. Del cruce de estos dos mapas se obtuvo para cada unidad terrestre el porcentaje de cada una de las geoformas que lo componen.

A partir de los componentes de superficie y de punto se propone la utilización de dos diagramas triangulares para la descripción de los sistemas geomorfológicos y de estructuras geológicas individuales. Geométricamente ambos triángulos se combinan en un rombo, obteniéndose un sistema gráfico sintético de caracterización de geoformas.

Se comprobó que formas terrestres como barrancas, valles, estratovolcanes, relieve volcánico explosivo y otras pueden ser caracterizadas en función de los porcentajes de los componentes de superficie y de punto, observándose una disposición particular de cada geoforma en el doble triángulo. Se propone utilizar esta metodología para la clasificación de sistemas terrestres desde el punto de vista de la parametrización del relieve.

La utilización del doble triángulo de clasificación de geoformas encontró aplicaciones en diversos campos de geociencias y de la biología. Por ejemplo cartografía geológica, geomorfología y análisis tectónico a diversas escalas.

GEOM-12

**TOPOGRAFÍA DE DETALLE: HERRAMIENTA  
INDISPENSABLE PARA LA CARACTERIZACION  
GEOMORFOLOGICA DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN  
MASA**

Hernández Madrigal Víctor Manuel<sup>1</sup> y Garduño Monroy Víctor Hugo<sup>2</sup>

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

E-mail: vitorio\_manuel@yahoo.it

<sup>2</sup> IIM, UMSNH

La necesidad de trabajar con cartas topográficas de gran detalle como mapa base, y la ausencia de cartografías menores a escalas 1/10000 en México, en estudios de procesos de remoción en masa; nos ha obligado a desarrollar una técnica de levantamiento topográfico de detalle, que permite obtener cartas topográficas con isohipsas reales (no interpoladas) a cada 0.5m, esto asegura una representación real del relieve del área de estudio, permitiendo una clara interpretación de los rasgos morfológicos, morfométricos y litológicos del cuerpo inestable.

Para la localización geográfica del área de estudio se emplea un GPS tipo geodésico, con el que se obtienen las coordenadas de partida que serán usadas durante el levantamiento topográfico, el cual se realiza con una estación total (taquímetro electrónico) utilizando la técnica de levantamiento por medio de radiaciones. Con esta técnica se realiza un "barrido" del área de estudio, registrándose las variaciones de inclinación de la superficie así como deformaciones de especial interés y rasgos urbanos comprometidos con la estabilidad del cuerpo. Al finalizar el trabajo de campo, se tiene un conjunto de puntos distribuidos en toda la superficie con valores en XYZ, que conformarán el Modelo Digital del Elevaciones (MDE) del cuerpo inestable. Con el MDE se obtiene la topografía de detalle, que empleada como mapa base, facilita el registro, interpretación y análisis de rasgos geológicos, geomorfológicos y antrópicos, es decir se tiene un modelo conceptual claro del terreno.

En este trabajo se presenta diferentes cartas topográficas y MDE obtenidos con esta técnica, en tres diferentes cuerpos inestables, así como sus respectivas interpretaciones geológicas y geomorfológicas, y modelos 3D.

Con esta metodología se obtiene que es urgente que la inestabilidad de taludes que afectan a las obras antropicas debe ser estudiada con un material cartográfico de mas detalle y diferente al existente.

GEOM-13

**CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE ÓRDENES DE  
CORRIENTES DE STRAHLER A PARTIR DE DATOS DEM:  
UN PROBLEMA DE ESCALAS**

Gabriel Origel Gutierrez

Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: abc\_map@hotmail.com

La clasificación de los Órdenes de Corrientes de Strahler (OCS) ha sido un valioso método para el estudio del relieve terrestre, ya que la red fluvial es un elemento que reacciona ante eventos tectónicos. Dentro de la geomorfometría esta técnica es muy importante al considerar que permite, entre otras aplicaciones, la detección de zonas con fuerte control estructural. Además, el tiempo requerido para realizar los OCS ahora se puede disminuir notablemente, debido a que se han desarrollado programas que cuentan con funciones para extraer y ordenar la red de drenaje a partir de Modelos Digitales de Elevación (DEM). En este trabajo se presentan los resultados de la clasificación automática de OCS realizada en el programa RiverTools (de RSI, <http://www.rsinc.com>), utilizando datos de elevación extraídos de cartografía topográfica a diversas escalas. El objetivo fue identificar los cambios producidos en el orden de las corrientes al variar la escala cartográfica y la resolución espacial de los datos fuente. Se discute la relación que existente entre las escalas geográficas donde se manifiestan los procesos geomorfológico-hidrológicos, así como también una serie de elementos para detectar la mejor escala cartográfica para representar tales procesos y extraer los datos de elevación. Para realizar el análisis se seleccionaron archivos DEM del INEGI, generados con la cartografía topográfica de la misma institución a escalas 1:50,000 y 1:250,000. A estos archivos se le aplicaron operaciones espaciales para generar modelos de flujo, después se crearon, para cada uno, archivos vectoriales de la red hidrológica de una subcuenca contenida en el DEM, tomando como criterio los OCS. Se concluye que los DEM constituyen un medio adecuado para extraer parámetros geomorfométricos como los OCS. Sin embargo, es muy importante seleccionar adecuadamente los mejores DEM, debido a que los resultados obtenidos están en función de sus características particulares, especialmente la resolución, que a su vez depende de la escala cartográfica fuente. Algunas veces el método de generación de los DEM, también tiene consecuencias en el análisis realizado, lo anterior se debe a los artefactos y al ruido que caracteriza a cada método. Por lo tanto, la selección y/o producción del mejor DEM a utilizar, dependerá de una serie de criterios que muestran la relación entre las escalas geográfica y cartográfica. Entre estos criterios se encuentran el objetivo del proyecto, la zona de estudio, el proceso geomorfológico-hidrológico, las unidades de análisis, los recursos disponibles y la exactitud esperada.

GEOM-14

**RELACION DENSIDAD/DIMENSIÓN FRACTAL DE LA RED DE DRENAJE PARÁMETRO GEOMORFOLÓGICO DE EROSIÓN**

Jean-François Parrot y Verónica Ochoa  
 Instituto de Geografía, UNAM  
 E-mail: jfparrot@hotmail.com

La configuración de las redes fluviales son indicadoras del grado de erosión y de la vulnerabilidad de los suelos al proceso de degradación. La configuración depende de la naturaleza del sustrato, de la pendiente, del relieve, etc.

Las redes fluviales de mapas topográficos o de modelos digitales de terreno [MDT] producen varios parámetros.

Se desarrolló un algoritmo que calcula la densidad de una red fluvial acoplada con la dimensión fractal, dentro de un ventana móvil de tamaño variable. El algoritmo se aplicó a dos zonas que presentaron diferentes niveles de resolución (valle de Tehuacan-Cuicatlán y Sierra Norte de Puebla) y la extracción de sus redes fluviales se hizo para la primera zona a partir de un mapa topográfico y para la segunda zona de un MDT.

Existe una fuerte correlación entre la densidad y la dimensión fractal, sin embargo ésta última es más susceptible a la configuración de la red dentro de las ventanas de observación.

Dicha relación es importante en los estudios asociados a la erosión y se puede integrar con otros parámetros, por ejemplo, el valor local de la pendiente.

---

**CARTELES**

---

GEOM-15 CARTEL

**LA GEOMORFOLOGIA Y EL CERRO COMO SÍMBOLO DEL PAISAJE NATURAL EN LAS POBLACIONES DEL MÉXICO ANTIGUO**

Oscar H. Jiménez  
 DEA, INAH  
 E-mail: Tlacuiloa@hotmail.com

En los estudios de geomorfología se conjugan una serie de conceptos teóricos y experimentales que permiten clasificar y analizar la configuración del relieve de la corteza terrestre. Este conocimiento del relieve o paisaje, se logra mediante varias etapas de observación e interpretación de los distintos agentes exógenos y endógenos. Los agentes son fenómenos dinámicos que al interactuar en el tiempo dan lugar a un conjunto de geoformas con dimensiones variables de la superficie de la tierra. Así, el resultado general de la visión geomorfológica se transfiere a una representación gráfica en mapas o cartas temáticas de diferentes tamaños o escalas apropiadas. Además,

dicha interpretación geomorfológica corresponde o representa un lapso de tiempo previamente escogido. De esta manera, podemos decir, aún cuando es difícil estar todos de acuerdo con una sola definición, que la geomorfología en nuestros días se considera una disciplina que estudia la evolución integral del relieve terrestre. Esta concepción, bien conocida desde nuestra perspectiva de sociedad con pensamiento occidental, aparentemente, no coincide con otras percepciones acerca del entorno paisajístico. Sin embargo, múltiples hallazgos arqueológicos y algunas interpretaciones "geomorfológicas" de fuentes documentales primarias permiten argumentar que en las sociedades prehispánicas existía también una visión del paisaje análoga a nuestra percepción actual. Es decir, también se llevaba a cabo la observación de distintos fenómenos naturales, principalmente exógenos, y se construían a partir de ellas, sistemas explicativos, desde luego, diferentes a los nuestros. Al entender el funcionamiento general del fenómeno y sus consecuencias en el paisaje o en el humano, los antiguos habitantes de México estaban obligados a considerarse ellos mismos, como un elemento más del entorno físico. Los principales elementos naturales (viento, agua, fuego, etc.) y el hombre, interactuaban directamente con y en el paisaje. Por ejemplo, se consideraba que la superficie de la tierra estaba encima del agua marina, que el agua que salía por debajo de los cerros podía ser agua marina o dulce, que el cielo y el mar se unían en el horizonte. Sus percepciones las representaban de manera gráfica en códices, glifos, maquetas, esculturas e, inclusive, en construcciones formales como las pirámides. Todo ello servía también para preservar y transmitir sus conocimientos. Así, el cerro, en forma de loma, montaña o volcán se convierte en el representante y portador de rasgos naturales, de indicios de identidad, tales como: cuevas, arroyos, fluidos subterráneos (aire, agua, vapor, calor, etc), vegetación, animales, nubes, rayos, hielo, entre varios más. Todos estos rasgos naturales que interactúan dinámicamente, permiten explicar como entes portadores de algún tipo de vida, la realidad cambiante del medio ambiente. La pirámide es la representación abstracta del cerro, representación real, viviente y objetiva, de una visión estructurada del entorno natural y, en consecuencia, de la superficie terrestre en su conjunto.

GEOM-16 CARTEL

**MORFOESTRUCTURAS DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO**

José R. Hernández Santana y Mario A. Ortiz Pérez  
 Instituto de Geografía, UNAM  
 E-mail: hernandezsantanajr@hotmail.com

Partiendo de la teoría del análisis morfoestructural y de su clasificación tipológica (I.P., Guerasimov, 1959, 1986) y sus categorías (geotectura: grandes unidades geomorfológicas planetarias en correspondencia con la diferenciación de placas litosféricas; morfoestructura: expresión regional o local de la estructura geológica en el relieve; morfoescultura: formas del modelado exógeno de la superficie terrestre) y del análisis morfoestructivo, de carácter clasificativo regional, se presenta el

mapa de tipos de morfoestructuras del Estado de Oaxaca, a escala 1: 500 000, sobre la base de un fondo de macro y mesounidades territoriales regionales, que facilitan la lectura temática y sintetizan la representación cartográfica del complejo universo geotectónico de un paleocratón con acreciones paleo, meso y cenozoicas, deformadas por mecanismos de subducción en toda su extensión y complicadas en su extremo suroriental por mecanismos de transpresión y transcurrencias de tipo Caribe septentrional.

Para este territorio e incluso para la República de México, este es el primer intento de clasificación morfoestructural (expresión tectónica y litológica del substrato geológico en el relieve), basada en varios niveles jerárquicos, a saber: tipo de geotectura o unidad planetaria del relieve; basamentos geológicos; grado de reelaboración morfoestructural o del modelado exógeno, como reflejo pasivo de la litología; categorías básicas del relieve y sus pisos altitudinales (montañas, elevaciones y llanuras) enlazados con la intensidad de los movimientos neotectónicos (N-Q); subcategorías del relieve y sus edades geológicas de consolidación morfoestructural; tipo específico de morfoestructura, indicando su estructura interna, su substrato geológico de elaboración, su posición geotectónica en el contexto de sistemas tridimensionales o estilos geotectónicos de interacción interbloques, sus tipos de deformaciones tectónicas, su rango hipsométrico y su ubicación dentro del plano morfotectónico regional. Finalmente, aparecen clasificadas las formas estructuro-tectónicas con manifestación activa en el relieve.

La existencia de un mapa de esta naturaleza, enriquece las interpretaciones geólogo-evolutivas de la corteza terrestre, facilita diferentes análisis de índole correlativa como morfoestructuro-sísmico, morfoestructuro-geodinámico (movimientos tectónicos recientes de la corteza terrestre en períodos seculares), apoya la elaboración del pronóstico sísmológico en lo referente a la componente espacial de las recurrencias, en la evaluación de zonas potenciales de riesgos geólogo-geomorfológicos (deslizamientos, derrumbes, corrimientos, y otros procesos de génesis gravitacional), así como en múltiples direcciones aplicadas a la esfera económica local, estatal y nacional.

### GEOM-17 CARTEL

#### ORIGEN, EVOLUCIÓN Y ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO DE UN DESLIZAMIENTO DE TIERRAS EN EL ESTADO DE PUEBLA

José Juan Zamorano Orozco, Irasema Alcántara Ayala, José Lugo Hubp, Raúl Alvarado y Raúl Gutiérrez  
Instituto de Geografía, UNAM  
E-mail: zamo@servidor.unam.mx

Durante octubre de 1999 ocurrieron distintos movimientos en masa en el estado de Puebla como consecuencia de lluvias extraordinarias. Dichos procesos incluyeron tanto la aparición de nuevos procesos

gravitacionales, como la reactivación de antiguos movimientos, tal es el caso del poblado de Miguel Hidalgo, Municipio de Zapotitlán. Esta comunidad, formada por 200 habitantes se vio afectada por un deslizamiento de tierras originado en los depósitos de un antiguo movimiento. El proceso inició con la aparición de una grieta de 450 m de longitud, la cual tres días después alcanzó una profundidad de 6 m. Afortunadamente fue un movimiento lento que dio oportunidad a la evacuación de los pobladores sin pérdidas que lamentar. En el caso de este movimiento no se descarta la posibilidad de que un sismo ocurrido en junio del mismo año en el estado de Oaxaca en la misma zona de influencia, haya repercutido en la inestabilidad del terreno. El presente trabajo muestra la evolución geomorfológica a partir de una secuencia de mapas detallados de este deslizamiento elaborados en los años 2000, 2001 y 2002.

### GEOM-18 CARTEL

#### ESTUDIO MORFOMÉTRICO Y GEOMORFOLÓGICO APLICADO A PROCESOS DE LADERA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Irasema Alcántara Ayala, José Juan Zamorano Orozco, José Lugo Hubp y Osvaldo Franco Ramos  
Instituto de Geografía, UNAM  
E-mail: zamo@servidor.unam.mx

En la Sierra Norte de Puebla, a fines del mes de septiembre y principios de octubre, se produjeron lluvias de un volumen extraordinario, generadas por las depresiones tropicales 11 y 14. Dicho fenómeno desencadenó cientos de procesos gravitacionales en las laderas montañosas de esta región, algunos de ellos afectaron seriamente numerosas poblaciones, entre ellas Teziutlán donde hubo más de un centenar de víctimas. El análisis morfométrico y geomorfológico realizado en la Sierra Norte de Puebla, permitió caracterizar de forma objetiva los cambios que experimenta la evolución del relieve, su degradación y por ende su vulnerabilidad ante la acción de los procesos exógenos, de manera particular los gravitacionales. A partir de los datos morfométricos, interpretación de fotografías aéreas y trabajo de campo fue posible realizar un mapa donde se muestran territorios susceptibles a desarrollar procesos de ladera en la porción norte y nororiente del estado de Puebla.

### GEOM-19 CARTEL

#### INFLUENCIA DE LA PENDIENTE EN LA MEDIDA DE LA LONGITUD DE LAS REDES DE DRENAJE

Verónica Ochoa, Jean-François Parrot y José Lugo  
Instituto de Geografía  
E-mail: beronik@hotmail.com

De manera general, la longitud de las redes fluviales se mide en un espacio bidimensional a partir de las configuraciones extraídas de los mapas topográficos sin tomar en cuenta las pendientes. Sin embargo, con los Modelos

Digitales de Terreno [MDT], se puede calcular con mayor precisión la longitud de la red utilizando un algoritmo que permite medir la longitud de los segmentos constitutivos en un espacio tridimensional.

El valor de cada segmento es igual a  $\sqrt{D_s^2 + D_a^2}$ , donde  $D_s$  es la distancia horizontal del segmento y  $D_a$  la diferencia de altitud entre el punto más bajo y el punto más alto.

Por otro lado, el método también permite cuantificar la diferencia que existe entre las longitudes en el espacio bidimensional y las longitudes en el espacio tridimensional. La amplitud de esta diferencia depende de la resolución del MDT y de la topografía del terreno. Se dan ejemplos comparativos que muestran el efecto de la diferencia del valor de la longitud sobre el cálculo de los distintos parámetros.