

CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA (PRM) Y SUS DEPÓSITOS EN MOTOZINTLA, CHIAPAS, MÉXICO.

Juan Manuel Sánchez-Núñez^{①*}, José Luis Macías^②, José Juan Zamorano-Orozco^③, Ricardo Saucedo^④,
José Ramón Torres^⑤, David Novelo^⑤

①* Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. CIEMAD-IPN. E-mail: jmsanchezn2004@yahoo.com.mx

② Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. E-mail: jlmv63@gmail.com

③ Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, E-mail:

.: zamo@servidor.unam.mx

④ Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. E-mail: rgiron@uaslp.mx / jrtorres@uaslp.mx

⑤ Instituto de Geofísica, Departamento de Sismología, Universidad Nacional Autónoma de México, E-mail: dnovelo@geofisica.unam.mx

INTRODUCCIÓN

En 1998 y 2005 el estado de Chiapas fue severamente afectado por lluvias extraordinarias provocadas por las tormentas tropicales, “Earl” en el océano Atlántico y “Javier” en el océano Pacífico, (SMN, 1998; CENAPRED, 2006). Los daños provocados en septiembre de 1998 fueron enormes: se destruyeron 40 vías férreas (260 Km), 1,500 líneas telefónicas, 3,660 km en caminos rurales, 22 puentes, 650 000 personas quedaron sin energía eléctrica, 400 mil hectáreas dedicadas a la agricultura, siendo el cultivo de café el más afectado con 1,121 ha (Lobato, 1998). Siete años después, el 6 de octubre de 2005, cuando la región se encontraba en plena recuperación del desastre anterior, el estado de Chiapas volvió a sufrir precipitaciones extremas provocadas por el huracán “Stan”, afectando casi a todo el estado, incluyendo la región serrana y la planicie costera, en especial a la ciudad de Tapachula, sufriendo el peor desastre de su historia (Murcia y Macías, 2009). Durante la presencia de Stan, resultaron afectadas 110 comunidades, 200 mil habitantes y 6 mil casas (De la Parra, 2009). De estas viviendas, 2,200 fueron destruidas completamente, por lo que 40 mil personas tuvieron que abandonarlas.

LOCALIZACIÓN Y FACTORES DETONANTES DE LOS PRM.

La ciudad de Motozintla se ubica en la región serrana del estado de Chiapas. Localmente se ubica en una planicie aluvial en la confluencia de tres ríos: Xelajú Grande, Allende y Mina (Figura 1); por lo que ha sido severamente afectada por los fenómenos hidrometeorológicos antes mencionados. Durante el evento de 1998, la precipitación pluvial extraordinaria causó cientos de procesos de remoción en masa, uno de los procesos geológicos de superficie más peligrosos, de las partes altas de la cuenca hacia la planicie aluvial, provocando la inundación de la ciudad con el depósito de $4.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ de materiales (Caballero, *et al.*, 2006). Después de este evento, tanto el gobierno municipal, como el estatal, realizaron diversas obras para canalizar los ríos que confluyen en la ciudad de Motozintla y reubicaron a los pobladores que habían sido afectados (Carballido, 2008). Después del evento de 1998, se construyeron casas habitación sobre antiguos depósitos que forman abanicos aluviales.

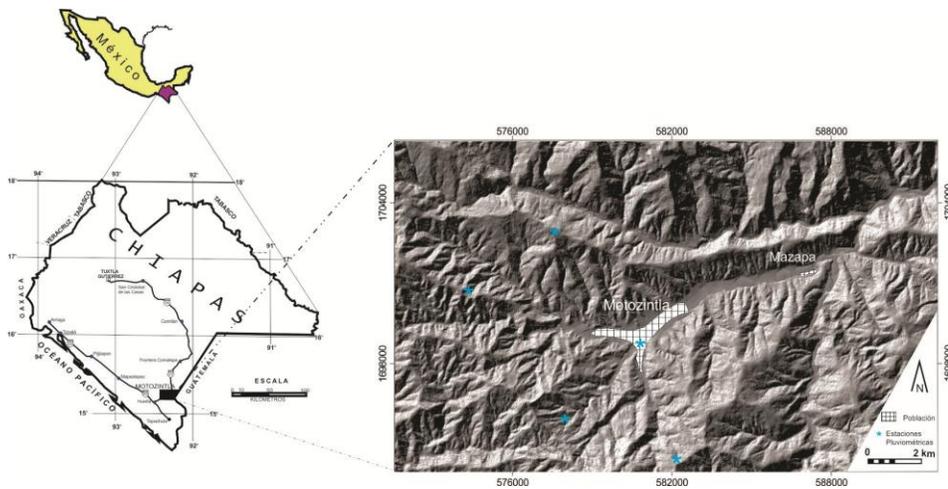


Figura 1. Ubicación de la cuenca de Motozintla, Chiapas, México. (Tomado de Sánchez-Núñez *et al.*, 2012).

En octubre de 2005, la precipitación extraordinaria provocada por el paso del huracán Stan, aumentó el cauce de los ríos y su poder erosivo, por lo que volvió a generar procesos de remoción en masa, perjudicando nuevamente a la ciudad de Motozintla. Paradójicamente, los desarrollos habitacionales que dieron alojamiento a damnificados del desastre de 1998, fueron afectados nuevamente por las inundaciones de 2005.

Después de este fenómeno y en condiciones semejantes de peligro, se construyeron las unidades habitacionales denominadas Nuevo Milenio III y el Fraccionamiento Vida Mejor (Carballido, 2008). Considerando la precipitación acumulada durante el desastre de 1998, se calculó que este tipo de inundaciones tenían una recurrencia de 25 años o menor (Caballero *et al.*, 2005), sin embargo, sólo siete años después, en 2005, ocurrió un evento similar. Esto se debe a que los desastres son eventos multifactoriales que no dependen únicamente de la precipitación, sino de otros factores, tanto de carácter físico como social. Entre estos factores intervienen el sustrato rocoso, pendientes del terreno, uso del suelo, condiciones climáticas, forma y estabilidad de las laderas y la participación antrópica que puede modificar todos los factores anteriores. La situación geográfica de Motozintla y sus condiciones antrópicas actuales, indican que esta clase de eventos seguirán ocurriendo en el futuro y probablemente con mayor intensidad. Como parte de las políticas de prevención y con el objetivo de predecir posibles desastres por lluvia, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2006) instaló una red de estaciones pluviométricas en 1998-1999 para vigilar en tiempo real las condiciones de precipitación pluvial y así poder pronosticar la posibilidad de desastres futuros (Figura 1).

CARTOGRAFÍA E INVENTARIO DE LOS PRM

Este trabajo tuvo como objetivos identificar, cuantificar y cartografiar los 88 procesos de remoción en masa de la región “serrana del Estado de Chiapas”, constituyendo así uno de los primeros acercamientos para determinar las zonas de generación, desplazamiento y depósito de sedimentos. Para tal fin, se interpretaron fotografías aéreas, imágenes de satélite y se realizó trabajo de campo para generar el mapa de los procesos de remoción en masa sobre un modelo sombreado escala 1:30,000 (Figura 2).

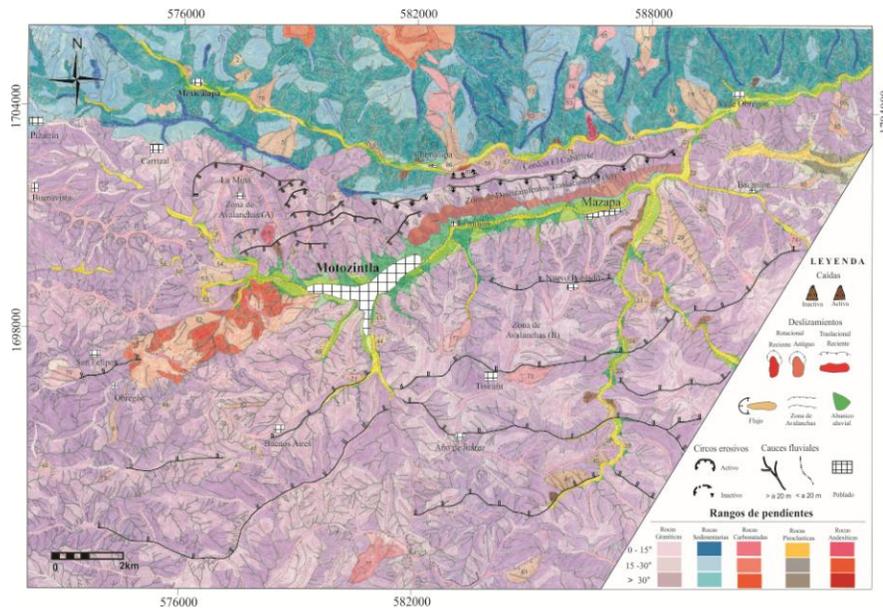


Figura 2. Procesos de remoción en masa (PRM) en la cuenca de Motozintla, Chiapas, México. (Tomado de Sanchez-Núñez *et al.*, 20012).

Para la definición de los procesos de remoción en masa, se tomó como base la clasificación de Dikau *et al.* (1996). En ésta se consideran los siguientes procesos: a) caídas, b) deslizamientos, c) flujos y d) movimientos complejos. Sin embargo, se integra el concepto de avalancha utilizado por Macías *et al.* (2010) que complementa la clasificación y enriquece el contenido de esta investigación. (Figura 3). En la clasificación tipológica de los PRM identificados en Motozintla, se caracterizaron todos los elementos geométricos, estructurales y composicionales del tipo de materiales involucrados; lo anterior dio como resultado una cartografía con elementos que poseen un agrupamiento y una clasificación internacional.

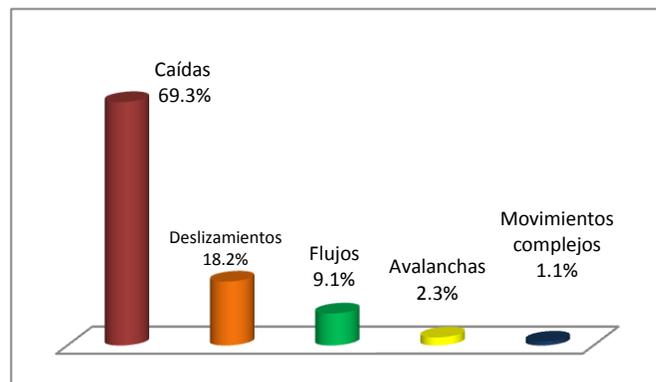


Figura 3. Procesos de remoción en masa identificados en la planicie aluvial de Motozintla, Chiapas, México.

Del total de PRM cartografiados en la zona de estudio, se identificaron 19 depósitos de flujos de escombros sobre la planicie aluvial del río Xelajú Grande, 14 de ellos formando abanicos aluviales y 5 depósitos en forma de terrazas.

Uno de los principales aportes de esta investigación es la cronología obtenida a través de la datación de paleosuelos, éstos fueron identificados y muestreados en los diferentes depósitos de la planicie aluvial (Figura 4). Con las edades reportadas, se logró construir una columna estratigráfica compuesta e interpretar la relación espacio-temporal entre los depósitos. Las edades obtenidas por datación de los paleosuelos por ^{14}C van de $25,705 \pm 835/-755$ a 165 ± 60 años antes del presente.

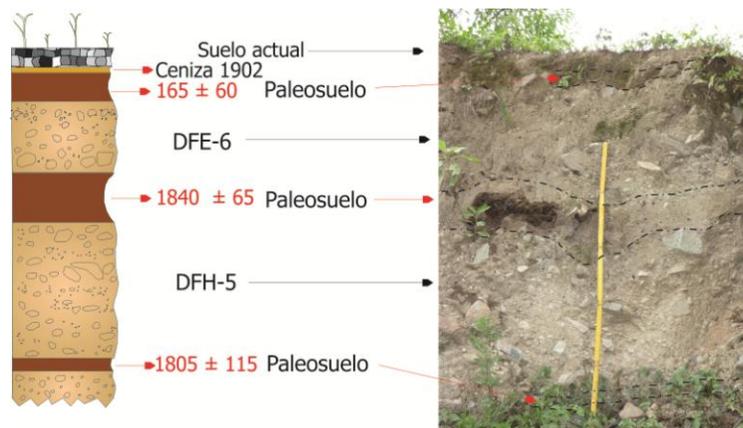


Figura 4. Sección estratigráfica que muestra depósitos de flujos de escombros separados por paleosuelos. Esta sección forma parte de un abanico aluvial emplazado en la planicie aluvial del río Xelajú Grande en Motozintla, Chiapas.

CONCLUSIONES

Las características geológicas de la cuenca de Motozintla: rocas con edades del Paleozoico al Reciente, alto grado de intemperización, una topografía muy escarpada, con pendientes dominantes de más de 30° y la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos; provocan inestabilidad en las laderas, manifestándose como procesos de remoción de masas.

A través del proceso de investigación y las observaciones de campo se puede establecer que el PRM más frecuente son los flujos de escombros, constituyendo así el proceso de mayor peligro para la población de Motozintla. Este proceso tiene como principal detonante las precipitaciones extraordinarias provocadas por eventos hidrometeorológicos como huracanes.

Aunque las avalanchas representan solo el 2.3% de los PRM en la cuenca de Motozintla, que se presentan como enormes sistemas inerciales que movilizan grandes masas de roca afectando las laderas a diferentes profundidades, éstas no representan un peligro tan frecuente para la población como los flujos de escombros.

Referencias

- Caballero, L., Macías, J. L., García-Palomo, A., Saucedo, R., Borselli, L., Sarocchi, D., Sánchez, J. M. (2006). The september 8-9, 1998 Rain Triggered Flood Events at Motozintla, Chiapas, México. *Natural Hazards*, 39 (1): 103-126.
- Carballido, P.A., 2008. Análisis comparativo de las reubicaciones urbanas por desastre en Motozintla, Chiapas. El caso de las colonias Nuevo Milenio III y Fraccionamiento Vida Mejor III, entre 1998 y 2005. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 133 p.
- CENAPRED, 2006. (Centro Nacional de Prevención de Desastres) Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Hidrometeorológicos. Secretaría de Gobernación, 140 p.
- De la Parra, A.M., 2009. Vulnerabilidad diferencial asociada al riesgo de desastre por inundación en la colonia Joaquín miguel Gutiérrez, Pijijiapan, Chiapas. CIEMAD-IPN, tesis de Maestría, 122 p
- Dikau, R., Brunsden, D., Schorott, L. and Ibsen, M. L., (1996). Landslide recognition. Identification, movement and courses, Report No. 1 of the European Commission Environment programme. John Wiley & Sons, 251 p.
- Lobato Samuel, 1998. Chiapas, Las Inundaciones y el Desastre. Recopilación Inédita. Tapachula, Chiapas. México.
- Macías, J.L., Arce, J.L., García-Palomo. A., Mora, J.C., Lauer, P.W., and Espíndola, J.M. (2010) Late-Pleistocene flank collapse triggered by dome growth at Tacaná Volcano, México-Guatemala, and its relationship to the regional stress regime. *Bull Volcanol.* 72 (1): 33-53.
- Murcia, H. F. y Macías, J. L., 2009. Registro geológico de inundaciones recurrentes e inundación del 4 de octubre de 2005 en la ciudad de Tapachula, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 26, num. 1. pp 1-17
- Juan Manuel Sánchez-Núñez, José Luis Macías, José Juan Zamorano-Orozco, Ricardo Saucedo, José Ramón Torres and David Novelo, 2012. Mass movement processes at the Motozintla Basin, Chiapas, Southern Mexico. *Geofísica Internacional* (2012) 51-2: 169-184.
- SMN, 1998. Servicio Meteorológico Nacional. Tormenta Tropical Javier. En www.smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo1998/pacifico/javier.pdf Fecha de consulta: 12 octubre 2011.