

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DE LOS FLUJOS DE DETRITO EN LOS POBLADOS DE MINATITLÁN Y ZACUALPAN, COLIMA, MÉXICO.

Arreygue-Rocha E.,* Silva-Martínez C. y Alcalá-Ochoa S.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Edif. "U",
Ciudad Universitaria, Tel. (+52) 443-316-8355, Morelia, Mich., México.
*arrocha@zeus.umich.mx

RESUMEN

En 1959 el país sufrió una de las precipitaciones más abundantes registrándose una serie de flujos de detrito en las zonas de Zacualpan y Minatitlán, Colima. Los nuevos asentamientos de estas poblaciones se encuentran sobre los depósitos de estos flujos, por lo que se consideran zonas de alto riesgo.

El presente trabajo consiste en la identificación del tipo de detritos que se localizan en estas áreas para conocer el grado de peligro que puede amenazar a los centros habitacionales que se localizan en estas dos cuencas.

INTRODUCCIÓN

Deslizamientos, flujos de detritos y desastres geológicos similares provenientes de volcanes ocurren alrededor del mundo. Cada año estos desastres causan billones de dólares en pérdidas y un sin número de muertes y heridos (USGS, 2000).

Algunos de los lahares más grandes y catastróficos que han ocurrido en épocas históricas se originaron en volcanes recubiertos por una capa de hielo glacial, tal como el caso del Nevado del Ruiz en Colombia, cuya erupción, en 1985, causó más de 22,000 víctimas. La súbita liberación del agua almacenada en lagunas cratéricas, por efecto de erupciones volcánicas, desencadenaron voluminosos lahares en el Mount Ruapehu en Nueva Zelanda en 1968 y 1975.

Las lluvias registradas en junio de 1991 en el Pinatubo destruyeron los hogares de más de 100,000 personas en el área que rodea el volcán, transportando gran cantidad de ceniza y otro tipo de depósitos generados por la actividad volcánica del mismo año, así mismo los lahares han transportado grandes bloques y enterrado varias poblaciones del área.

En diciembre de 1999 se presentaron intensas lluvias en el norte de Venezuela, causando graves daños. Los deslizamientos en masa y flujos de lodo se iniciaron en la parte alta arrasando todo lo que encontraron a su paso. Los flujos de lodo transportaron grandes volúmenes de sedimento, edificios, casas, etc., (USGS, 2000).

En México es común, que en cada periodo de lluvias, más de una población se ve amenazada por cualquier tipo de Proceso de Remoción en Masa, debido a una falta de planeación de desarrollo urbano y a la incapacidad de reconocer los peligros asociados a este tipo de fenómenos (Dikau, et al, 1996).

De los casos históricos más importantes, en México, están los de Minatitlán y Zacualpan, en el Estado de Colima, ocurridos en octubre de 1959. Según Aguayo (1960), el 27 de octubre de 1959, llegó a las costas de Colima una depresión climática provocando un evento excepcional que afectó a estas dos poblaciones y produjo flujos de detritos y de lodo destruyendo la mitad del poblado de Minatitlán. Quedaron enormes bloques, dentro de los poblados como evidencia del evento ocurrido. En cambio en el poblado de Zacualpan el flujo de detrito y lodo se depositó entre la montaña y el poblado, donde el flujo borró el cauce del arroyo. En la actualidad las zonas urbanas han sido edificadas sobre los depósitos de 1959 (Aguayo 1960; Romero 1980; García 1982; Lepe 1982; Velasco 1984).

LOCALIZACIÓN

El Estado de Colima es el tercer estado más pequeño de México. Colinda con Jalisco al norte, Michoacán al este, y al occidente con el Océano Pacífico. Su superficie es de 5,455 km², con una línea de costa de 157 kilómetros. El poblado de Minatitlán se ubica a 50 km al Oeste de la Ciudad de

Colima y a 56 km del puerto de Manzanillo. El poblado de Zacualpan se localiza a 14 km al noroeste de la Ciudad de Colima y a 20 km al Oeste del volcán de Fuego (Fig. 1).



Figura 1.- Localización de la zona en estudio

GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo a la hidrografía de la zona, Minatitlán y Zacualpan se encuentran en la región hidrológica denominada "Costa de Jalisco", que se conecta a dos sistemas: uno es el río Minatitlán de corriente perenne, que nace en la falda Este del Cerro El Zapote, de donde parte hacia el Sur para desembocar en el Océano Pacífico. El otro sistema lo forma el arroyo El Cañón, que posteriormente se une al arroyo San Palmar para desembocar en el Río Armería; ambos afluentes tienen su corriente de Norte a Sur en la zona.

La cuenca hidrográfica de Minatitlán tiene una superficie de 6.31 km², donde nace el arroyo El Bonete con una longitud de 4.91 km, y una jerarquía del tercer orden. Este arroyo es afluente izquierdo del río Minatitlán (Arreygue-Rocha y Garduño-Monroy, 2003).

La cuenca de Zacualpan tiene un área de 13.73 km², donde nace el arroyo del mismo nombre y tiene una longitud de 6.40 km, su jerarquía es del quinto orden, el cual es afluente derecho del río Armería (Fig. 2).

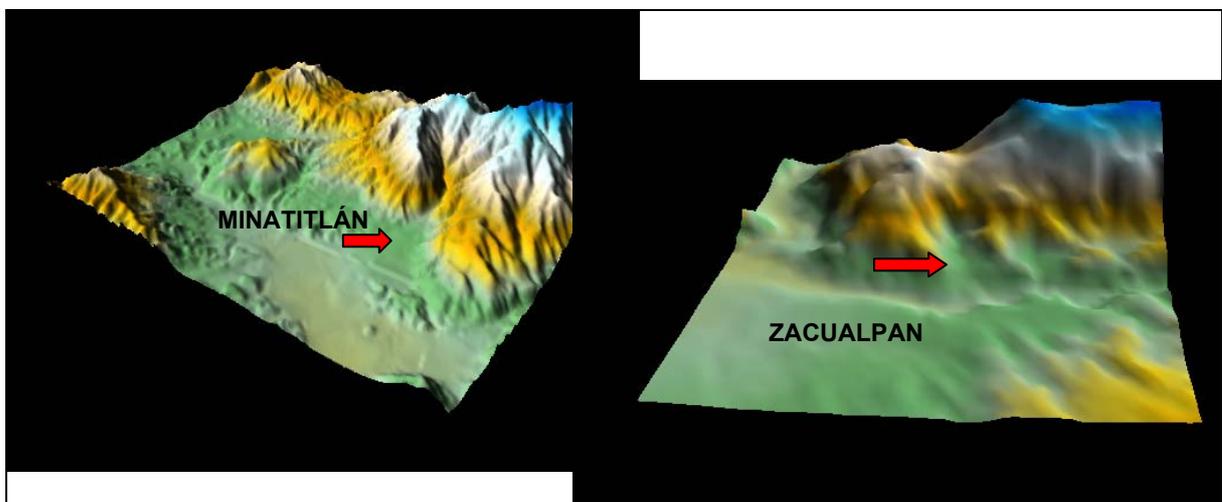


Figura 2.- La imagen de la izquierda representa la geomorfología de Minatitlán y la derecha la de Zacualán.

GEOLOGÍA

El Poblado de Minatitlán se localiza en una zona donde se observan rocas volcanoclásticas y rocas graníticas del Terciario. La población fue construida sobre un cono de depósito de flujos de detritos diferentes. Asimismo el año de 1959 un flujo de detritos y bloques causó grandes daños a esta población. Bloques enormes de calizas quedaron embebidos en la actual población (Fig. 4). Los cuerpos intrusivos se agrupan en dos tipos: aquellos de los arcos volcánicos del Jurásico-Cretácico y los que pertenecen al Eoceno.

La zona de Zacualpan se encuentra localizada en el flanco oriental de una gran estructura anticlinal formada por depósitos carbonatados de lo que fue la Cuenca de Colima, destacando las calizas masivas de la Formación Tepames de una Edad Cenomaniano, sobre la que descansan depósitos terrígenos de areniscas, limos y conglomerados de color rojo de la formación Coquimatlán. Sobre estas unidades y formando el basamento de la población de Zacualpan existen depósitos de flujos de detritos provenientes de las barrancas localizadas al occidente del poblado, los cuales a su vez descansan sobre depósitos fluviales del Río Armería (INEGI, 1984). Dentro del actual poblado se reconocen grandes bloques de un flujo de detrito que modificó la topografía del sitio. Este último depósito ocurrió en el año de 1959.

GEOTECNIA

Para la realización de las pruebas geotécnicas se tomaron muestras de suelos en Minatitlán y Zacualpan, con la finalidad de realizar las pruebas de Mecánica de Suelos en laboratorio, las cuales fueron: granulometrías, límites de Atterberg, densidad, peso específico, clasificación de suelos, etc. Otro tipo de prueba de Mecánica de Suelos llevada a cabo in situ fue la prueba de Penetración Estándar, que permitió conocer el ángulo de fricción interna y la cohesión de los materiales depositados en los lechos de los arroyos (Arregue-Rocha y Garduño-Monroy, 2004). De acuerdo a los resultados obtenidos pudimos conocer que los materiales transportados, en los dos casos estudiados, corresponden a limos arcillosos con muy poca presencia de arcilla, de acuerdo a la clasificación propuesta por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).



Figura 3.- Dimensiones y peso específico de los bloques que se localizan en los poblados en estudio.

Para conocer las características mecánicas y físicas de las rocas, removidas y depositadas en las zonas habitadas, se tomaron muestras y en laboratorio se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión por medio del Point Load, esclerómetro e intemperismo acelerado. Lo anterior nos permitió clasificar la roca en base a lo propuesto por Deere (1966) y Hoek et al., (1998) las cuales en

los dos casos se clasifican como una roca de baja resistencia. Además, se calculó el peso específico de los bloques más grandes que se localizan cerca de las cañadas, o que fueron transportados a alguno de los poblados por los eventos pasados. El peso de los bloques movidos oscila entre 6 y 120 toneladas (Fig. 3).

PRECIPITACIONES

En México, se considera el año de 1959 como un año de eventos excepcionales por la cantidad de ciclones y huracanes que llegaron a tierra: cuatro por el Golfo de México y cinco por el Pacífico, y por los desastres ocasionados. La zona más afectada en ese año fueron las costas del Pacífico, zona donde se encuentran los dos sitios de este estudio. Minatitlán fue declarada zona de desastre total: se estimaron 200 viviendas destruidas y 350 personas muertas y desaparecidas, además de pérdidas materiales y animales considerables. Los datos de las estaciones meteorológicas, utilizados para este estudio, reportan registros de períodos que van desde 1940 hasta el 2000 (CNA, 2000). No en todas las estaciones ha habido continuidad en el registro de datos, y en otras, se perdieron los registros anteriores a 1959.

El período normal de lluvias en México es de junio a septiembre. Ocasionalmente, debido a los ciclones, las lluvias se alargan hasta noviembre, registrándose incrementos importantes en las precipitaciones de diferentes zonas del país (Fig. 4). El tipo de desastre dependerá tanto de la intensidad de las lluvias como de la velocidad de los vientos y de la zona donde se presenta el fenómeno climatológico.

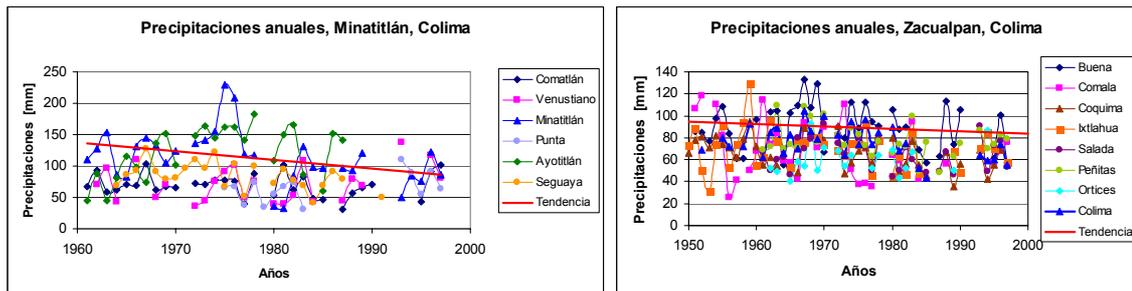


Figura 4.- Precipitaciones anuales de los dos sitios en estudio.

SECCIONES TRANSVERSALES

Para conocer las pendientes de los cauces en estudio se efectuaron levantamientos topográficos a detalle, así como el levantamiento de las secciones transversales a cada 20 m. En el caso de Minatitlán el levantamiento del arroyo fue de 1000 m, mientras en Zacualpan se hizo de 1600 m.

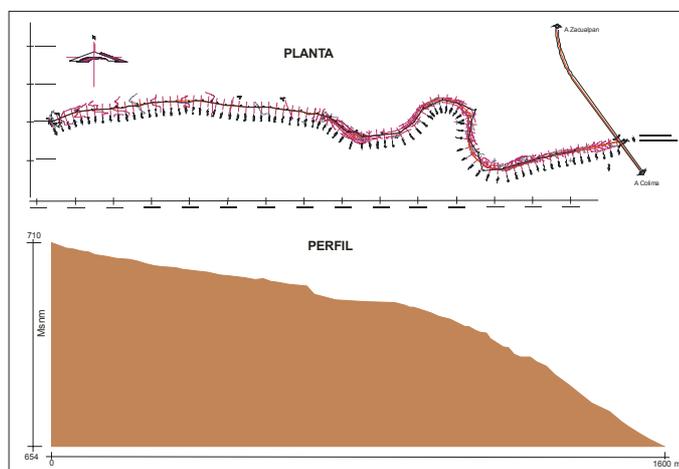


Figura 5.-Secciones transversales a cada 20m, sección longitudinal y perfil del cauce del río Zacualpan.

En los levantamientos, cada punto tiene coordenadas UTM. De acuerdo al perfil longitudinal realizado en Minatitlán la pendiente máxima encontrada es de 40%, mientras que en Zacualpan es del 20% (Fig. 5).

CONCLUSIONES

Las condiciones de riesgo en estas dos poblaciones se pueden considerar de dos tipos:

- El primero caracterizado por flujos de lodo con bloques de grandes dimensiones transportados por las lluvias, y en su recorrido se van mezclando con arenas, bloques de las brechas volcánicas y con ceniza volcánica lo cual forma los lahares;
- El segundo tipo está caracterizado por flujos de bloques, arena y lodo, tomando en consideración que este tipo de bloques son de menor dimensión. Éstos en su recorrido forman diques donde se acumula el agua, y cuando se rompen se generan mezclas de los materiales antes descritos, destruyendo todo lo que encuentre a su paso.

Este tipo de flujos de detritos con bloques destructivos se presentan en cuencas pequeñas, menores a los 25 km². Otro factor muy importante es la variación en las precipitaciones, ya que existe mayor potencialidad de flujos de detritos, donde las poblaciones mencionadas se han reconstruido sobre viejos aluviones.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo Figueroa I., 1959–1960, Ciclón. Ediciones Escuela de Arte y Oficios. Colima, Col. Pp. 217.
- Arreygue-Rocha E. y Garduño-Monroy V.H. 2003. Los flujos de detrito de Minatitlán y Zacualpan, Colima. Reunión anual de Ciencias de La Tierra. Pp. 170.
- Arreygue-Rocha E. and Garduño-Monroy V.H. (2004). Characteristic morphologic and geotechnical of the debris flow generated in a volcanic and a sedimentary area during the 1959 cyclone in Michoacan and Colima, Mexico. 32° IGC Internacional Geological Congress. Florence 20–28 August 2004. Pp. 101
- CNA, Centro meteorológico del estado de Michoacán. Red Nacional de Climatología.
- Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L. y Mañá-Laura, I., 1996. "Landslide Recognition. Report No. 1 of the European Commission Environment Programme Contract No. EV5V-CT94-0454. Identification, Movement and Causes". Editorial John Wiley & Sons. Pp. 2- 60.
- García Cisneros V. (1982). "*Mosaico Colimense*", Colima, Col.
- Hoek E., Marinos P. and Benissi M. 1998. Applicability of the geological strength index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation: Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 57 (2), 151-160.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1996, Comala E13B34 y Minatitlán E13B33, escala 1:50,000: México, carta geológica.
- Lepe Preciado J.T. (1982). "*Ese pueblo mío*", Relatos Costa Amic editores, S.A., México D.F.
- Romero Aceves R. (1980). "*Mediano Colimense*". Costa Amic editores, S.A. México D.F.
- Servicio Geológico Americano USGS (2000). *Peligros de Deslizamientos*. USGS Fact Sheet FS-072-00. Mayo 2000.
- Velasco Murguía M., 1984, Cosas de Colima. Universidad de Colima. Pp. 274.