

CARTOGRAFÍA Y CONTROL GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA EN LA SIERRA DE GUADALUPE, ESTADO DE MÉXICO, PARTE CENTRAL DE LA CUENCA DE MÉXICO.

Carlos-Valerio, Víctor. Servicio Geológico Metropolitano. victorgeozienzi@hotmai.com
García-Palomo, Armando. Instituto de Geología, Departamento de Geología Regional.
apalomo@geologia.unam.mx
López-Miguel, Celia. Servicio Geológico Metropolitano. geocely@rocketmail.com

INTRODUCCIÓN

La Cuenca de México está rodeada de aparatos montañosos de origen volcánico, hacia el oeste por la Sierra de las Cruces, al este por la Sierra Nevada, al sur por el Campo Volcánico Monogenético Sierra de Chichinautzin y hacia el norte por la Sierra de Pachuca. Dentro de la cuenca se ubican dos pequeñas sierras denominadas Santa Catarina y Guadalupe.

En la Sierra de Guadalupe se desarrollaron asentamientos humanos a partir de la década de 1960, dando como resultado que gran parte de las viviendas fueron construidas en zonas de laderas potencialmente inestables. El origen volcánico, edad y tectonismo de la sierra, aunado a la intervención humana, han propiciado que represente una de las regiones con mayor peligro por movimientos de ladera dentro de la Cuenca de México (Servicio Geológico Metropolitano, 2003).

En este trabajo se presenta la cartografía de los movimientos potenciales de ladera y su relación con rasgos morfológicos y estructurales. Los mapas de cartografía o inventarios son la base para elaborar mapas de susceptibilidad, peligros y riesgo geológico. Este mapa permitirá conocer la ubicación y el peligro implicado en las laderas de la Sierra de Guadalupe y aportar información para realizar estudios a detalle en laderas o cantiles críticos con el fin de evitar el crecimiento urbano a zonas de peligro, de reserva ecológica y de recarga de los mantos acuíferos.

MARCO GEOGRÁFICO

La Sierra de Guadalupe es una pequeña prominencia topográfica localizada en la porción central de la Cuenca de México (Fig.1), entre las coordenadas 19° 30', 19° 38' de latitud N y 99° 00', 99° 12' de longitud W. La comparten los municipios de Tlalnepantla, Tultitlán, Coacalco y Ecatepec en el Estado de México y la Delegación Gustavo A. Madero en el Distrito Federal. La Sierra de Guadalupe tiene una altitud de 3,000 msnm, y vista en planta presenta una forma circular, con un diámetro de 17 km .

El régimen de lluvias ocurre en verano durante los meses de junio a septiembre con un promedio de precipitación entre 100 mm y 180 mm mensuales y una precipitación promedio anual máxima entre 710 y 820 mm. La temperatura del mes más frío es de 10 °C, con heladas ocasionales en los meses de noviembre a febrero y la temperatura más caliente es de 18 °C.

GEOLOGÍA

La zona de estudio se localiza regionalmente dentro del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), que es un arco volcánico continental de composición predominantemente andesítico-dacítico, que se extiende por más de 1,200 km desde las costas del Pacífico hasta las inmediaciones del Golfo de México, con un ancho que varía entre 20 y 200 km. Esta provincia volcánica está formada de cuencas de origen volcano-tectónico, destacando la Cuenca de México.

La sierra de Guadalupe está constituida por 14 unidades volcánicas dentro de las cuales hay domos y estratovolcanes colapsados. Los domos son denominados: El Tenayo, Chalma, Tlayacampa, El Tejocote, Chiquihuite, Cerro Gordo y Maria Auxiliadora; mientras que los estratovolcanes se denominan: El Jaral, Picacho, Pico Tres Padres y La Presa. Estas unidades volcánicas tienen características que permiten diferenciarlos entre sí, por ejemplo, existen varios tipos de flujos de lava,

flujos piroclásticos, depósitos de caída y lahares (Fig. 2). La composición de las rocas que constituyen a la sierra son predominantemente de composición ácida, como dacitas, riolitas y en menor proporción rocas intermedias como andesitas (Servicio Geológico Metropolitano, 2003). En lo que respecta a la edad, se han efectuado diversos fechamientos radiométricos entre 14 y 16 Ma, (Jacobo-Albarrán, 1985) lo que permite ubicarla dentro del Mioceno Medio, constituyéndola como una de las sierras más antigua dentro de la Cuenca de México. Lozano (1968) reportó los fechamientos de dos rocas de la sierra, en Barrientos y en la fosa de Cuauhtepac, del orden de 14-15 millones de años, determinados por K-Ar. Mooser (1975) atribuye una edad a la sierra principalmente del Mioceno temprano.

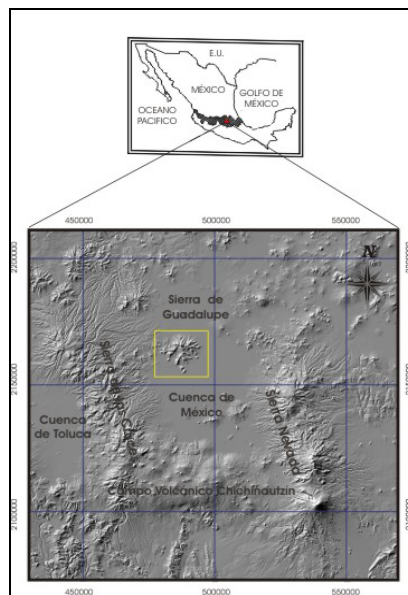


Figura 1. Localización de la Sierra de Guadalupe.

RASGOS MORFOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES

El relieve de la Sierra de Guadalupe varía entre las cotas 2240 a 3,000 msnm. Las formas originales del relieve fueron producidas por actividad volcánica y una fuerte afectación tectónica por medio de fallas y fracturas, modeladas posteriormente por la erosión y acumulación exógena. La disección se manifiesta por barrancos, circos de erosión y valles, algunos de ellos en forma de herradura, además la red fluvial está controlada esencialmente por el amplio fracturamiento y Fallamiento de la roca (Servicio Geológico Metropolitano, 2003). Las prominencias volcánicas que conforman la sierra se encuentran afectadas por circos de erosión, las cuales se originan en la cabecera de algunas corrientes fluviales por deslizamiento y acción erosiva fluvial, colapsos volcánicos o por tectonismo (Lugo-Hubp, 1996; Servicio Geológico Metropolitano, 2003).

En campo se reconocieron principalmente tres sistemas de fallas (Servicio Geológico Metropolitano, 2003); el primer sistema presenta una orientación N-S, sobre el cual se observan una serie de fosas y pilares tectónicos y localmente se caracteriza por pequeñas zonas de cizalla, que indican un movimiento normal. De acuerdo a las relaciones estructurales y estratigráficas se considera a este sistema como el más antiguo.

El segundo sistema de fallas y fracturas afecta a toda la Cuenca de México; su orientación es NE-SW y entre las fallas más importantes pertenecientes a este sistema están las fallas Tenayuca y Chiquihuite, que delimitan al graben de Cuauhtepac. Esta fase se reconoce morfológicamente por tener un fuerte escarpe caracterizado por abundantes zonas inestables. En los planos de falla presenta estrías, harina y brecha de falla, así como intenso fracturamiento; el evento más joven está representado por

estrías de falla vertical y escalones que indican un sentido de movimiento normal con fuerte buzamiento.

El tercer sistema de fallas y fracturas tiene una orientación E-W, afecta a rocas jóvenes, por lo que se considera el más reciente y también se caracteriza por la presencia de harina de falla, brechas y estructuras sigmoidales.

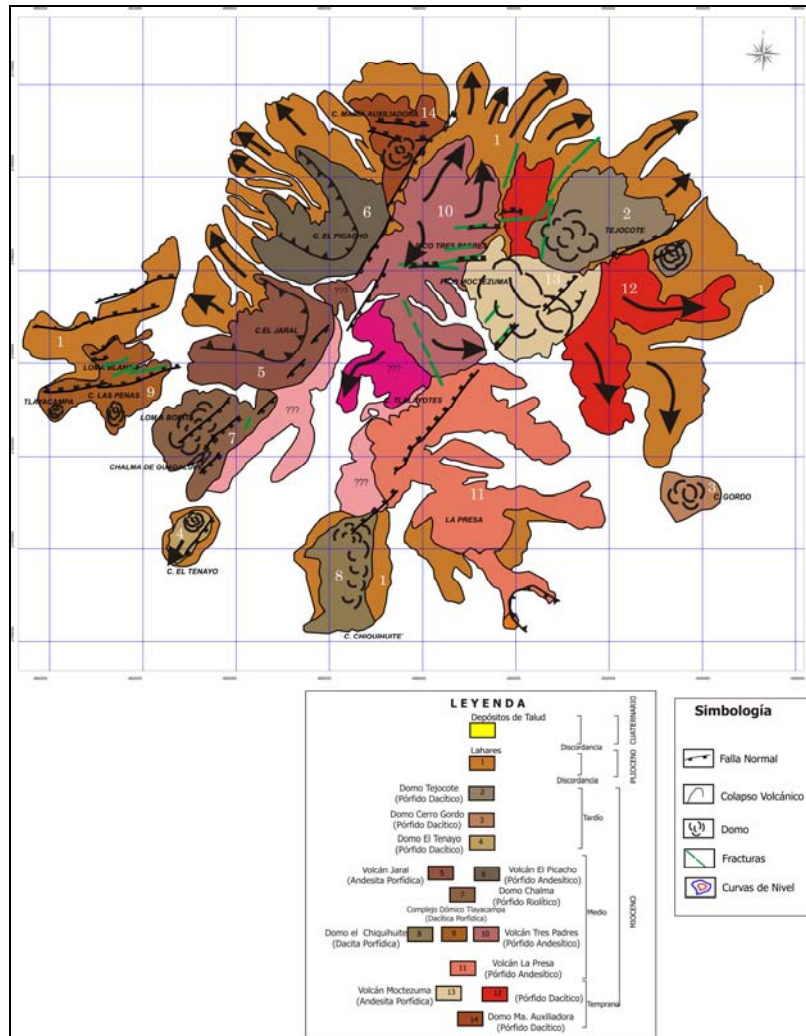


Figura. 2. Geología del área de estudio.

MOVIMIENTOS DE LADERA IDENTIFICADOS EN LA SIERRA DE GUADALUPE

El trabajo de campo consistió en la cartografía y descripción detallada de los movimientos de ladera localizados en la sierra así como los agentes detonantes más importantes (Fig. 3).

Estas observaciones fueron apoyadas por interpretación de las fotografías aéreas e imágenes de satélite, en las cuales se identificaron las principales fallas y los circos de erosión.

Los movimientos de laderas identificados son: volteo, caída y deslizamiento de rocas, flujo de detritos y reptación de laderas (Hutchinson, 1996). Estos procesos están asociados al origen y la estructura geológica de las diferentes unidades volcánicas.

Los sistemas de fallas y fracturas afectan a los macizos rocosos de la sierra de la siguiente forma: generan zonas de debilidad estructural y delimitan bloques cuyos mecanismos de falla están influenciados por la forma del fallamiento a nivel regional. El fracturamiento asociado a las fallas principalmente de tipo normal y los planos de flujo y enfriamiento asociados al emplazamiento de las estructuras volcánicas (domos y volcanes), controlan principalmente el volteo y deslizamiento. Los

escarpes o trazas de fallas consisten en una alineación regular de bloques rocosos de forma tabular o columnar. Las discontinuidades que delimitan a estos bloques son: fracturas asociadas al fallamiento regional, líneas de flujo o estratificación y fracturas de enfriamiento.

Los circos de erosión definen laderas de captación en las cuales frecuentemente hay bloques y detritos de roca que pueden rodar o incorporarse en un flujo, respectivamente. En las cabeceras de los circos de erosión es frecuente la presencia de trazas o escarpes de falla, donde se presenta el volteo de bloques de roca y hacia las partes intermedias o bajas existen zonas de rodados, los cuales pueden iniciar su movimiento pendiente abajo y afectar a las personas e infraestructura civil.

Los cortes en los taludes, ya sea para explotación de material o construcción de caminos y viviendas, son un factor de inestabilidad importante ya que esto permite que cuñas o bloques de roca encuentren una salida natural hacia el talud, lo que puede provocar el deslizamiento o volteo de éstos.

CONCLUSIONES

El origen, la edad y los factores modificadores del relieve tienen influencia sobre las geoformas actuales. La mayoría de los movimientos de ladera están controlados por el factor estructural (fallas y fracturas) y el control geomorfológico (circos de erosión). Asimismo el factor antrópico es importante ya que induce movimientos de ladera, por ejemplo, con tiraderos de escombros, cortes en las laderas para construcción o explotación de canteras, sobrecarga, deforestación, fugas de agua, etcétera.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Geológico Metropolitano por su constante apoyo en la realización de proyectos de investigación y académicos.

Al Instituto de Geología de la UNAM.

A las personas: Dr. Armando García Palomo, Dr. Gustavo Tolson Jones, Geogr. Celia López Miguel, Geogr. Adriana Haydee Galván García, M.C Hernando Rueda Galeano, Ing. Esteban Ramos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Hutchinson, J.N., 1988. General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Vol. I, editado por Christophe Bonnard.

Jacobo, Albarrán, J. J., 1985. Estudio petrogenético de las rocas ígneas de la porción Central del Eje Neovolcánico. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo.

Lozano Barraza, Luis., 1968. Geología de la Sierra de Guadalupe, México, D.F. Instituto Politécnico Nacional, Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura, tesis profesional, 39 p.

Lugo Hubp, José., Salinas Montes, Araceli., 1996. Geomorfología de la Sierra de Guadalupe (al norte de la Ciudad de México) y su relación con peligros naturales: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 13, num. 2, p. 240-251.

Mooser, F., 1975. Historia geológica de la Cuenca de México, Memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo, editado por el D.D.F, México.

Servicio Geológico Metropolitano., 2003. Proyecto "Evaluación y zonificación de los peligros geológicos por deslizamiento en las laderas de la Sierra de Guadalupe, Estado de México".

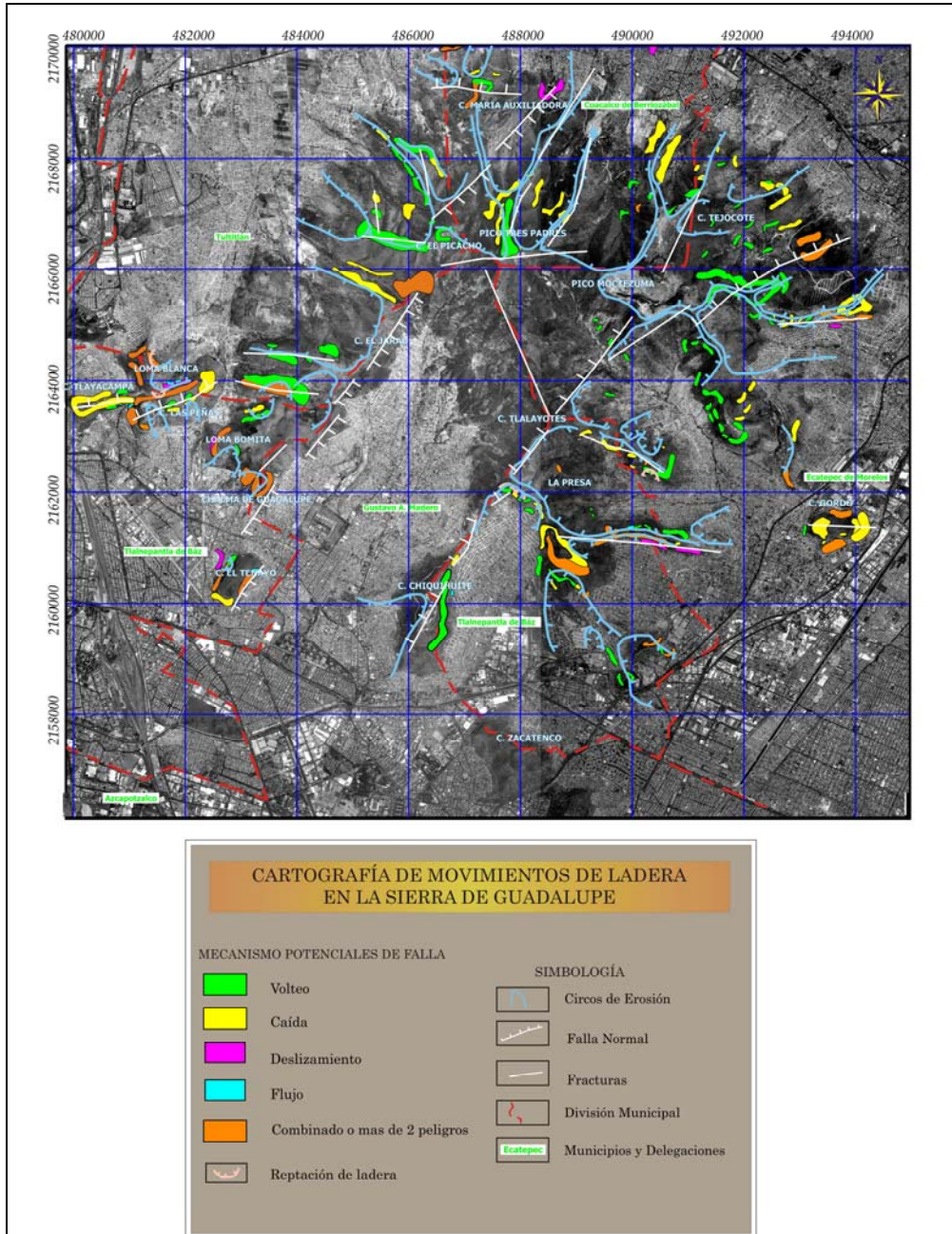


Figura. 3. Cartografía de movimientos de laderas.