

LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA; GÉNESIS, LIMITACIONES Y EFECTOS EN EL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO

Jorge Antonio Paz Tenorio¹
Mario Gómez Ramírez²
Raúl González Herrera³
Francisco Félix Domínguez Salazar⁴

RESUMEN

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se localiza en las coordenadas geográficas de 16°45'14.5''N y 93°06'56.5''W, (mapa 1) asentada en un valle fluvial modelado por el río Sabinal y sus afluentes, delimitado por la Meseta de las Ánimas al norte y por la Meseta de Copoya al sur, ambas con una litología de naturaleza caliza con diferente edad.

Las características geológicas y geomorfológicas de la meseta de Copoya, la interacción con fenómenos climáticos y demográficos, aunado a la falta de estudios especializados, han influido en el comportamiento de los procesos gravitacionales o remoción en masa (Lugo, 2003) y los depósitos de talud que se han producido, tienen como consecuencia los daños a la obra civil y a la población asentadas en la ladera sur de dicha geoforma cárstica.

A partir del análisis de la cartografía topográfica, geológica, de vegetación y urbana, además de verificaciones en campo, se generaron mapas derivados como son los de relieve y temáticos que delimitan las zonas problemáticas, proponiendo criterios adicionales para el ordenamiento territorial y que puedan emplearse en la planeación de acciones que lleven a atenuar la vulnerabilidad del espacio en el que conviven los residentes afectados y crear las condiciones para resguardar su patrimonio.

Palabras clave: remoción en masa; depósitos de talud; vulnerabilidad.

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. E-mail: jorgepazt@yahoo.com.mx

² Universidad Veracruzana

³ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

⁴ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

INTRODUCCIÓN

En países subdesarrollados como México, en donde es evidente la falta de planeación urbana, la concentración, producto del crecimiento de la población y de la migración urbana que por lo común, opta por establecerse en la periferia, da como resultado el origen de nuevas colonias, generalmente con deficientes servicios elementales en terrenos correspondientes a taludes, lo que implica un mayor número de personas expuestas a determinado riesgo (Noji 2000).

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres, se denomina talud a la pendiente formada por la acumulación de fragmentos de roca al pie de los acantilados o de montañas (CENAPRED 2001). Su génesis y evolución determinan suelos por lo regular inestables con comportamientos característicos de las laderas, conocidos también como procesos gravitacionales o remoción en masa (Lugo 2003).

Los procesos gravitacionales, son parte del ciclo natural de evolución del relieve terrestre degradativo y dan origen a otras geoformas constructivas del modelado del relieve (abanicos aluviales, derrubios, cárcavas, entre otros), sobre todo los circos de erosión y los escarpes, que crecen gradualmente en sentido horizontal y vertical a causa de estos procesos (Lugo, Vazquez et al. 2001). La incidencia de diferentes agentes perturbadores, tanto naturales como humanos en este tipo de terreno, se resume en una degradación ambiental, y en la ocupación continua de espacios inestables.

El efecto de un crecimiento urbano sin orden, se expresa como un espacio complejo en el que intervienen el ambiente físico como sustento, la población como transformadora, usuaria y elemento vulnerable, los elementos de riesgo como ocurre en este caso en particular con la meseta de Copoya, en la capital chiapaneca en constante destrucción, sedimentos inestables la consiguiente formación de suelos en pendientes de moderadas a pronunciadas, procesos de remoción en masa, deforestación, y lluvias; todo esto aunado a inconsistentes políticas de ordenamiento para la prevención y el enfoque hacia los planes de contingencia para la intervención en caso de desastre.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

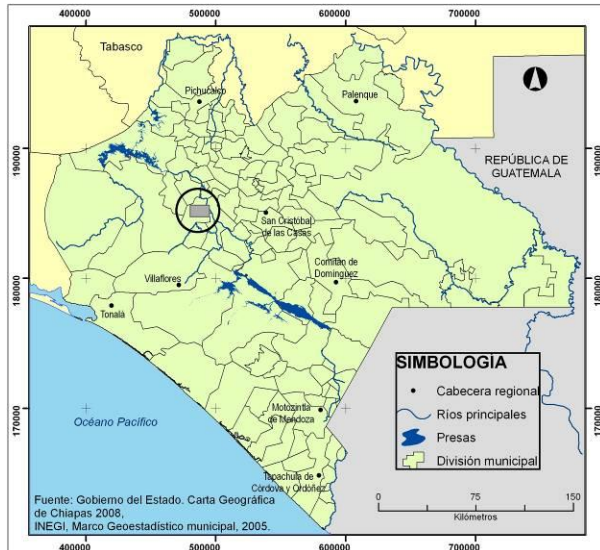
Entre los responsables del ordenamiento territorial de la entidad como de los habitantes chiapanecos, predomina el desconocimiento de los procesos gravitacionales, ya que como se ha documentado, en la mayor parte de los casos ocurren como efecto secundario, producto de precipitaciones intensas por el reblandecimiento del terreno y gravedad, así como por los sismos. En los reportes publicados por diferentes instancias oficiales, es reciente atribuir a los procesos de remoción en masa, las afectaciones; sin embargo, en los recorridos en campo los habitantes asocian el daño de sus viviendas a dos agentes principales: deficiencia en la construcción o efectos de sismo, por lo que proceden a una reparación convencional con auspicio de las autoridades, lo que no resuelve el daño.

Su misma complejidad hace que pronósticos para una alerta temprana estén envueltos en la incertidumbre.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA



Mapa 1. Zona de estudio

La zona de estudio se ubica en el sur de la República Mexicana, en la parte central del estado de Chiapas. Administrativamente queda comprendida en territorio de los municipios de Chiapa de Corzo, Suchiapa y Tuxtla Gutiérrez. Se estima una superficie de aproximadamente 65 km² a partir de la cota 800 m. Actualmente en ella se asientan las comunidades de El Jobo y Copoya con una población de aproximadamente 12 800 habitantes (INEGI 2011), quienes

aprovechan el agua subterránea por medio de pozos para abasto doméstico y agropecuario. Las actividades predominantes son agricultura, ganadería y servicios.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

GEOLOGÍA

La Meseta de Copoya está constituida por una litología compuesta de rocas calizas-areniscas del periodo Eoceno correspondientes a la formación Lomut (INEGI 2006; SGM 2006), otros autores (Ferrusquía V.I., Shelton P.A. et al. 2000; Membrillo 2006) la clasifican a nivel Eoceno medio como formación San Juan. Formada en ambientes marinos y someros como lo indican estudios paleontológicos (Mullerried F.K.G. 1957; Ferrusquía V.I., Shelton P.A. et al. 2000; Avendaño G. J. 2005), yace sobre limolitas y areniscas del Eoceno inferior de la formación El Bosque (SGM 2006) que a su vez se sobreponen a lutitas y areniscas del Paleoceno correspondientes a la formación Soyalo (Ferrusquía V.I., Shelton P.A. et al. 2000).

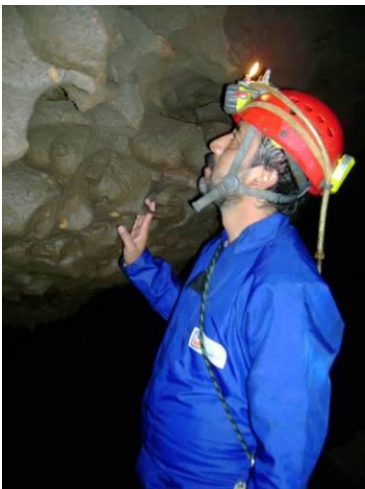


Foto 1. Caliza intemperizada, interior de la cueva Cerro Hueco. OC

Estas últimas unidades litológicas se encuentran ocultas en su mayor parte en los alrededores de la Meseta por depósitos recientes conformados por grandes bloques de caliza desprendidos (Colegio de Ingenieros Geólogos de México 2000) debido al intenso fracturamiento marginal, además de roca muy alterada que durante los eventos se comporta como suelo, cuyo efecto es motivo de este trabajo.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

RELIEVE

Fisiográficamente se ubica dentro de la Depresión Central (Mullerried F.K.G. 1957), flanqueada por la sierra Madre de Chiapas al sur y el Altiplano central al norte. La meseta de Copoya tiene una elevación que oscila de los 800 a los 900 msnm, encontrando al extremo noroeste el cerro *Mactumatzá* (cerro de las once estrellas en lengua zoque) que alcanza los 1 140 msnm. Rodeada de valles fluviales, hacia el norte se define el correspondiente al río Sabinal en donde se registran altitudes promedio de 550 m, hacia el este se encuentra el río Grijalva, siendo esta la parte más baja cuya altitud oscila entre los 400 y 410 m. Hacia el sur y oeste, el valle del río Suchiapa se encuentra a 450 m. De estos datos se observan desniveles que oscilan entre los 300 a 400 m, situación que induce a energías de relieve considerables.

Foto 2. Resumidero al fondo de una dolina. Rancho Piedra Santa. JP



HIDROGRAFÍA

Debido a la carsticidad de la meseta, la red hidrográfica la constituyen corrientes intermitentes (superficiales o subterráneas) que aportan sus aguas a dos ríos principales perennes: el Sabinal al norte y al Suchiapa al sur, ambos pertenecen a la cuenca del río Grijalva. La línea de parteaguas, se define muy cercana al borde norte de la meseta. Estos arroyos intermitentes que descienden de la meseta, presentan un patrón de drenaje tipo radial externo escurriendo sobre los depósitos recientes no consolidados, lo que favorece el transporte de material a las partes planas del valle de Tuxtla Gutiérrez (INEGI 2004). Las cárcavas en la parte superior de la meseta muestran escorrentías intermitentes que debido a la litología, el agua se infiltra y resurge aguas abajo en manantiales que forman escorrentías temporales o bien por debajo de los depósitos de talud contribuyendo a la saturación del suelo. Asimismo, la erosión interna ha

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

dado lugar a la formación de un drenaje subterráneo y la formación de geoformas cársticas como la cueva activa de Cerro Hueco (foto 1) en la parte norte de la Meseta (X 490489, Y1848522 UTM 15). En la parte alta algunas dolinas, resumideros (foto 2), son evidencia de intensos procesos cársticos en un ambiente que conjunta la roca carbonatada, el anhídrido carbónico (CO₂) producto de la actividad biológica y agua suficiente por localizarse en la zona tropical.

CLIMA

Situado en la zona tropical de México, predomina el clima de cálido subhúmedo con lluvias en verano, $Aw_0(w)igw$ ” (García 1988).

En el verano la zona está propensa a la humedad de los vientos alisios. La temporada lluviosa inicia en mayo y concluye en octubre, Registrándose precipitaciones cercanas a los 1 000 mm y se presenta el fenómeno de canícula en los meses de julio y agosto (INEGI 1994). Es necesario destacar que las lluvias posteriores a la canícula (agosto a octubre) son de mayor intensidad, e históricamente son las que han provocado inundaciones en las partes cercanas al río Sabinal y incidiendo en los procesos de remoción en masa en la zona sur de Tuxtla Gutiérrez. Las lluvias intensas se consideran factor detonante de los movimientos (Aritstizábal E., H Martínez et al. 2010). En el período noviembre-abril, en esta zona se tienen registros de precipitaciones inferiores a 50 mm, siendo menos de 29 días en los que se presenta lluvia apreciable (INEGI 1994), efecto de los nortes que se desplazan por el Golfo de México. La temperatura media es de 29°C.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

SUELOS

Predominan los suelos tipo Rendzina en la mayor parte de la meseta, su formación está condicionada por el material calizo (WAU 2000). En la parte más elevada correspondiente al cerro Mactumatzá, se presentan Litosoles, suelos someros sobre roca muy dura. A lo largo de un arroyo hacia el sur de la meseta, se presentan Vertisoles, que se caracterizan por el alto contenido de arcillas expandibles. Finalmente, los Regosoles calcáreo y eútrico correspondiente a los depósitos de talud, ya que son suelos condicionados por la topografía (INEGI 2006) (foto 3).

Foto 3. Circo de erosión y depósitos de talud (Regosoles), sur de la meseta de Copoya. JP



VEGETACIÓN

La presión y ampliación de las fronteras urbana y agrícola, han disminuido considerablemente la vegetación natural, que originalmente correspondía a selva baja caducifolia, siendo posible encontrar bosque de galería (*taxodium* spp) a lo largo de río Sabinal, macizos de selva mediana subperenifolia en laderas sombreadas de la meseta (Fernández M.Y. 2010), además de bosque de *quercus* (spp) en altitudes mayores a 850 msnm (Observación de campo Paz 2006). Los cambios en el uso del suelo también inciden en la presencia de movimientos en masa.

Materiales y Método

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la cartografía digital escala 1:50 000, datos vectoriales a escalas 50 000, 250 000 y 1 000 000, fotografías aéreas de alta resolución (pixel de 2 x 2m) año 2006, modelos digitales de elevación de 50 x 50 m. Como herramienta software, se empleó *ArcGIS* ver 9.3 (ESRI), específicamente los módulos *Arcmap* para la integración y análisis de la cartografía, y *Arcsene* para el modelo en 3d. Se realizó análisis cartográfico analizando pendientes, geología, patrones de drenaje y curvas de nivel, llegando a establecer 38 sitios para verificar en campo (Mapa 2), en los cuales se comprobó la extensión de los depósitos de talud. Estos se clasificaron, con base a la observación de campo en: casa, gobierno, brecha, bloques y otros.

De ellos 22 corresponden a la zona urbana, 8 a localidades rurales y 8 a acahuales y zonas de cultivo. Algunos de ellos, se analizaron a través de fuentes de información previa como reportes, notas periodísticas o visitas esporádicas. Con apoyo de un navegador GPS, en campo se visitaron los puntos establecidos. También se utilizaron otras herramientas complementarias al conversar con habitantes titulares de casas averiadas, y en cortes carreteros, se analizaron los materiales depositados para clasificarlos de acuerdo a la forma del material rocoso acarreado, en función de su granulometría (fotos 4 y 5).

Con esta información, empleando la herramienta *measure* en *Arcmap*, se estimó la distancia entre los puntos registrados en los circos en erosión en donde se desprenden los bloques y los puntos más bajos en donde cambia la pendiente, estableciéndose una distancia media de 1 500 m aproximadamente.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

Estos puntos se integraron a la cartografía digital, generando el mapa final.

| NUM | NOMBRE | COORD UTM ZONA 15 | | NUM | NOMBRE | COORD UTM ZONA 15 | |
|-----|-----------|-------------------|---------|-----|---------|-------------------|---------|
| | | X | Y | | | X | Y |
| 1 | bloques | 487162 | 1848607 | 20 | casa | 487995 | 1850209 |
| 2 | bloques | 494268 | 1847159 | 21 | casa | 485840 | 1851170 |
| 3 | casa | 481334 | 1847005 | 22 | brecha | 485468 | 1851404 |
| 4 | brecha | 491001 | 1841233 | 23 | brecha | 484601 | 1851546 |
| 5 | brecha | 485808 | 1841730 | 24 | casa | 484532 | 1850800 |
| 6 | bloques | 486112 | 1842890 | 25 | casa | 484189 | 1850360 |
| 7 | bloques | 488929 | 1841454 | 26 | bloques | 484413 | 1849632 |
| 8 | brecha | 485035 | 1842421 | 27 | casa | 483078 | 1850319 |
| 9 | casa | 495026 | 1845284 | 28 | brecha | 493953 | 1850168 |
| 10 | casa | 491642 | 1849807 | 29 | otro | 495308 | 1849637 |
| 11 | casa | 491565 | 1849985 | 30 | brecha | 496084 | 1849196 |
| 12 | gobierno | 489858 | 1849072 | 31 | casa | 496865 | 1846942 |
| 13 | gobierno | 490486 | 1848586 | 32 | casa | 497250 | 1846100 |
| 14 | bloques | 488803 | 1848093 | 33 | casa | 498262 | 1842659 |
| 15 | bloques | 488230 | 1848319 | 34 | brecha | 497720 | 1838963 |
| 16 | gobierno | 488557 | 1848794 | 35 | otro | 495803 | 1835117 |
| 17 | brecha | 488327 | 1849025 | 36 | otro | 491637 | 1835738 |
| 18 | brecha | 488145 | 1849794 | 37 | otro | 490302 | 1836962 |
| 19 | carretera | 488137 | 1850103 | 38 | brecha | 490385 | 1840041 |

Tabla 1. Puntos de verificación. Casa (vivienda afectada). Gobierno (Instalaciones gubernamentales). Brecha (depósitos de fragmentos angulosos). Carretera (daño a carretera). Bloques (grandes bloques desprendidos. Otro (punto fuera de la zona de interés como apoyo). Elaboró, Jorge Paz.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar



Fotos 4 y 5. Depósitos de talud, efectos de intemperismo y erosión (escala en cm). Zona noreste de la Meseta. JP

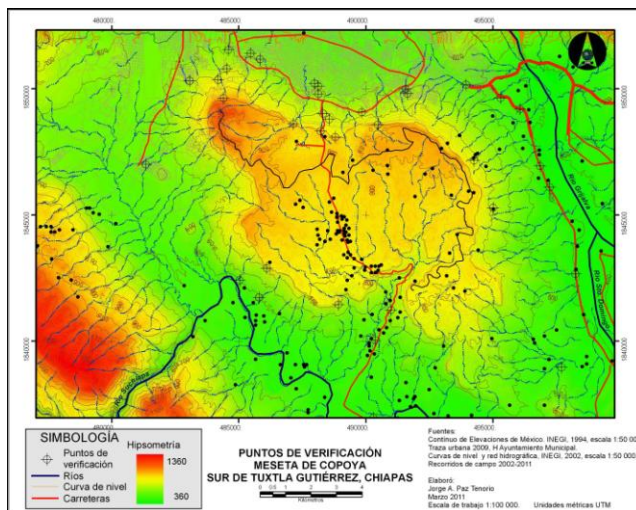
Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

GÉNESIS DE LOS DEPÓSITOS DE TALUD

Como se menciona en el apartado de geología, la meseta de naturaleza cárstica presenta fracturamiento marginal, lo que origina desprendimientos de bloques, los cuales son sometidos a intensos procesos de intemperismo químico, por efecto del agua (en forma de lluvia y humedad) y mecánico, con la acción de las raíces de árboles. Los desprendimientos generan largos escarpes que Lugo clasifica como circos (Lugo, Zamorano et al. 2005), efecto de erosión remontante.

Los bloques son reducidos por los factores mencionados y los fragmentos son



Mapa 2

desprendimientos, esta situación ayudó a deducir que las zonas en las que la pendiente disminuye, atenuando la energía del relieve, el terreno se estabiliza de manera natural. No así, en zonas de pendientes superiores a los 30° (INEGI 1994), cuyo equilibrio puede romperse al realizar cortes para nivelar y edificar, por la eliminación de cubierta vegetal, o aumento de la presión del poro ante saturación por agua.

transportados y erosionados por las corrientes, de los que resultan depósitos de cantos redondeados de diferente magnitud. Por otra parte, predominan los depósitos de brechas (Membrillo 2006), características por sus bordes angulosos e irregulares, lo que da idea de eventos anteriores de movimiento caótico. Existe una relación entre la disminución del tamaño de los fragmentos y la distancia a la zona de

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

EFFECTOS EN EL CRECIMIENTO URBANO



Foto 6. Grietas de tensión por desplazamiento. Carretera Tuxtla-Villaflores km 0.5. JP

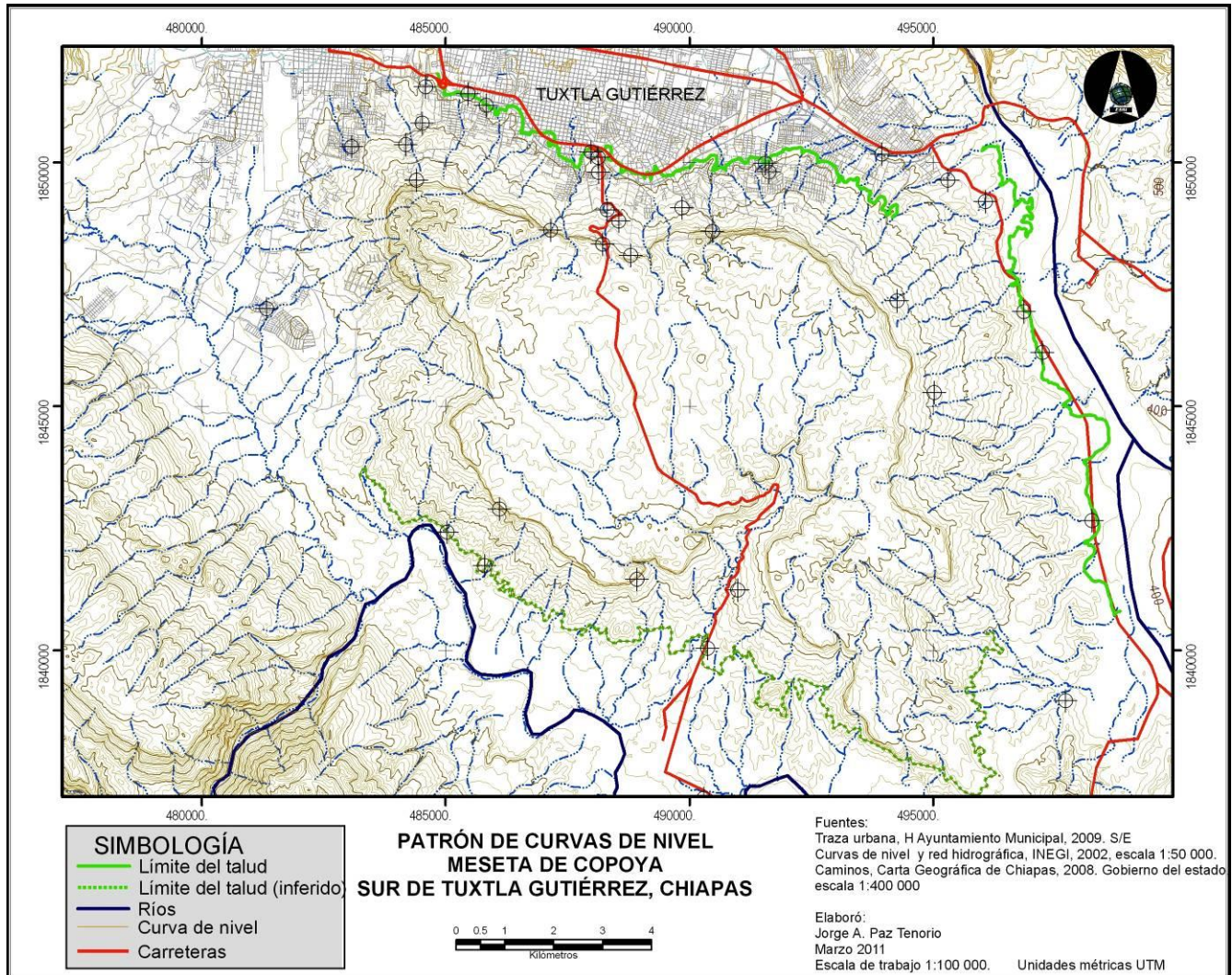
Los depósitos abarcan tanto zona urbana como terrenos que han sufrido alguna perturbación por efecto de establecimiento de zonas agrícolas y ganaderas; en estos últimos los efectos de la inestabilidad generalmente no se perciben.

Los daños se pueden enumerar como sigue:

- Grietas y hundimientos en calles, carreteras y banquetas (foto 6).
- Grietas y dislocamientos en muros castillos, techos y pisos (foto 7).
- Abultamientos y desniveles en construcciones de amplia superficie plana, como parques, canchas deportivas, estacionamientos.
- Ruptura y fugas en sistemas de agua potable y drenaje (grave, ya que mantiene suelo saturado).
- Grietas en el suelo.
- Árboles y postes inclinados, además de volcado de muros en dirección de la pendiente.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar



Mapa 3

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

RESULTADOS

Un primer acercamiento para delimitar la zona de depósitos con ayuda de las curvas de nivel, pendiente y observaciones en campo, lleva a identificar que la cota de 800 m se acerca mucho a los bordes superiores de los circos de erosión, por lo que el borde inferior del escarpe, es indicador de referencia para establecer el límite más elevado y por lo tanto el menos estable. A lo largo de la pendiente, en la periferia de la meseta, las curvas de nivel se disponen mostrando cierta simetría, misma que se rompe a diferentes cotas como sigue: al norte 580 m, al este 400 m, al sur 500 m y al oeste 540 (mapa 3).



Foto 7. Grietas en casa habitación y reparaciones, Col, Lomas del Oriente. JP

El análisis cartográfico señala que la falta de planeación y ordenamiento territorial, aunado al desconocimiento de la inestabilidad del terreno, propician los daños, afectando tanto a zonas populares, residenciales, instancias de gobierno, sistemas de agua potable y alcantarillado, sistema carretero y empresas, lo que indica que la

exposición al riesgo, no es privativo de grupos marginados establecidos en la periferia.

Las cartas urbanas municipales de 2001 y 2007 (H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez 2001; H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez 2007), instrumentos síntesis que deberían regir el crecimiento urbano, son confusas, ilegibles y solamente clasifican como zona de riesgo a las colonias aledañas, al río Sabinal. Por lo consiguiente, se carece de una visión global de la problemática en la zona.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

RECOMENDACIONES

- Considerar el elemento de remoción en masa para el ordenamiento de la ladera sur de la ciudad, haciéndose extensivo a la zona circundante de la meseta, competencia de otros ayuntamientos, ya que actualmente se construye una carretera en el talud sur de esta geoforma.

- Realizar estudios de mecánica y geotécnica necesarios para futuras edificaciones, lo que podría no hacer viable económicamente la obra.

- Generar cartografía a detalle 10 000 y 5 000 y establecimiento de sistemas de monitoreo para comprensión, cuantificación y evolución del fenómeno con vistas a la predicción. Esto podría estar a cargo de una universidad local, ayudando en la formación de especialistas con perfil adecuado.

- La evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa y la necesidad de establecer pronósticos sobre dichos movimientos, deberían ser tema de interés para la comunidad (Aristizábal E., H Martínez et al. 2010).

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

BIBLIOGRAFÍA

Aritstizábal E., H Martínez, et al. (2010). "Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias." Rev. Acad. Colomb. Cienc. **34**(131): 209-227.

Avendaño G. J. (2005). Importancia paleontológica de la Mesa de Copoya. Ciclo de conferencias, VI Aniversario Grupo Espeleológico Vaxakmen. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

CENAPRED (2001). Inestabilidad de laderas. México.

Colegio de Ingenieros Geólogos de México, A. C. (2000). Estudio geológico ambiental del área donde se ubica el Zoológico regional "Miguel Álvarez del Toro" (ZOOMAT), de Tuxtla Gutiérrez, Edo. de Chiapas. C. D. N. C. Técnico. México.

Fernández M.Y. (2010). Percepciones ambientales sobre una reserva ecológica urbana, El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, El Colegio de la Frontera Sur. **Tesis Doctorado.**

Ferrusquía V.I., Shelton P.A., et al. (2000). "First paleogene selachifauna of the middle American-Caribbean-Antillean region, la mesa de Copoya, west-central Chiapas—geologic setting." Revista Mexicana de Ciencias Geológicas volumen 17(número 1): 1-23.

García, M. E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Mexico, D.F.

H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez (2001). Actualización del programa de desarrollo urbano del centro de población Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 2001 – 2020. Chiapas.

H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez (2007). Carta Urbana de Tuxtla Gutiérrez 2007-2020.

INEGI (1994). Carta Efectos Climáticos mayo-octubre E15 11. Aguascalientes, Ags: Cartografía impresa escala 1:250 000.

INEGI (1994). Carta Efectos Climáticos noviembre-abril E15 11. Aguascalientes, Ags: Cartografía impresa escala 1:250 000.

INEGI (1994). Modelo digital de elevación E15C69. Aguascalientes, Ags: Escala 1:50 000, resolución 50 x 50 m.

Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Jorge Antonio Paz Tenorio; Mario Gómez Ramírez; Raúl González Herrera; Francisco Félix Domínguez Salazar

INEGI (2004). Carta topográfica Tuxtla Gutiérrez E15C69. Aguascalientes, Ags: Escala 1:50 000.

INEGI (2006). Carta Edafológica E15 11. Serie II. Aguascalientes, Ags.: Información digital escala 1:250 000.

INEGI (2006). Carta Geológica E15-11. Serie II. Aguascalientes, Ags: Cartografía digital escala 1:250 000.

INEGI (2011). Resultados Definitivos del Censo General de Población y Vivienda 2010.

Lugo, H. J. (2003). La superficie de la Tierra I; un vistazo a un mundo cambiante. México, SEP/FCE/CONACYT.

Lugo, H. J., C. M. T. Vazquez, et al. (2001). "Procesos Gravitacionales en las montañas de Puebla." Ciencia y Desarrollo Vol. XXVII(157).

Lugo, H. J., O. J. J. Zamorano, et al. (2005). "Los procesos de remoción en masa en la Sierra Norte de Puebla, octubre de 1999: Causa y efectos." Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 22(2): 212-228.

Membrillo, O. H. (2006). Geología de la meseta de Copoya. Tuxtla Gutiérrez: 16.

Mullerried F.K.G. (1957). Geología de Chiapas. México, D.F., Gobierno de Chiapas.

Noji, E. K. (2000). Impacto de los Desastres en la Salud Pública. Bogotá, D.C., Colombia, Organización Panamericana de la Salud.

SGM (2006). Carta Geológico Minera E15-11. México D.F.: Mapas en línea escala 1:250 000.

WAU (2000). Principales suelos del mundo.