

CRECIMIENTO VERTICAL Y RIESGO DE DESLIZAMIENTOS EN ZONAS URBANAS: ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DE LA ALCALDÍA DE MIGUEL HIDALGO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

VERTICAL GROWTH AND LANDSLIDE RISK IN URBAN AREAS:
A CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF THE MIGUEL HIDALGO
BOROUGH IN MEXICO CITY

OSCAR RIVERA

Universidad Nacional Autónoma de México
<https://orcid.org/0000-0002-7698-7433>

Recibido: 4 de febrero del 2024

Aprobado: 16 de septiembre del 2024

doi: <https://doi.org/10.26439/limaq2025.n016.6920>

Este artículo tiene como objetivo identificar cartográficamente las zonas de riesgo en la alcaldía Miguel Hidalgo y el crecimiento de la vulnerabilidad derivada del aumento en el número de niveles de viviendas ya edificadas en zonas de pendiente, donde podrían presentarse afectaciones por deslizamientos de tierra que atenten contra la vida y el patrimonio de la población. Por tal razón, se identificaron cartográficamente las zonas de alto riesgo por pendientes con datos oficiales provenientes del *Atlas de Riesgos Naturales de la alcaldía de Miguel Hidalgo*, los estudios topográficos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y aquellos de precipitación anual de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. A partir de estas fuentes, el resultado cartográfico para Miguel Hidalgo mostró las áreas en las que no se debería incrementar el número de niveles en viviendas ya edificadas, lo que hace posible replicar este análisis en otras alcaldías de la Ciudad de México, en estados de la República mexicana y en países de América Latina con características geomorfológicas, topográficas y de precipitación similares a la zona evaluada.

construcción de niveles, cartografía, riesgo,
deslizamientos de tierra

This article aims to identify, through cartographic analysis, the risk zones within the Miguel Hidalgo borough and to assess the increasing vulnerability associated with the rise in the number of floors added to existing housing in sloped areas, where landslides could threaten both lives and property. To this end, high-risk slope zones were mapped using official data from the Atlas of Natural Hazards of the Miguel Hidalgo borough, topographic studies from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI), and annual precipitation data from the National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO). Based on these sources, the cartographic results for the Miguel Hidalgo borough reveal areas where increasing the number of stories in already built housing should be avoided. This analytical approach can be replicated in other boroughs of Mexico City, as well as in states across Mexico and Latin American countries that share similar geomorphological, topographic, and precipitation characteristics with the area studied.

level construction, mapping, risk, landslides

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano desregulado en la Ciudad de México (en adelante, CDMX) ha causado deslizamientos de tierra en zonas en las que la construcción de casas y el incremento en el número de niveles no debería ser permitido. Por ello, el objetivo del presente artículo es identificar cartográficamente las zonas de riesgo y evidenciar el crecimiento de la vulnerabilidad derivada del incremento de números de pisos en viviendas ya edificadas en zonas de pendiente, donde podrían presentarse afectaciones por deslizamientos de tierra que atenten contra la vida y el patrimonio de los habitantes.

El cambio de uso de suelo es un factor determinante para disminuir las afectaciones por deslizamientos de tierra. Por ello, identificar áreas propensas a deslizamientos es significativo. Además, esto se puede prevenir con una correcta planeación en la distribución espacial de zonas urbanas, con base en procedimientos de organización en ciudades (González-Bolaños et al., 2023). Entonces, la estructuración rural o la reestructuración urbana que minimice cualquier riesgo es vital para la población, por lo que resulta trascendental establecer parámetros cuantitativos a partir de la gestión y coordinación entre la población y las entidades gubernamentales.

Los deslizamientos se catalogan en profundos y superficiales, según el espesor estratigráfico de la capa de meteorización involucrada en el movimiento de ladera (Moreno et al., 2006). Cabe precisar que la fuerza de los deslizamientos y sus consecuencias son potencializados, en la mayoría de casos, por la lluvia extraordinaria. Por ello, la determinación cartográfica de zonas susceptibles a deslizamientos de tierra debe incorporar el dato de precipitación, el cual —en la mayoría de las ocasiones— constituye un componente de importancia al realizarse algún tipo de plan de evacuación ante fenómenos geomorfológicos.

En relación con lo anterior, existen otras variables importantes para comprender las posibles afectaciones geomorfológicas causadas por deslizamientos. La primera de ellas es la identificación de zonas, la cual debe ser detallada, examinando las capas interiores y superficiales de la corteza terrestre que conforman la pendiente (Vega Gutiérrez, 2019). La segunda es el aumento en el número de niveles en construcciones sobre laderas, que incrementa el riesgo, pues en estas áreas se combinan pendientes abruptas junto con elementos edafológicos que fomentan la mínima resistencia del suelo frente al peso de alguna edificación.

En la actualidad, se cuenta con herramientas —como los sistemas de información geográfica (SIG)— que permiten realizar levantamientos geomorfológicos que brindan información concreta sobre probables eventos catastróficos asociados a deslizamientos (Aceves Quesada et al., 2016). Asimismo, el uso de los SIG con base en técnicas geoinformáticas permite ahorrar recursos en trabajo de campo, realizar modelos preventivos según las características geográficas del suelo y, con ello, estudiar la resistencia del terreno en función al peso de la estructura construida, teniendo en cuenta que muchas edificaciones son autoconstrucciones no supervisadas por profesionales.

En el caso de Estados Unidos, los deslizamientos de tierra provocan entre veinticinco y cincuenta muertes al año. Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2018), los riesgos asociados a deslizamientos son los siguientes: corrientes rápidas de agua que pueden provocar traumatismo; cables eléctricos y cañerías de agua o gas averiados que pueden generar lesiones; y carreteras y vías férreas cortadas que ponen en riesgo a los automovilistas.

Ante ello, es importante reflexionar que, si las muertes causadas por deslizamientos ocurren en países desarrollados como Estados Unidos, lo que sucede en países latinoamericanos es alarmante. La disparidad económica, política y cultural fomenta que las edificaciones y el aumento en su número de niveles instaure un riesgo geomorfológico (Orrego, 1992).

Por todo ello, se considera fundamental situar la problemática en áreas (fronteras urbanas y rurales) en las que el riesgo es muy alto. En tales lugares, se podrán delimitar los espacios en los cuales no se deberá edificar un mayor número de niveles para que el riesgo actual no se incremente exponencialmente y para que las viviendas de la población no sean afectadas.

ESTADO DEL ARTE

Para analizar la problemática señalada, se presentan estudios previos en los que se proponen soluciones relacionadas con el crecimiento urbano y el aumento en el número de niveles de construcciones en zonas susceptibles por deslizamientos de tierra.

La edificación y la alteración de la naturalidad del terreno —modificado para fines de habitabilidad mediante la instauración de materiales de

construcción— erosionan el suelo, lo que favorece los deslizamientos de tierra (González-Bolaños et al., 2023). Es comprensible la necesidad de las poblaciones de construir sus viviendas en cualquier lugar sin conocer sus características; sin embargo, el riesgo derivado del desconocimiento también puede afectar de manera significativa sus viviendas.

Mardones y Vidal (2001) consideran que la identificación geográfica a través del mapeo preciso mediante los SIG —y desde un análisis cualitativo y cuantitativo— es fundamental, pues permite ubicar con precisión las edificaciones en zonas de riesgo ante posibles deslizamientos de tierra. Este mapeo podría impedir, de manera concertada, la construcción de más pisos en las viviendas y, consecuentemente, que las áreas con riesgo bajo o medio se conviertan en lugares de alto riesgo (Mardones & Vidal, 2001). Asimismo, la aplicación de la técnica de zonificación debe ser rigurosa y el grado de error en la cartografía de zonas de riesgo ante deslizamientos de tierra debe ser mínimo, considerando que existen metodologías en los SIG que pueden reducir el grado de equivocación al ejecutar planes de estructuración o reestructuración urbana.

Para clarificar la relación entre el riesgo de deslizamientos de ladera, el número de niveles construidos y el análisis cartográfico con base en los SIG, es importante precisar que el diseño aplicado con los SIG en diversos países de América Latina genera información cartográfica que permite establecer información puntual sobre diferentes imaginarios del riesgo, a los que posteriormente se añaden componentes empíricos (Maskrey, 1998). Por lo anterior, comprender el espacio geográfico —y, con ello, sus múltiples componentes— por medio de modelaciones imaginarias, permite ejemplificar las posibles afectaciones (con énfasis en el aumento en el número de niveles en zonas de ladera), de modo que puedan ser prevenidas con efectividad.

Es sumamente importante clasificar diversas zonas urbanas de acuerdo con la categorización de riesgo, con mapas digitales —aplicación de los SIG para minimizar la vulnerabilidad desde el punto de vista técnico— y con trabajo de campo (García-Zárate, 2013). En ese sentido, dado que minimizar el grado de vulnerabilidad es sumamente complejo, se debe reconocer el potencial de la amenaza (riesgo), el cual se combina con el grado de vulnerabilidad, pero que puede disminuirse significativamente utilizando técnicas geoinformáticas y cartografía detallada.

El desarrollo científico y tecnológico de los últimos años ha permitido un mayor conocimiento de diversas problemáticas ambientales que afectan la tranquilidad de los habitantes. En ese sentido, los SIG aportan datos relevantes que pueden ser utilizados y mejorados por investigadores, docentes, personal operativo y población en general, orientando dicha información hacia áreas de protección civil gestionada por diferentes secretarías de gobierno (Gezan, 2000). En ocasiones, en diversos países latinoamericanos, la implementación de la protección civil no es adecuada. Suelen establecerse parámetros de corrección del daño tras los deslizamientos de tierra, lo cual hasta cierto punto resulta pertinente, pues salvaguarda a la población una vez ocurrida la afectación; sin embargo, la protección civil basada en elementos de prevención es la que realmente auxilia a los pobladores.

En diversos países existe vulnerabilidad física de viviendas en las periferias (conocidas en México como áreas semiurbanas o semirurales), caracterizadas por condiciones socioeconómicas precarias en la población. Por ello, la identificación de zonas geográficas inseguras es fundamental para establecer planes de acción (González Orozco & Flórez Yépez, 2022). Cabe resaltar que el crecimiento urbano marginal ocurre en cinturones de miseria en las periferias de las ciudades y, en mayor medida, en zonas de montaña, ya que el centro urbano suele ser ocupado por habitantes con un nivel adquisitivo mayor (Rivera González & Rodríguez Van Gort, 2023). Por lo anterior, y dada la necesidad de habitar cerca del centro urbano, la población busca poblar áreas semiurbanas, lo que extiende la construcción arquitectónica tanto en sentido horizontal como vertical.

Las características de construcción y el número de pisos añadidos dependerán del diseño específico de seguridad estructural y del entorno geográfico (Gelabert Abreu & González Couret, 2013). El aumento en el número de niveles no implica extender arbitrariamente la construcción en sentido vertical, pues para ello se necesitan estudios previos que determinen las condiciones del inmueble y las características geográficas del terreno. Por lo tanto, en zonas donde existe algún riesgo, es imposible la construcción de nuevos niveles.

Actualmente, el diseño en la vivienda urbana parte de una idea general de ciudades definidas de manera adecuada y estructuralmente seguras; sin embargo, este enfoque no ha sido aplicado, mucho menos en zonas marginadas (Fisch et al., 2011). Por ello, la necesidad de geolocalizar

cada estructura a nivel predio —en cuanto a su sistema estructural, número de pisos y nivel de pendiente— es sumamente relevante para identificar los posibles daños en la vivienda ante deslizamientos de tierra (Buendía & Reinoso, 2019).

La geolocalización como herramienta de protección al habitante es necesaria. En este sentido, la coordinación entre el aparato gubernamental federal, estatal y municipal resulta indispensable para instaurar la cartografía de las principales zonas susceptibles a deslizamientos. Por ello, se deberá trabajar con prontitud para cartografiar todas las zonas de la República mexicana afectadas por dicha problemática. También es posible identificar las zonas en las que resulte viable construir más niveles en los inmuebles, siempre que los estudios edafológicos y geológicos confirmen que las características del sitio son seguras, lo que puede garantizar la seguridad de la estructura y la construcción, además de minimizar el riesgo (Botero & Bedoya, 2014).

Recientemente en varios países de América Latina han surgido sitios electrónicos que orientan a la población sobre la construcción de su vivienda, lo que fomenta la autoconstrucción con el objetivo de reducir los costos que implica la edificación. Sin embargo, este proceso debe ser auditado en todo momento por profesionistas en arquitectura (Alfaro, 2007). El ahorro de algunos costos de construcción por parte de la población no debe poner en riesgo dicha cimentación, sobre todo cuando no se incorpora la supervisión de arquitectos o ingenieros civiles. Por el contrario, se deben incluir geógrafos, geólogos, geomorfólogos, edafólogos, entre otros, con el objetivo de conocer las características generales del sitio.

Castaño y Carvajal (2009) proponen la revisión constante de los criterios para estudiar el grado de vulnerabilidad de la población establecida en laderas, además de los materiales utilizados y otros aspectos ambientales que aumentan el riesgo. Por ello, la comunicación entre los profesionales de la construcción y el ambiente y la población permite identificar componentes que pueden incrementar los riesgos en las viviendas; de allí la importancia de establecer multidisciplinariedad y transdisciplinariedad.

La prevención (y no solo corrección) del daño ante posibles deslizamientos de tierra con base en el aumento del número de pisos debe contemplarse en cualquier plan de gestión urbana, ya

que no existen mecanismos de prevención a nivel federal, estatal o municipal (Rivera González, 2022). Incluso, de acuerdo con el trabajo investigativo cualitativo y cuantitativo, es posible evitar el deceso de habitantes en zonas de riesgo. Por último, en el caso de una devastación geomorfológica, la corrección del daño no debe ser el inicio de reconfiguraciones urbanas.

Este apartado teórico expone y ejemplifica parcialmente la problemática abordada en el presente artículo, con el fin de establecer soluciones ante el aumento del número de niveles en edificaciones situadas en zonas propensas a deslizamientos de tierra.

AFECTACIONES POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Las afectaciones mostradas en este apartado son ejemplos de las problemáticas ocasionadas por deslizamientos de tierra en diversos puntos de la CDMX. Es importante observar que los eventos geomorfológicos registrados se presentaron en diversas alcaldías, cada una con factores geográficos, geológicos, geomorfológicos e hidrográficos particulares, pero que, al mismo tiempo, comparten afectaciones en viviendas por derrumbes derivados de procesos de ladera.

La primera alcaldía en la que un deslizamiento de ladera afectó una vivienda fue Tlalpan. En esta, un hecho geomorfológico se potencializó por una lluvia que obligó a la evacuación temporal de los integrantes de la vivienda.

Cuatro personas fueron evacuadas de una vivienda en la calle Camino a San Pedro Mártir 274, de la colonia Chimalcoyotl, en la alcaldía Tlalpan, a consecuencia de un deslizamiento de tierra durante la madrugada de hoy.

Personal de Protección Civil de la demarcación y bomberos acudieron al punto en el que no se registraron lesionados.

En tanto se realiza la evaluación de riesgo, determinó desocupar la vivienda habitada por dos mujeres y dos menores de edad.

Tras la fuerte lluvia de anoche, se presentó un reblandecimiento de tierra, lo que originó el deslave que dañó uno de los muros de la vivienda. (Bolaños, 2022, párr. 1-4)

El caso anterior muestra que una precipitación extraordinaria potencializó la catástrofe geomorfológica. Además, se observa que

la caracterización del terreno, junto con su geografía, detonó dicho reblandecimiento de tierra, lo que causó afectaciones de grandes dimensiones.

En la alcaldía Álvaro Obregón, unos directivos solicitaron apoyo permanente para implementar mecanismos de protección durante la temporada de lluvias, ya que en dicha época los deslizamientos son frecuentes y se ven favorecidos por la pendiente del terreno. Además, Álvaro Obregón presenta un territorio sumamente irregular desde el punto de vista orográfico.

La alcaldesa de Álvaro Obregón, Lía Limón García, hizo un llamado al Gobierno de la Ciudad de México para que atiendan de manera inmediata los deslizamientos de tierra que la temporada de lluvias provoca en la demarcación.

Para prevenir graves daños, personal de la alcaldía realizó la colocación de 140 metros cuadrados de mema plástica como medida de mitigación en el talud, ubicado [en] Av. Sur 122 y Paralela 4 de la colonia Pino Suárez, para evitar que se siga desgajando en esta temporada de intensas lluvias.

Lía Limón mencionó que el pasado domingo 3 de julio, debido a las lluvias, se registró un deslizamiento de tierra en ese talud; “dos familias que viven precisamente al borde del talud perdieron la franja de seguridad, por lo que sus hogares están ante un peligro inminente”. (Hernández, 2022, párr. 1-3)

En la nota anterior, se observa una escasa comunicación entre las autoridades de la alcaldía y las de la CDMX. Es importante acotar que, si se lograran reducir los problemas de coordinación entre autoridades de distintos niveles de gobierno, sería posible implementar soluciones que proporcionen mayor protección a los pobladores.

La tercera alcaldía evaluada fue Miguel Hidalgo. En esta se elaboró la muestra cartográfica del presente análisis, que se desarrollará en párrafos posteriores. En dicha alcaldía, la presencia actual de sistemas de riego y minas, además de sismos y lluvias, generan afectaciones por deslizamientos de tierra, por lo que es muy importante orientar a la población sobre diversos hechos geomorfológicos.

La mañana de este jueves, vecinos de la colonia Lomas de Chapultepec de la alcaldía Miguel Hidalgo, en la Ciudad de México, reportaron el derrumbe de un jardín de una de las viviendas de la

zona, presuntamente provocada por un uso excesivo del sistema de riego.

El incidente de este Día de Reyes no dejó ningún lesionado y fue reportado alrededor de las siete de la mañana a través del 911 en la calle de Bosques de Nogales, casi esquina Bosques de Zapote. (Luna, 2022, párr. 1-2)

La falta de gestión entre autoridades de la alcaldía y de la CDMX y la población repercute directamente en el desconocimiento y en la alteración de componentes edafológicos. Por ello, resulta fundamental establecer un diálogo constante para prevenir la ocurrencia de fenómenos geomorfológicos.

En la alcaldía Gustavo A. Madero, específicamente en el cerro del Chiquihuite, se presenta un urbanismo tan extendido que las altas pendientes están cubiertas por cientos de viviendas construidas en dicho perímetro. Cabe señalar que aún se sigue construyendo en las faldas de dicho cerro, pese a la ocurrencia de deslizamientos de tierra.

Unos 180 predios localizados en el cerro del Chiquihuite, dentro del territorio de la alcaldía Gustavo A. Madero, requieren reubicación u obras de mitigación debido al alto riesgo por deslizamientos de tierra, informó la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC).

Se trata de predios ubicados en las colonias Benito Juárez, Ampliación Benito Juárez y La Pastora asentadas en la ladera de la Sierra de Guadalupe que están ubicados en pendientes grandes y en donde, por las características geológicas de la zona, son propensas a que, en cualquier momento, se puedan presentar deslizamientos de tierra, dijo Rafael Marín, director de Análisis de Riesgos. (López, 2021, párr. 1-2)

En este caso se muestra la grave problemática del urbanismo instaurado en pendientes abruptas, sumada al aumento en el número de niveles en las edificaciones de dichas zonas. Esta situación debe abordarse a partir de estudios científicos que orienten a las entidades gubernamentales y que, a su vez, permitan explicar a la población los riesgos existentes.

La última alcaldía analizada fue Xochimilco, la cual presenta afectaciones en algunas viviendas que, si bien no se encuentran sobre ninguna ladera, están ubicadas muy cerca.

Al menos dos personas resultaron lesionadas tras el deslizamiento de tierra de un cerro ubicado en la alcaldía Xochimilco, donde dos viviendas quedaron gravemente afectadas.

El deslave ocurrió alrededor de las 18:00 horas de este martes 28 de junio, en Circuito Panamericano, esquina con 3 de mayo, colonia Barrio la Planta.

De acuerdo con reportes preliminares, la lluvia registrada esta tarde provocó el deslizamiento de dos piedras de 1,5 y 2 metros de diámetro, las cuales impactaron contra dos viviendas ubicadas en la zona.

Tras el derrumbe de las viviendas, dos personas resultaron lesionadas, una de ellas fue trasladada a un hospital debido a la gravedad de sus lesiones, mientras que la otra fue atendida en el lugar al presentar una crisis nerviosa. (Redacción, 2022, párr. 1-4)

En relación con lo anterior, las zonas de ladera y las cercanas poseen igual importancia, y solo se diferencian por el nivel de riesgo. Es importante tomar en cuenta la afectación en dichos lugares, porque se encuentran cerca de la pendiente. Por ello, el mapeo oportuno resulta fundamental para establecer medidas de protección dirigidas a la población.

Asimismo, se debe destacar que la autoconstrucción no supervisada es un riesgo latente y creciente, por lo que las nuevas edificaciones y el aumento del número de niveles en construcciones en zonas de ladera deben ser auditados. Un ejemplo claro de ello son los estragos del sismo de 1985 que, en gran medida, se debieron a la autoconstrucción.

Orlando Saavedra, socio fundador de Consilio Arquitectos ... asegura que ... "la realidad es que un arquitecto gana entre cinco y diez por ciento más que un albañil. La mayoría de las edificaciones que se cayeron durante el terremoto de 1985 y el de hace dos años fueron autoconstrucciones, lo cual significa un gran riesgo para los hogares o edificios que aún persisten bajo este modelo". (Saavedra, citado en Bran, 2019, párr. 7-8)

En resumen, la autoconstrucción sin supervisión técnica constituye un factor de riesgo. Lo ocurrido en 1985 evidencia la vulnerabilidad de las construcciones ubicadas en zonas no aptas, muchas de las cuales actualmente presentan distintos niveles de riesgo estructural.

METODOLOGÍA URBANO CARTOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

La cartografía y los modelos en 3D son herramientas imprescindibles para la comprensión de ciertos procesos de gestión y para la identificación de posibles afectaciones por deslizamientos de tierra derivados del aumento del número de niveles en las construcciones. De lo anterior, se desprende la importancia de fortalecer la prevención mediante datos cualitativos y el mapeo específico de las zonas analizadas.

La cartografía, como un lenguaje heterogéneo y plural para el análisis de diferentes ciencias y disciplinas, construye elementos de gran aporte para reestructuraciones urbanas. Entonces, se puede afirmar que la cartografía es un producto social y eminentemente político que se utiliza frente a diversas problemáticas urbanas (Barragán-León, 2019). Por tal motivo, se utilizó esta herramienta para identificar algunos lugares susceptibles a deslizamientos de tierra dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo (Figura 1) y, con ello, establecer permanentemente la eliminación de la construcción de un mayor número de niveles.



Figura 1

Suroeste de la alcaldía Miguel Hidalgo

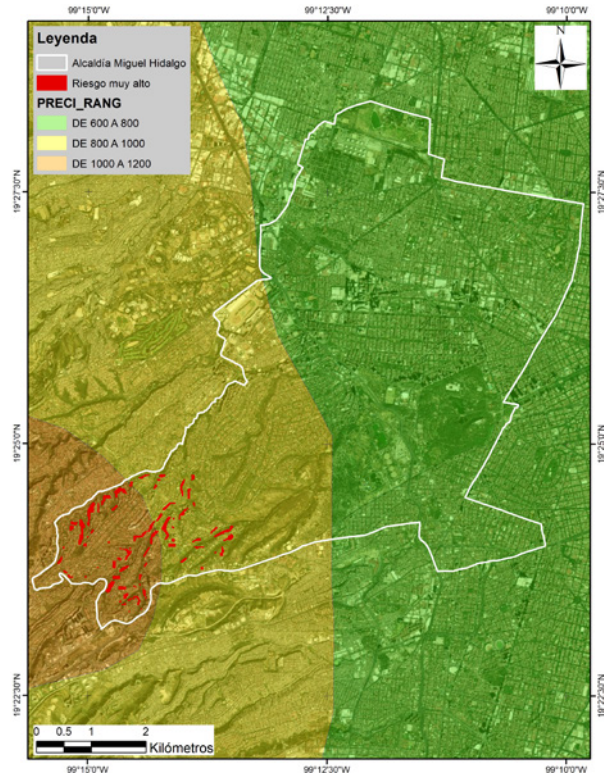
Nota. Los datos de rangos de pendiente proceden del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018 y se elaboró con el software ArcGis.

Se eligió como zona de estudio el suroeste de la alcaldía Miguel Hidalgo (Figura 1), debido al alto riesgo por la pendiente identificado en la *Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo* (2018, p. 61). Este fue el primer indicador que sirvió para la cartografía de las zonas estudiadas ante posibles aumentos en el número de niveles.

Figura 2

Mapa de zonas de riesgo de la alcaldía Miguel Hidalgo

Nota. Los datos del rango de precipitación total anual proceden de la *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, 2025 y se elaboró con el software ArcGis.



La Figura 2 muestra como segundo indicador el porcentaje de precipitación anual, con datos provistos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2025), con el objetivo de conocer zonas propensas a reblandecimientos de tierra. Es importante precisar que la cartografía de riesgo alto se obtuvo tras georreferenciar la imagen de la *Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo* (2018), con el fin de ubicar las zonas de mayor riesgo ante deslizamientos de tierra en función de los rangos de pendiente.

Para una mejor comprensión del riesgo derivado de la pendiente, se realizó el cruce de la información contenida en la *Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo* (2018) con la topografía del lugar (Figura 3). Esta última fue obtenida a partir de imágenes en formato ráster de la CDMX, disponibles —por ser información pública— en la página electrónica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, con una resolución de quince metros, a partir de las cuales se generaron curvas de nivel cada diez metros.

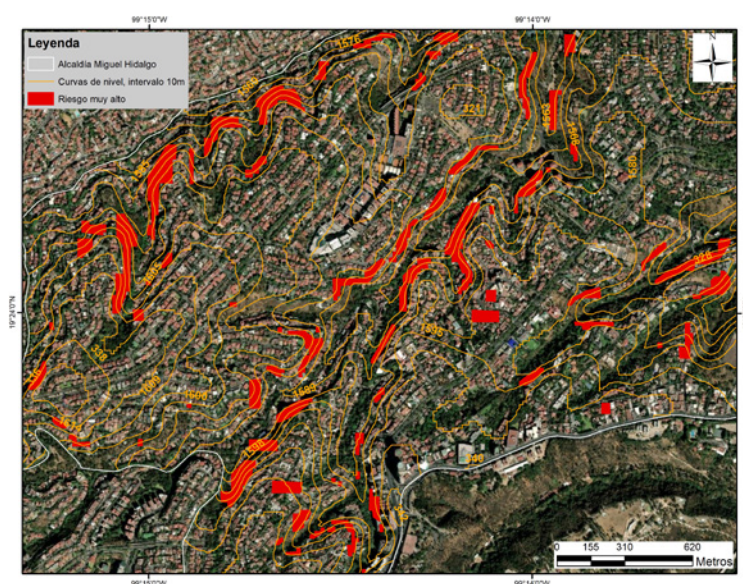


Figura 3

Variables de riesgo alto y curvas de nivel en el suroeste de la alcaldía Miguel Hidalgo

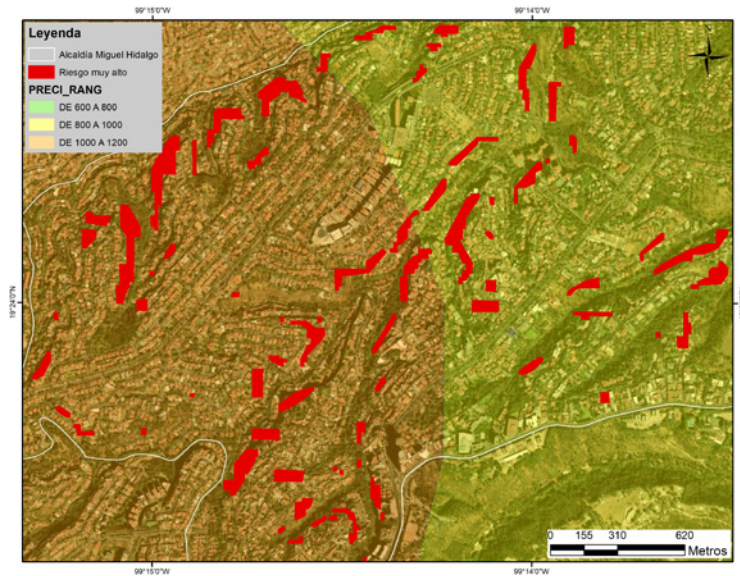
Nota. Los datos topográficos con base en la elevación proceden del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), 2023 y se elaboró con el software ArcGis.

Por último, se elaboró el mapa final que muestra las áreas con un mayor grado de riesgo ante el potencial aumento en el número de niveles en construcciones ubicadas en zonas de ladera. Este resultado se obtuvo del análisis combinado de la pendiente y del porcentaje de precipitación anual (véase la Figura 4).

Figura 4

Variables de pendiente y precipitación anual en el suroeste de la alcaldía Miguel Hidalgo

Nota. Los datos del rango de precipitación total anual proceden de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2025 y se elaboró con el software ArcGis.



En la Figura 4 se evidencia el aporte de la cartografía aplicada a la identificación de áreas susceptibles a deslizamiento frente a un potencial aumento en el número de niveles, pues expone las zonas en las que la población no debería construir más pisos en sus viviendas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2022). Para ser más específicos, la cartografía anterior demuestra que la variable de precipitación para el llenado de la cuenca de México (que es la que conforma geomorfológicamente a la CDMX) instaure un riesgo mucho mayor en zonas con pendiente abrupta.

Para ratificar lo expuesto, se realizó trabajo de campo en la calle Bosque de Sabinos, ubicada en la colonia Bosque de las Lomas en la alcaldía Miguel Hidalgo. Según la cartografía del presente análisis, sus edificaciones en zonas de pendiente presentan diversos niveles de riesgo (Figura 5).

**Figura 5**

Edificaciones en zonas de pendiente en la colonia Bosque de las Lomas en la alcaldía Miguel Hidalgo

Nota. Fotografía tomada por los autores en la calle Bosque de Sabinos (fecha de captura: 10/01/24)

Es importante precisar que se encontraron nuevas edificaciones en dichas zonas de pendiente. Se observó que el número de pisos era hasta de cuatro (Figura 6). Justamente, esta situación representa el elemento central del presente estudio.

**Figura 6**

Nuevas edificaciones en zonas de pendiente en la colonia Bosque de las Lomas en la alcaldía Miguel Hidalgo

Nota. Fotografía tomada por los autores en la calle Bosque de Sabinos (fecha de captura: 10/01/24)

Asimismo, durante el trabajo de campo se evidenció la instalación de sistemas de drenaje para la estabilización de taludes (Figura 7). Estos muestran que el nivel de precipitación —entre otras características geográficas— origina, en diversas ocasiones, situaciones de riesgo geomorfológico y posibles deslizamientos de ladera.

Figura 7

Sistemas de drenaje en zonas de pendiente, Colonia Bosque de las Lomas, Alcaldía Miguel Hidalgo

Nota. Fotografía tomada por los autores en la calle Bosque de Sabinos (fecha de captura: 10/01/24)



Por lo anterior, al relacionar la pendiente con el porcentaje de precipitación que se muestra en la Figura 5 de manera cartográfica, se determina que no debería autorizarse, bajo ningún argumento, un aumento de niveles adicionales a los ya existentes, sin un previo conocimiento geográfico de la zona. La incorporación de nuevos elementos arquitectónicos en las construcciones podría incrementar el riesgo y, por ende, provocar posibles deslizamientos de tierra. Sin embargo, la arquitectura y la geografía pueden colaborar en el diseño y ejecución de nuevos elementos de seguridad estructural que garanticen edificaciones más seguras.

Por ello, es de suma importancia conocer las características geográficas generales del terreno a través de un trabajo cualitativo y cuantitativo previo a la edificación. Asimismo, el análisis teórico y empírico plantea posibles soluciones a la problemática evidenciada, como la identificación de viviendas en las que debe limitarse la construcción de nuevos pisos, así como la aplicación de refuerzos arquitectónicos estructurales en aquellas que ya poseen un número adicional de niveles. Por último, el reconocimiento cartográfico de las zonas en las que no debe autorizarse un aumento en la construcción vertical debe ser preciso y estar fundamentado en un trabajo multidisciplinario que permita establecer decisiones urbanas importantes.

CONCLUSIONES

La utilización de la cartografía para exponer los niveles de riesgo en zonas urbanas ya establecidas es de suma importancia, y también resulta fundamental su interpretación y socialización entre los habitantes. Además, el mapeo, el trabajo de campo y la delimitación del número de niveles permitidos en determinadas zonas constituyen una propuesta eficiente para limitar el crecimiento vertical en espacios con algún porcentaje de riesgo. Cabe precisar que, en caso de edificar en sitios con algún nivel de riesgo, tendrá que instaurarse un análisis metódico para revelar cada uno de los componentes geográficos del terreno.

Durante los últimos diez años han existido muchos avances en el mapeo con los SIG. Si bien en el 2005 se comenzaron a utilizar en algunos países de América Latina, actualmente los SIG se han convertido en una herramienta indispensable para planificar, analizar, concertar y ayudar a la toma de decisiones en el ámbito de los riesgos. Por ello, la propuesta de un índice de riesgo en zonas de la CDMX es necesaria, así como es urgente la puesta en marcha de planes referidos a la protección de los habitantes.

La edificación no siempre resulta perjudicial, ya que puede constituir un patrimonio seguro para diversas personas. Sin embargo, cuando no es adecuadamente implementada y verificada por especialistas en arquitectura o ingeniería civil, puede favorecer una consolidación y densificación urbana inadecuadas. Por ello, debe analizarse desde una perspectiva centrada en la relación del entorno construido.

Es importante destacar que, en ciertos países latinoamericanos, la autoconstrucción —debidamente establecida y auditada— puede constituir hasta cierto punto un recurso válido (Alfaro, 2007); sin embargo, la construcción en determinadas zonas necesita forzosamente una mirada arquitectónica profesional. Por ello, cualquier construcción nueva o ampliación en el número de pisos debe ser verificada y ejecutada por un profesional en arquitectura o ingeniería civil.

Cuando asentamientos informales ocupan barrancas, transforman los medios ecosistémicos del entorno geográfico: desestabilizan el equilibrio natural, incitan a desastres y fomentan la creación del urbanismo de ladera no regulado. Ante ello, es importante evitar que el urbanismo de ladera aumente y se convierta en un riesgo

aún mayor, debido al número de pisos (según el análisis empírico, las viviendas en la alcaldía Miguel Hidalgo llegan hasta los cuatro pisos construidos). Además, cabe destacar que es necesario que el proceso de autoconstrucción no conciba un urbanismo caótico y que, por el contrario, existan áreas de vivienda seguras libres de riesgos geomorfológicos.

Si bien cuatro pisos en una construcción no es el número óptimo de niveles, esa cantidad se observó directamente en el trabajo de campo. La *Guía básica para la autoconstrucción de vivienda segura*, publicada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, que es el organismo federal en México para atender fenómenos naturales o antropogénicos (según las causas que los generan), establece técnicas para reducir los riesgos. Allí se menciona lo siguiente:

El objetivo de esta guía es orientar a la población para diseñar y construir adecuadamente una vivienda segura, resistente a sismos y huracanes, hasta de dos niveles. También brinda elementos para asegurarse de que no existan manifestaciones de riesgo físico en el entorno. (Aragón Cárdenas et al., 2021, p. 11)

Entonces, al comprender que los deslizamientos de ladera son ocasionados en gran medida por sismos o por el reblandecimiento de tierra debido a la precipitación, se establece que el número máximo de niveles permitidos para la construcción debe ser dos. Por ello, es importante establecer un diálogo entre arquitectos y geógrafos para que, de manera conjunta, identifiquen el número de pisos máximo para edificar en zonas de ladera, considerando inicialmente el límite planteado de dos niveles.

Luego de analizar la cartografía obtenida del mapa final (Figura 5), se ratificó con el trabajo de campo realizado en la colonia Bosque de las Lomas que el mayor porcentaje de riesgo en la alcaldía Miguel Hidalgo se encuentra en el suroeste. Dicha zona, marcada de color rojo (Figura 2), debe ser tratada como un área de cuidado especial ante posibles deslizamientos de tierra, a lo que se agregan la pendiente y el grado de precipitación anual, por lo que debe evitarse la construcción de un mayor número de niveles.

Es importante precisar que el análisis de riesgo geomorfológico se centró en los factores de pendiente y precipitación. Sin embargo, el componente estructural en las viviendas debe abordarse desde el

enfoque de la ingeniería civil y la arquitectura, a fin de elaborar técnicas constructivas seguras y adecuadas al área arquitectónica y al contexto geográfico. De este modo, se destaca la importancia de instaurar la multidisciplinariedad y comunicación entre las ciencias geográficas y arquitectónicas.

Asimismo, es preciso mencionar que, en la actualidad, son escasos los estudios que se centran en la autoconstrucción aunada al riesgo de deslizamientos de tierra derivado del aumento del número de niveles. En el contexto de América Latina, el conocimiento antes mencionado es todavía limitado, por lo que resulta fundamental difundirlo y promover su aplicación en otras regiones del mundo en las que las características geomorfológicas sean parecidas o muy similares al área evaluada.

Finalmente, cabe recordar que cualquier configuración rural, reconfiguración urbana, contención de la construcción de un número adicional de pisos en viviendas, ampliación de viviendas en zonas de riesgo, entre otros, deberán realizarse con información constante y concertada entre gobernantes y población, siempre con el objetivo de proteger a los habitantes más vulnerables y así evitar episodios de desalojos forzosos y actos de violencia.

REFERENCIAS

- Aceves Quesada, J. F., Legorreta Paulín, G., Lugo Hubp, J., Umaña Romero, J., & Legorreta Cuevas, H. A. (2016). Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. *Investigaciones geográficas*, (91), 43-55. <https://doi.org/10.14350/rig.46503>
- Alfaro, S. (2007). Teleformación y autoconstrucción de vivienda. Bases para un modelo de ayuda informatizada. *Revista INVI*, 22(59), 115-131. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2007.62136>
- Aragón Cárdenas, J., Flores Corona, L., & López Bátiz, O. (2021). *Guía básica para la autoconstrucción de vivienda segura*. Centro Nacional de Prevención de Desastres; Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/432-GUIABASICAAUTOC ONSTRUCCIONVIVIENDASEGURA.PDF>
- Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo. (2018). *Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo*. <https://miguelhidalgo.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2021/07/Atlas-Riesgo.pdf>

- Barragán-León, A. (2019). Cartografía social: lenguaje creativo para la investigación cualitativa. *Sociedad y Economía*, (36), 139-159. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i36.7457>
- Bolaños, Á. (2022, 01 de septiembre). Desalojan a 4 personas por deslizamiento de tierra en Tlalpan. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2022/09/01/capital/desalojan-a-4-personas-por-deslizamiento-de-tierra-en-tlalpan-1848>
- Botero, A., & Bedoya, J. (2014). *Factibilidad para la construcción de un edificio en un lote o vivienda unifamiliar* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. Repositorio institucional Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/items/65f7abc1-75b1-4e9c-a72c-61844577428a>
- Bran, V. (2019, 20 de agosto). Lo bueno y lo malo de la autoconstrucción en México. *Reporte Índigo*. <https://www.reporteindigo.com/indigonomics/lo-bueno-y-lo-malo-de-la-autoconstruccion-en-mexico/>
- Buendía, L., & Reinoso, E. (2019). Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017. *Revista de Ingeniería Sísmica*, (101), 19-35. <https://doi.org/10.18867/ris.101.508>
- Castaño, S., & Carvajal, G. (2009). Características de la vivienda localizada en zonas de alto riesgo por inundación: una mirada a los aspectos ambientales y de apropiación tecnológica. *Páginas. Revista Académica e Institucional de la UCPR*, (85), 107-136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4897929>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2018). *Deslizamientos de tierra y aludes de barro*. <https://www.cdc.gov/es/disasters/landslides.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2025). *Precipitación total anual*. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/precip/isoyt1mgw
- Fisch, S., Etulain, J., & Pagani, G. (2011). Las problemáticas conceptuales para el diseño de la vivienda contemporánea. *Cuaderno urbano. Espacio, cultura, sociedad*, 11(11), 27-57. <https://doi.org/10.30972/cm.1111566>
- Gelabert Abreu, D., & González Couret, D. (2013). Progresividad y flexibilidad en la vivienda. Enfoques teóricos. *Arquitectura y Urbanismo*, 34(1), 17-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834402003>
- García-Zárate, M. (2013). Aplicación de SIG para detectar zonas de vulnerabilidad y riesgo por la ubicación de estaciones de servicio en la zona urbana. Caso estudio Ensenada, Baja California. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 162-169. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/224>
- Gezan, T. (2000). Sistemas de información geográfica aplicados en protección civil. *Revista de Geografía Norte Grande*, (27), 103-109. <https://revistanortegrande.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/43303>

- González-Bolaños, F., Olguín-López, J. L., Palomera-García, C., & Guevara-Gutiérrez, R. D. (2023). Identificación espacial del riesgo por deslizamiento de tierra en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Revista Geográfica de América Central*, 1(70), 349-376. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.70-1.13>
- González Orozco, C., & Flórez Yepes, G. (2022). Vulnerabilidad física en viviendas de la periferia en Manizales, Colombia. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 37(3), 935-976. <https://doi.org/10.24201/edu.v37i3.2022>
- Hernández, D. L. (2022, 22 de julio). Alcaldía AO hace llamado al Gobierno de la CDMX para atender deslizamientos de tierra en laderas. *La Crónica de Hoy*. <https://www.cronica.com.mx/metropoli/alvaro-obregon-lleva-cabo-medidas-intervencion-evitar-vecinos-esten-peligro.html>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2022). *Elaboración de cartografía geomorfológica digital en 2D aplicada a levantamientos de suelos*. https://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/in-agr-pc02-03_elaboracion_de_cartografia_geomorfolologica_0.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Datos topográficos con base en la elevación*. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>
- López, J. (2021, 25 de octubre). En la Gustavo A. Madero viven en alto riesgo 180 predios. *Excelsior*. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/en-la-gustavo-a-madero-viven-en-alto-riesgo-en-180-predios/1478916>
- Luna, E. (2022, 6 de enero). Jardín de vivienda en Lomas de Chapultepec se derrumba; no hay lesionados. *Telediario*. <https://www.telediario.mx/comunidad/lomas-chapultepec-cdmx-jardin-derrumba-lesionados>
- Mardones, M., & Vidal, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. *EURE*, 27(81), 97-122. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008100006>
- Moreno, H., Vélez, M., Montoya, J., & Rhenals, R. (2006). La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquia: análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intraanual y diaria. *Revista EIA*, (5), 59-69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149216902004>
- Maskrey, A. (Ed.). (1998). *Navegando entre brumas. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina; ITDG. <https://iiab.me/modules/es-soluciones/pubs/MTU2.pdf>
- Orrego, F. (1992). Las relaciones entre los países de América Latina y los Estados Unidos: límites regionales y entendimientos globales. *Estudios Internacionales*, 25(97), 23-40. <https://doi.org/10.5354/0719-3769.1992.15474>
- Redacción. (2022, 28 de junio). Deslizamiento de tierra en Xochimilco deja dos heridos y dos casas afectadas. *Noticias en la mira*. <https://noticiasenlamira.com/cdmx/deslizamiento-de-tierra-en-xochimilco-deja-dos-heridos-y-dos-casas-afectadas/>

- Rivera González, O. (2022). Riesgo de origen geomorfológico en zonas rurales y urbanas ante procesos gravitacionales, Teziutlán Puebla, México. *Revista Científica Esteli. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*, 11(42), 172-190. <https://doi.org/10.5377/farem.v11i42.14697>
- Rivera González, O. & Rodríguez Van Gort, M. (2023). Territorios periurbanos marginados vulnerables a fenómenos naturales y su análisis cartográfico, México. *Espiral. Revista de Geografías y Ciencias Sociales*, 5(10), 17-40. <https://doi.org/10.15381/espisal.v5i10.25868>
- Vega Gutiérrez, J. A. (2019). Estimación del riesgo en edificaciones por deslizamientos causados por lluvias y sismos en la ciudad de Medellín, empleando herramientas de la Geomática. *Revista Cartográfica*, (92), 111–133. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i92.440>