

# **AFECTACIONES EN LA VIVIENDA POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y VINCULACIÓN CON LA POBLACIÓN POR MEDIO DE MODELOS PREVENTIVOS, MÉXICO**

## **LANDSLIDE DAMAGE TO HOUSING AND LINKAGE WITH THE POPULATION THROUGH PREVENTIVE MODELS, MEXICO**

**Dra. Mary Frances Teresa Rodríguez Van Gort**

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.

francesrv@filos.unam.mx

<https://orcid.org/0009-0003-3996-2282>

**Dr. Oscar Daniel Rivera González (autor de correspondencia y coautor).**

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.

oscarriverag@filos.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7698-7433>

### **Resumen**

Los fenómenos naturales aquejan diferencialmente a los asentamientos humanos, afectando especialmente a los sectores más vulnerables. Es importante evidenciar diversas problemáticas que existen en múltiples zonas de la Ciudad de México (CDMX), puntualizando que ciertas características geomorfológicas potencian deslizamientos de tierra, que perjudican año tras año a la población. El cambio antrópico existente en áreas naturales que han sido modificadas con el paso de los años, causa efectos adversos según la pendiente, al establecer nula filtración debido a los materiales de construcción utilizados. Esta cuestión fomenta diversos deslizamientos de tierra. En ese sentido, la incidencia en áreas de riesgo donde se insertan tipologías residenciales debe ser atendido con base en la seguridad que existe en el entorno del espacio geográfico. Por lo anterior, se elaboró un modelo preventivo, estableciendo parámetros cuantitativos de vulnerabilidad según afectaciones en la vivienda con el objetivo de alertar y acompañar a la población para establecer una posible reubicación o alerta temprana, ante posibles eventos de deslizamiento de tierra debido a precipitaciones extraordinarias.

Palabras clave: Afectación, deslizamientos de tierra, vinculación, modelos preventivos.

### **Abstract**

Various affectations in some homes must be addressed based on the security that exists in the environment of the geographic space. The existence of natural phenomena that afflict the population is a reality, making it more vulnerable to various natural events. It is important to evidence various problems that exist and influence the population in multiple areas of Mexico City (CDMX), pointing out that certain geomorphological characteristics of the site enhance landslides, which harm the population year after year. The existing anthropic change in natural areas that have been modified over the years, cause adverse effects depending on the slope, by establishing no filtration due to the construction materials used, promoting various landslides. Therefore, a preventive model was elaborated, establishing some quantitative parameters of vulnerability according to affectations in housing, with the final objective of explaining to the population for a possible relocation or alert, before possible landslides due to extraordinary precipitations.

Keywords: Affectation, landslides, linkage, preventive models.

Fecha de recepción: 03 de mayo de 2022

Fecha de aceptación: 12 de diciembre de 2023

## Introducción

Las causas de diversas afectaciones en la vivienda deben ser comprendidas y esclarecidas desde la opinión de expertos en el tema que deben ser especialistas en ciencias físicas y sociales con la finalidad de generar soluciones eficientes. La gran importancia de la multidisciplinariedad entre ciencias debe ser en beneficio para la sociedad ante cualquier problemática existente, creando información que aporte, pero que al mismo tiempo respete la contribución de las ciencias inmersas en dicho resultado (González et al., 2017). La geomorfología es tan diversa en algunas regiones de la república mexicana que la hace poco habitable según el grado de pendiente existente, potenciando afectaciones en viviendas y evidenciando las problemáticas en episodios de deslizamientos de tierra.

Acontecimientos geomorfológicos adversos que ocasionan daños a la población, son tan recurrentes que se observan de manera normal por su grado de repetición, los cuales, se incrementan debido a la deforestación y el crecimiento de núcleos urbanos (Bernabeu y Díez, 2014). Diversos espacios geográficos reúnen una serie de características que los hacen no habitables, debido mayormente a su hidrografía, edafología y geomorfología; sin embargo, son forzados por medio de la utilización de materiales de construcción con el objetivo de hacerlos más habitables.

Es una necesidad para la población en general y más aún para la de escasos recursos económicos, establecerse en sitios disponibles, forjando un sentimiento de patrimonio entre el espacio físico y su núcleo familiar, aunque esto suponga un riesgo latente (Molar y Aguirre, 2013). La gestión del riesgo debe ser comprendida como el establecimiento de medidas de atención antes que recuperación, recordando que cuando se genera atención posterior al acontecimiento catastrófico; es de mínima ayuda el resarcir los daños cuando podría existir una protección con antelación.

La adecuada planificación urbana se debe implementar en sitios donde las características geográficas no son seguras, así mismo el tema de reestructuración urbana debe ser ejecutada con base en la construcción de modelos cualitativos y cuantitativos, trabajados desde gabinete incorporados en campo.

Diversas características de erosión, precipitación, reblandecimientos y desgaste del sitio, potencian el riesgo de deslizamientos de tierra, por ello, la implementación de medidas cuantitativas es de gran apoyo para la protección de la vivienda (Hernández y Velásquez, 2014).

La explicación y acercamiento a la población, así como la vinculación de los académicos y políticos con los posibles afectados, organizará el trabajo multidisciplinario con la finalidad de atender por medio de la concientización y explicación en detalle los modelos obtenidos del trabajo realizado, siempre con respeto y nunca con imposición.

## Zona de estudio

Álvaro Obregón se encuentra al poniente de la CDMX, por su composición geomorfológica establece grandes pendientes y formación de cuerpos hidrográficos que implantan vulnerabilidad alta para la población que construye su patrimonio en la zona, así mismo, la construcción de numero de niveles en edificaciones ya consolidadas va en aumento (Figura 1).

El crecimiento urbano según las características del terreno incentiva a que algunas zonas de la ciudad sean inseguras para la construcción de viviendas; existiendo a lo largo de los años episodios de deslizamientos de tierra debido a lluvias extraordinarias, combinado con otras características geográficas.

Figura 1. Zona de estudio, alcaldía Álvaro Obregón, CDMX.



Fuente. Elaboración propia.

El incremento de los regímenes pluviales, acrecienta las zonas inundables en temporada de lluvias, el reblandecimiento de laderas fomenta la caída de material y por ende afecta la infraestructura de las viviendas, las cuales, se encuentran en lugares con características extremadamente riesgosas ocasionando en diversos momentos decesos en la población (Rivera, 2022).

El grado de autoconstrucción existente en diversas partes de la CDMX es preocupante, así mismo, el establecimiento de arquitectura no supervisada por profesionales de la construcción estimula aún más el riesgo de presentar afectaciones en la vivienda, inclusive utilizando materiales para la construcción de baja calidad y resistencia, lo que supone un riesgo latente ante posibles deslizamientos de tierra.

El origen de la vulnerabilidad proviene cuando entre la población y la geografía del lugar no existe una relación de seguridad, por ello, la amenaza es latente en todo momento, limitando la garantía de resistir, asegurarse, adaptarse o evolucionar, ante fenómenos naturales que afectan sus viviendas suscitándose un riesgo latente (Sangabriel y Artiles, 2012).

La colonia Barrio Norte (Figura 2) es elegida dentro de la alcaldía Álvaro Obregón solo como muestra de la problemática general que existe, mostrando nivel socio-económico muy bajo, esto es directamente proporcional al grado de recuperación tardío en caso de ocurrir algún deslizamiento de tierra u otra afectación en la vivienda.

**Figura 2.** Zona de estudio Colonia Barrio Norte y área de riesgo de presentar deslizamientos de tierra.



Fuente. Elaboración propia.

Existe actualmente una amplia legislación en cuanto a instrumentos de planeación urbana, sin embargo, la gestión entre el nivel municipal, estatal y federal, no establece mecanismos de construcción seguros para futuras viviendas al permitir autoconstrucción en zonas con características inestables según la geomorfología del sitio.

Específicamente en la colonia Barrio Norte han acontecido deslizamientos de tierra, los que han afectado la estructura arquitectónica de las viviendas según la erosividad y pendiente del terreno. Lo anterior, se constata con noticias periodísticas nacionales (Redacción, 2020), observándose los graves daños en el domicilio analizado, evidenciando que la protección civil en México resarce el daño y no lo previene en la mayoría de ocasiones.

### **Marco Teórico**

Es muy importante explicar las posibles soluciones según el estado del arte que existe de la presente problemática, la teoría ayuda a comprender las diversas situaciones sin necesariamente visitar el sitio, sin embargo, para un diagnóstico más oportuno; es de vital importancia acudir al área de estudio, por lo anterior, a continuación, se explica desde la teoría cuales son las posibles causas y soluciones.

El estudio de cualquier característica geográfica apoya a la planeación urbana, al establecer nexos entre ciencias para un mayor orden en la edificación de viviendas en zonas con características inseguras (Lugo, 1988). Conocer las poblaciones que serían más afectadas por algún desastre, sirve para desarrollar una gestión proactiva del riesgo. Con la finalidad de desarrollar medidas preventivas y acciones estructurales según la ordenación del territorio y estructuración urbana, disminuyendo la vulnerabilidad ante el riesgo (Jaque, Lara y Merino, 2017). Lo anterior, muestra y revela que cualquier desastre que afecte a las viviendas puede ser prevenido, estableciendo con antelación la adecuada modelación urbana con la finalidad de brindar seguridad a los hogares de futuros habitantes.

Es muy importante definir el término vulnerabilidad, el cual, encierra una gran complejidad en la actualidad, refiriéndose a la posibilidad de daño en alguna persona o grupo de población y a la condición mortal del ser humano, lo anterior, en la mayoría de las ocasiones tiene diversas dimensiones y grados de afectación (Feito, 2007). Para una mejor comprensión y no confusión entre los términos amenaza, vulnerabilidad y riesgo, a continuación, se explica brevemente el manejo y posibles acciones de protección a la población en cada uno de ellos.

Acciones ante amenaza: Construcción de estructuras de contención en la ladera.

Implementación de sistemas de drenaje o sub-drenaje.

Reconformación de la superficie de la pendiente.

Acciones ante vulnerabilidad: Puesta de mallas de contención de caídos en la ladera.

Construcción de túneles falsos en la pared del talud.

Acciones ante riesgo: Aviso urgente de alarma o desalojo.

Concientización a la población de relocalización inmediata.

Ejecutar acciones de emergencia de posible reubicación en zonas cercanas (Suarez, 2009, p. 578).

En diversas investigaciones, los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se han estudiado por separado, sin embargo, están enlazados, aunque cada uno de ellos tiene su frontera, misma que no puede ser sobrepasada. Por ello, es importante analizar cada uno de los componentes de los términos, mismos que a su vez, dependen cada uno de ellos para el proceso final llegando al riesgo inminente (Díaz, 2018).

La evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad es de gran aporte, desde un estudio de caso, la evaluación del riesgo es estudiada desde la perspectiva de la vulnerabilidad física, esto es un ejemplo de que el riesgo y la vulnerabilidad son distintos, pero a su vez indispensables entre ellos para su análisis (Yelena, 2016). Por lo anterior, es preciso conocer los horizontes y alcance de cada uno de los términos mencionados.

Reforzando lo anterior, es importante puntualizar que el estudio minucioso del nivel de amenaza puede llevarse a cabo con un procedimiento de evaluación de riesgo (Hjorth, 2018), por lo que el resultado y posible evacuación a la población según el grado de riesgo presente, será de gran confiabilidad y certeza al momento de establecer medidas de protección civil.

Los permisos de construcción arquitectónica deberán basarse en todo momento al mapeo de zonas que contengan amenazas por diversos factores geográficos, lo cual, ayudará a comprender con mayor precisión en que zonas se deberá urbanizar (Suarez, 2013). Es importante conocer la mayoría de las características geográficas, geomorfológicas, hidrográficas, edafológicas, entre otras, para comprender con métodos cuantitativos la ejecución o no de viviendas.

El ser humano, como el resto de los seres vivos, se encuentra sometido a su espacio geográfico el que proporciona elementos necesarios para la existencia de las sociedades, estableciendo en ocasiones amenazas y peligros, contrarios al bienestar del hombre y en momentos a su propia supervivencia (Calvo, 1984).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la actualidad apoyan la comprensión y prevención de desastres por deslizamientos de tierra. Al realizar una nueva cartografía geomorfológica se establecen métodos para la elaboración de mapas de susceptibilidad a deslizamientos y así evitar riesgo con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes (García, 2015). Los SIG actualmente son utilizados para de la georreferenciación de zonas en diversos ámbitos, por lo cual, con base en la información obtenida directamente en campo se analizan y construyen mapas de gran aporte.

En los últimos años, la aparición de sistemas tecnológicos ha incrementado la velocidad del desarrollo técnico y, lo que quizás sea más significativo, la invención e innovación de proyectos de evaluación de riesgos de desastre (Bechmann, 1995) establecen parámetros puntuales sobre modelaciones futuras y posibles afectaciones en la vivienda por deslizamientos de tierra.

### **Metodología del modelo y análisis en los SIG**

La metodología que se explicará a continuación emplea el trabajo de campo y de gabinete sobre los diversos parámetros cuantitativos de vulnerabilidad según las afectaciones en la vivienda ante potenciales deslizamientos de tierra. Dicho modelo fue elaborado en el SIG ArcMap, el cual, deberá ser ejecutado según cada una de las etapas para mayor precisión, sin embargo, en caso de requerir cambiar alguna de las fases, se tendrá que evaluar la modificación de dicha metodología; respetando los resultados que otorga el SIG a los fines de no alterar el resultado final.

Etapas de la metodología:

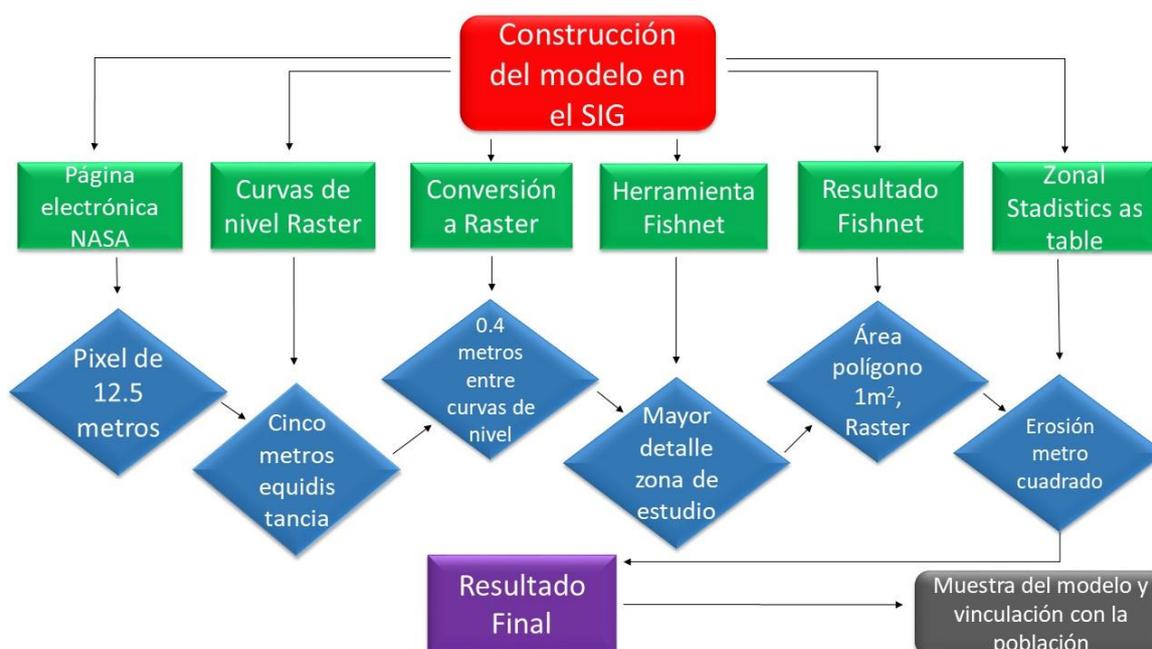
1. Descarga gratuita de información geomorfológica de la zona de estudio por medio de la página electrónica de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) (National Aeronautics and Space Administration, 2021), la cual, permitirá establecer y trabajar con un nivel de detalle suficiente para la evaluación del grado de erosión de la zona de estudio y afectaciones en la vivienda.
2. Obtención de curvas de nivel de la imagen Raster. La geomorfología de la zona de estudio por medio de sus elevaciones es de mucha importancia, ya que el grado de pendiente y erosividad generan un mayor riesgo de presentar deslizamientos de tierra.
3. Curvas de nivel a formato Raster. La utilización de las herramientas en el SIG es de mucha importancia, ya que dicho software informático dedicado al análisis del territorio es preciso, sin embargo, su aplicación debe ser cuidadosa para evitar errores en la metodología y por ende, en el resultado del modelo.
4. Creación de fishnet, información de datos geográficos. La obtención de un mejor y mayor detalle de la zona de estudio es substancial para el resultado, por ello, la caracterización y número de información geográfica por polígono será de  $1\text{m}^2$ , puntualizando que la herramienta de la presente etapa se encuentra en la caja de herramienta del SIG utilizado.
5. Conversión con herramienta Zonal Statistics as table (rangos muy bajos, bajos, medios, altos y muy altos, de la erosión). La aplicación de dicha herramienta se encuentra en la caja de herramientas anteriormente mencionada, la cual, se deberá

utilizar sin realizar la sustitución por otra opción, ya que podría ocasionar errores en la interpretación del modelo, en el resultado y en las conclusiones.

6. Resultado final. La conclusión de la elaboración y metodología del modelo deberá ser ratificada directamente en campo, en caso de ser posible con muestras de laboratorio y mediciones, puntualizando que la información generada puede contener rangos de errores, los cuales, deberán ser reparados directamente en el terreno, en caso contrario, mencionar que dicho modelo contiene diversos rangos de error al trabajarse de manera únicamente digital.

Es importante mencionar que la metodología implementada puede ser trabajada en cualquier SIG gratuito o de paga (Figura 3), ya que las herramientas utilizadas en el presente modelo, son equitativas en algunos otros softwares informáticos que de igual manera analizan las características geográficas del terreno y permiten la modelación de escenarios de riesgo en zonas de ladera.

**Figura 3.** Metodología para la elaboración del modelo



**Fuente.** Elaboración propia.

### Aportación de los SIG en los modelos de prevención ante deslizamientos de tierra

La gran contribución de los SIG al análisis del territorio es de relevancia para el análisis de cualquier elemento del espacio geográfico. En la actualidad se pueden realizar

interpretaciones y diversos modelos desde el manejo y comprensión de los SIG, lo cual, debe ser solo manipulado y trabajado por especialistas en el tema.

Los SIG nos permiten almacenar y manipular grandes cantidades de datos referidos al territorio, realizar análisis espaciales y crear cartografía temática a partir de ellos (Alcázar, 2000); sin embargo, siempre debemos ser cuidadosos con la correcta utilización de las herramientas que existen en dichos softwares. La utilización de los SIG es creciente y complementada con otro tipo de geo-información, la cual, debe ser obtenida con otras herramientas. Tanta es la confiabilidad de este tipo de softwares que se utilizan para realizar modelos proyectivos sobre diversas afectaciones que acontecen en el mundo.

La implementación de mapas de riesgo en cualquier vertiente esta generada por diversas bases de datos descargables obtenidas a través de fotointerpretación, identificando áreas e instalaciones susceptibles a diversos riesgos en zonas rurales o urbanas (Aguirre, 2013). Por lo anterior, es la confianza que se le establece a los SIG actualmente en cuanto a información que producen para la elaboración de modelos preventivos en zonas de ladera; es muy importante siempre actualizar los datos del modelo para que el resultado sea verificado constantemente con el objetivo de minimizar el grado de error que pueda existir, recordando que se evalúan posibles afectaciones a poblaciones dependiendo del análisis que se realiza.

El papel preponderante de los SIG y la geografía ofrecen directamente un orden jerarquizado para la planificación como componente de ordenamiento territorial, debemos recordar la estrecha vinculación entre planificación y gestión, por lo tanto, es importante indicar el protagonismo que presentan los SIG para la gestión territorial y cuidado de la población con el objetivo de constituir implementación de futuras soluciones (Buzai y Baxendale, 2013).

La propuesta de reestructuración urbana con base en el adecuado reordenamiento territorial debe ser preciso y confiable, el conocimiento implantado por los SIG en diversos tomadores de decisiones es muy importante, ya que la elaboración de un mapa y por ende de un modelo capaz de identificar riesgos en determinada región sería ideal para la protección a los habitantes, enfocándonos en el presente artículo en los deslizamientos de tierra.

### **Limitantes de los SIG en modelos de prevención ante deslizamientos de tierra**

Diversas limitantes existen actualmente en los SIG, aunque estas pueden ser subsanadas visitando directamente la zona evaluada o con fotointerpretación muy puntual por medio de georreferenciación de puntos de control, lo anterior, debe ser siempre reforzado con técnicas trabajadas en campo, con el objetivo de construir un grado de error mínimo.

La mayoría de las aplicaciones de los SIG son especialmente dirigidas a la gestión del riesgo en entidades territoriales. Estas aplicaciones permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, suministrando herramientas para el análisis espacial de

la información, sin embargo, en ocasiones no toda la población tiene acceso para su utilización o consulta (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2006).

El uso actual de tecnología informática no se encuentra al alcance de toda la población en cuanto a su visualización y utilización, en México algunos investigadores carecen de herramientas tecnológicas para comprender y manejar dichos SIG, aunque son conocidos y su crecimiento es constante; aunado a lo anterior, la población que desea conocer la información generada por dichos SIG, es complicada para ellos en cuanto a visualización debido a la ausencia de un computador robusto o algún tipo de teléfono inteligente para conocer y visualizar las características geográficas de la zona en donde habitan.

Centrándonos en el análisis de la topografía del terreno, generalmente se representa con un análisis bidimensional y tridimensional, con el objetivo de examinar la superficie, construyendo modelos digitales de elevación. En este aspecto los SIG presentan algunos inconvenientes en cuanto al trabajo e interpretación, ya que se necesita forzosamente un computador de alto desempeño, gran almacenamiento y pantallas de alta resolución (Sáenz, 1992).

Actualmente es prácticamente imposible construir modelación según las características del terreno con un computador que no cuente con las características mencionadas anteriormente, por ello, es muy complicado la elaboración de cartografía puntual cuando no se poseen las herramientas adecuadas, lo cual, es una limitante para el investigador, estudiante o público en general.

La información obtenida de SIG la mayoría de las ocasiones es solo visible y manipulable en el mismo SIG, representando dificultades para la exportación de importación de datos a otro SIG distinto, por lo cual, independientemente de ser softwares de paga o gratuitos, algunos datos y herramientas no pueden trabajarse y ser visualizados entre los mismos SIG, puntualizando que en ocasiones puede lograrse lo anterior, sin embargo, es muy complejo lograrlo y visualizarlo (Villalta, 2011).

Para la iniciación de algún proyecto, modelo o mapa, con el objetivo de que su implementación sea correcta, es recomendable ejecutarlo en un solo SIG, actualmente es probable la exportación de datos georreferenciados entre softwares, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones es muy complejo su logro y constantemente suceden errores en el almacenamiento, esperando que en un futuro cualquier dato visualizado en algún SIG pueda utilizarse libremente en cualquier otro, independientemente de la compañía dueña de la licencia, ya sea de libre acceso o de paga.

Por lo anterior, se observa que diversas limitantes existentes en la utilización de los SIG influyen en la obtención final del modelo, confiando que en próximos años dichos softwares sean compatibles y que su manipulación la pueda realizar cualquier investigador, estudiante o habitante en general.

## **Trabajo empírico para la toma de decisiones según el resultado de modelos de prevención ante deslizamientos de tierra.**

El resultado de cualquier modelo o mapa final elaborado en algún SIG debe ser constatado directamente en territorio, ya que, siempre existirá algún grado de error digital que debe ser estudiado y subsanado en campo, lo anterior, para establecer modelos precisos y puntuales, mismos que sea confiables para la implementación de soluciones a diversas problemáticas en las cuales se encuentre inmersa la población.

La planificación virtual por medio del uso de SIG, implica la intervención en el territorio y la interacción con los sistemas sociales, económicos y políticos, con el objetivo de construir gestión entre ellos y ejecutar soluciones reales (Arancibia, 2008).

Es muy importante que la gestión realizada en territorio con base en los resultados del SIG siempre establezca un contacto directo entre población y tomadores de decisiones, algo que debe ser permanente y de constante concertación. La planificación que se realiza virtualmente no puede implementarse sin conocer todas las características del territorio, por ello, antes de ejecutar cualquier gestión del territorio, debe visitarse la zona de estudio una vez obtenidos los datos del SIG.

La investigación basada en SIG aplicada a la sociedad tiene mucho camino por recorrer, los beneficios que pueden obtenerse de la utilización de dichos sistemas es infinita, lo que permitirá la interrelación entre sociedad, académicos y políticos, todo ello para un bien común y protección a la población (Radicelli et al., 2019).

La gran aportación de información geográfica y de cada una de las características del suelo debe ser analizada también con el conocimiento de la población, son de mucho valor los datos de los SIG, sin embargo, deberán ser complementados con las problemáticas que viven realmente los habitantes, la coordinación y trabajo que debe existir entre población, investigadores y políticos debe ser constante, siempre en beneficio y cuidado de la sociedad ante alguna amenaza.

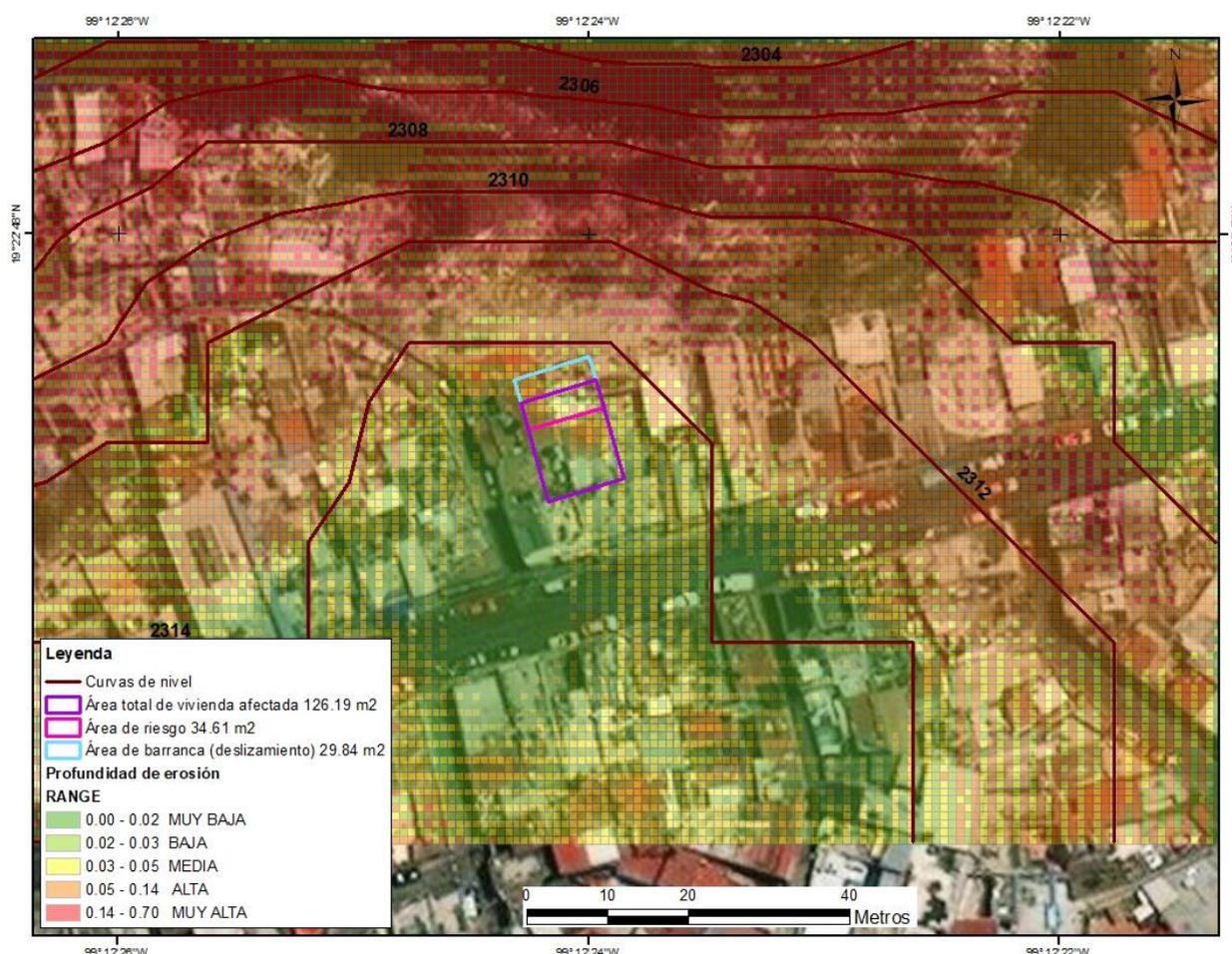
En general el trabajo empírico debe ser una parte de la decisión según el resultado del modelo, las entrevistas, historias de vida, muestras de laboratorio y recorridos visuales, proveer información que sustenta el resultado final del modelo, de no ser así, difícilmente se podrá tener confiabilidad en la implementación de la solución.

## **Resultados**

La seguridad en la vivienda debe ser un derecho del habitante independientemente del entorno geográfico que exista, diversas afectaciones por deslizamientos de tierra siguen afectando año con año a diversas partes de la CDMX y república mexicana, es por ello, que la construcción de modelos preventivos debe ser instaurada con base en el estudio según datos cuantitativos y cualitativos.

El resultado que se muestra a continuación (Figura 4) deberá ser expuesto primeramente a la familia en cuestión, debido al grado de riesgo según la erosividad y pendiente; la afectación en la vivienda analiza revela que en cualquier momento el deslizamiento parcial podría convertirse en deslizamiento de tierra total fracturando la construcción, creando un catástrofe en el patrimonio y vida de los habitantes.

**Figura 4.** Mapa final de rangos de profundidad de erosión y curvas de nivel.



**Fuente.** Elaboración propia.

El mapa anterior deberá ser explicado por diversos especialistas como los son trabajadores sociales, psicólogos y sociólogos, a manera de establecer un contacto directo con los posibles afectados, y con ello, implantar nexos de prevención por medio de reubicación consensada.

La utilidad de la tecnología para la prevención de desastres debe ser constante y actualizada, trabajada a detalle con la finalidad de establecer medidas de protección a la población, por ello, la instauración de diversos modelos es concebida actualmente con aparatos tecnológicos como son los SIG y otras herramientas informáticas, constituyendo un análisis de desastres e interacción con la ciencia, tecnología y sociedad (Navarro, 2006).

La problemática abordada en el presente artículo es de origen global, sin embargo, el estudio por regiones es un comienzo para determinar grandes áreas de análisis y con ello, ser más certeros ante una posible reubicación urbana o reconfiguración del sitio evaluado.

El error que durante muchos años prevalece en el urbanismo de la CDMX, es la construcción y ampliación de zonas sin interesar la seguridad natural del terreno, es por ello, que la geomorfología, geología e hidrografía, son características que merman la seguridad de la vivienda ante posibles deslizamientos de tierra, por lo anterior, se debe ejecutar un plan de reestructuración urbana en la zona analizada y con ello, establecer medidas de prevención y no solo de corrección.

La planificación urbana deberá ser un instrumento de reconocimiento ante el crecimiento urbano no regulado, dicho análisis debe ser estudiado con antelación por medio de interdisciplinariedad y multidisciplinariedad entre ciencias físicas y sociales; con la finalidad de conocer las posibles zonas a urbanizar según las características geográficas, lo cual, será directamente proporcional a la seguridad de las viviendas (Salazar et al., 2013).

El trabajo sobre la llamada gestión social del riesgo, deberá instaurarse entre población y autoridad para establecer una concertación y evitar decesos en la población, por lo anterior, forzosamente se deberá visitar a la población eventualmente afectada y establecer un vínculo directo con ellos, con el objetivo de exponerles el resultado del modelo a través de mesas de trabajo, entrevistas y grupos focales, para con ello, sensibilizarlos y alertarlos sobre las posibles consecuencias a su vivienda, ante algún deslizamiento de tierra u otro factor ambiental que los pueda perjudicar.

## **Reflexión**

Es muy importante que la modelación y trabajo de gabinete sea explicado a detalle a la población posiblemente afectada, es comprensible que dichos habitantes defiendan de diversas maneras su patrimonio, aunque el mismo carezca de seguridad.

Por lo anterior, la explicación por medio de especialistas en ciencias de la conducta como lo son psicólogos sociólogos y trabajadores sociales, es muy importante, ya que, al establecer un contacto directo con las personas, generará concientización sobre las afectaciones futuras, logrando en ellos una posible reflexión (Correa et al., 2018).

La actualidad urbana y crecimiento que aún prevalece en zonas con características geográficas inseguras es preocupante, sin duda el entorno de la vivienda condiciona directamente el confort y seguridad de los habitantes, sin embargo, la población aprende a vivir con ello y en la mayoría de las ocasiones espera a evacuar una vez que el deslizamiento es inminente, algo que debe ser eliminado al implementar modelos de prevención como el realizado en el presente artículo.

El trabajo de concientizar, concienciar, explicar y reflexionar, es un gran reto para la seguridad de los habitantes, actualmente existe un crecimiento vertical en el número de niveles de varias viviendas a lo largo de pendientes muy abruptas (Soto, 2017), por lo anterior, se deberá hacer recapacitar a la población de que el riesgo en el que viven puede crecer aún más, y con ello, probablemente una tragedia mayor acontezca prontamente.

La imposición o expulsión forzada por parte del gobierno, no deber ser de ninguna manera una solución a la actual problemática, al contrario, genera mayores dudas y enojo en la población (Delgadillo, 2015), ya que la molestia en ellos puede ser tan grande que el grado de violencia verbal y física, podría producir lesiones graves entre pobladores y personal encargado de organizar la expulsión.

La comprensión de las consecuencias en el sector gubernamental ante posibles deslizamientos de tierra y otras consecuencias por afectaciones naturales, podría solucionar las actuales problemáticas urbanas existentes en la CDMX y en general en la república mexicana; esclarecido las zonas a desocupar debido al alto riesgo que existe en la población, y por otro lado, las zonas recuperadas no ser urbanizadas de nuevo realizando construcción inmediata de parques, centros sociales, zonas de recreación o Áreas Naturales Protegidas (ANP).

El comportamiento poblacional en cuanto al nivel de riesgo en el que se encuentra inmerso es de suma importancia, revela la percepción de los habitantes ante diversas situaciones haciéndolos más vulnerables según sus características socioeconómicas (Corral, Frías y González, 2003).

El riesgo de deslizamientos de tierra es algo que preocupa a la población. Es importante disminuir los niveles de riesgo mediante el trabajo conjunto entre autoridades, académicos y población. La vulnerabilidad debe disminuirse mediante la coordinación colaborativa, para con ello, comenzar a implementar soluciones de reubicación urbana o reforzamiento de estructuras según la explicación de modelos preventivos, para que la seguridad en las viviendas sea real.

Por último, es importante que la implementación del modelo anterior sea una contribución a nivel América Latina, lo cual, permitirá que su implementación pueda abarcar otras naciones, las cuáles, cuenten con características similares a la zona evaluada. Se debe precisar de que en caso de que las características geográficas, geológicas, geomorfológicas, hidrográficas, geofísicas, sociales, económicas, entre otras, sean distintas, se deberá hacer el ajuste necesario de manera teórica o empírica al modelo con base en dicha diferencia, con el objetivo de que la implementación de soluciones sea más efectiva y se pueda replicar en otras partes del mundo.

## Bibliografía

- Aguirre Araus, A. (2013). *Sistema de información geográfica para la gestión de la bioseguridad en la provincia Holguín*. Ciencia en su PC, (4),103-110. ISSN: 1027-2887. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181332462008>
- Alcázar Hernández, E. (2000). *Aportaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) al estudio histórico del Concejo de Jaén en la Baja Edad Media*. Universidad de Castilla-La Mancha, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. ISBN 84-8427-041-6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=962591>
- Arancibia, M. (2008). *El uso de los sistemas de información geográfica -SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos*. Polis (Santiago), 7(20), 227-238. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-65682008000100012>
- Artiles López, D. y Sangabriel, A. (2012). *Construyendo la vulnerabilidad: Un riesgo para todos*. Editorial Arquitectura y Urbanismo, XXXIII (2),68-78. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría Ciudad de La Habana, Cuba. ISSN: 0258-591X. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834404006>
- Bechmann, G. (1995). *Riesgo y desarrollo técnico-científico. Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo*. Donostia: Eusko Ikaskuntza. ISBN: 84-87471-90-0. <https://core.ac.uk/download/pdf/11501387.pdf>
- Bernabeu García, M. y Díez Torres, J. (2014). *Metodologías de análisis de riesgos en inestabilidad de laderas (Estado del arte)*. Editorial Revista Digital Del Cedex, (175). <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/396>
- Buzai, G. y Baxendale, C. (2013). *Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial*. Universidad Alberto Hurtado; Persona y sociedad; 27; 2; 9-2013; 113-141. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3836/CONICET\\_Digital\\_Nro.5009\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3836/CONICET_Digital_Nro.5009_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Calvo García, F. *La geografía de los riesgos*. Geo Crítica: cuadernos críticos de geografía humana, 1984. <http://www.ub.edu/geocrit/geo54.htm>
- Corral Verdugo, V., Frías Armenta, M. y González Lomelí, D. (2003). *Percepción de riesgos, conducta proambiental y variables demográficas en una comunidad de Sonora, México*. Región y sociedad, 15(26), 49-72. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-39252003000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252003000100002&lng=es&tlng=es).
- Correa, M., Corena, A., Chavarriaga, C., García, K. y Usme, S. (2018). *Funciones de los trabajadores sociales del área de la salud en los hospitales y clínicas de tercero y*

*cuarto nivel de la ciudad de Medellín, Colombia.* Revista Eleuthera, 20, 199-217.  
<https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/eleuthera/article/view/3025/2803>

Delgadillo, V. (2015). *Desafíos para el estudio de desplazamientos sociales en los procesos de gentrificación.* Working paper series contested cities. Realidades de procesos de desplazamiento en América Latina. [http://contested-cities.net/wp-content/uploads/sites/8/2015/01/WPCC-15002-DelgadilloVictor\\_DesafiosEstudioDesplazamiento.pdf](http://contested-cities.net/wp-content/uploads/sites/8/2015/01/WPCC-15002-DelgadilloVictor_DesafiosEstudioDesplazamiento.pdf)

Díaz Caravantes, R. (2018). *Vulnerabilidad y riesgo como conceptos indisociables para el estudio del impacto del cambio climático en la salud.* Región y sociedad, 30(73), 0006.

<https://doi.org/10.22198/rys.2018.73.a968>

Feito, L. (2007). *Vulnerabilidad.* Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 30 (Supl. 3), 07-22. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&tlng=es).

García Larramendy, M. (2015). *Los sistemas de información geográfico y su aplicación a estudios de riesgos.* Nadir: rev. electron. geogr. Austral ISSN: 0718-7130. Año 7, n° 1 enero - julio 2015.  
<http://revistanadir.yolasite.com/resources/Maria%20Celia%20Los%20Sistemas%20de%20Informacion%20G..pdf>

González García, A., Henao Villa, C., Aguirre Mesa, E., García Arango, D., Bracho Aconcha, R., Arboleda López, A. y Solorzano Movilla, J. (2017). *Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería.* Editorial Revista Lasallista de Investigación, 14 (1),179-197. ISSN: 1794-4449. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69551301017>

Hernández G. y Velásquez, S. (2014). *Vivienda y calidad de vida. Medición del habitat social en el México occidental.* Editorial Revista Bitácora Urbano Territorial, 24 (1),1-36. ISSN: 0124-7913. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74830875016>

Hjorth Boisen, S. (2018). *Evaluación y reducción de riesgo en el trabajo de campo.* Alteridades, 28(56), 73-84.  
<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcsh/alteridades/2018v28n56/hjorth>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). *Los Sistemas de Información Geográfica.* Geoenseñanza, 11 (1),107-116. ISSN: 1316-6077. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010>

Jaque Castillo, E. del C., Lara San Martín, A., y Merino González, C. (2017). *Fortaleciendo el uso de los instrumentos de planificación urbana, para la gestión de riesgos.* Ciudad

de Coronel, Región del Biobío. Revista INVI, 32(90), 107–124.  
<https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62726>

Lugo Hubp, J. (1988). *Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos)*. Editorial Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, p.14.  
<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/138/130/484-1>

Molar Orozco, M. y Aguirre Acosta, L. (2013). *¿Cómo es la habitabilidad en viviendas de interés social? caso de estudio: fraccionamientos lomas del bosque y privadas la torre en Saltillo, Coahuila*. Editorial RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas, 2 (4). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=503950746004>

National Aeronautics and Space Administration. (2021). Datos de la Tierra.  
<https://search.asf.alaska.edu/#/>

Navarro Machado, V. (2006). *Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad*. MediSur, 4 (2),50-58.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180019831014>

Radicelli García, C., Pomboza Floril, M., Villacrés Cevallos, P., y Boderó Poveda, E. (2019). Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: una revisión bibliográfica. Chakiñan, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades, (8), 93–104. <https://doi.org/10.37135/chk.002.08.02>

Redacción. (2020) Deslizamiento de tierra afecta viviendas en Álvaro Obregón, Periódico Excelsior México. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/deslizamiento-de-tierra-afecta-viviendas-en-alvaro-obregon/1386587>

Rivera González, O. (2022). *Inestabilidad de laderas y metodología para la reparación del daño y concientización, Santo Tomás Chautla, Puebla, México*. Revista Geolatitud, 5 (1). <https://geolatitud.geoenergia.gob.ec/ojs/ojs/index.php/GeoLatitud/article/view/117>

Sáenz Saavedra, N. (1992). *Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones*. Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, (28), 31–40. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.n28.20790>

Salazar, A., Román, A., Barton, J. y Pozo, R. (2013). *Reestructuración urbana de un territorio glocalizado: una caracterización del crecimiento orgánico en las ciudades de Chiloé, 1979-2008*. Revista de Geografía Norte Grande, (56),121-142. ISSN: 0379-8682. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30029776006>

Soto Cortés, J. (2017). *El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable*. Paradigma Económico, 7(1), 127-149.  
<https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/article/view/4840>

Suarez, J. (2013). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. Editorial Geotecnología S.A.S. Bucaramanga Colombia, Colombia, p. 560.

<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico/>

Suarez, J. (2009). *Deslizamientos Volumen 1 Análisis Geotécnico*. Publicaciones Universidad Industrial de Santander, Colombia.

<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico.html>

Villalta Marinero, P. (2011). *Sistemas de Información Geográfica (SIG) para Manejo de Información Espacial y Georeferencial*. Investigación y Docencia.

<https://www.investigacion360.com/p/articulo-sistemas-de-informacion-ugb-sig.html#:~:text=Los%20SIG%20desempe%C3%B1an%20un%20papel,los%20SIG%20sea%20muy%20diversa>

Yelena Hernández, A. y Hildebrando Ramírez A. (2016). *Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 26 (2), pp. 111-128.

<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1800>