

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/361924611>

UPDATE OF MORA-VAHRSON METHODOLOGY TO DEVELOP SEMIREGIONAL MAPS OF SUSCEPTIBILITY TO MASS REMOVAL PROCESS

Conference Paper · July 2020

CITATIONS

0

READS

110

2 authors:



[Gabriel Origel](#)

Autonomous University of Mexico State

26 PUBLICATIONS 77 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Vicente Torres](#)

Academia Nacional de Investigacion Y Desarrollo

61 PUBLICATIONS 456 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

ACTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA MORA-VAHRSON PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS SEMIREGIONALES DE SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

UPDATE OF MORA-VAHRSON METHODOLOGY TO DEVELOP SEMIREGIONAL MAPS OF SUSCEPTIBILITY TO MASS REMOVAL PROCESS

Gabriel Origel Gutiérrez; Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP CENID COMEF); origel.gabriel@inifap.gob.mx*

Antonio Zoilo Márquez García; Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa; azoilo@yahoo.com.

Vicente Torres Rodríguez; Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C. (ANIDE);

vicente.torres@anide.edu.mx.

*+52 55 3871·8700; Av. Progreso 5, Santa Catarina, C.P. 04010, Coyoacán, CDMX, México.

Palabras clave: Deslizamientos; Derrumbes; Inestabilidad de laderas.

Introducción y objetivos

La remoción en masa comprende procesos dinámicos tales como derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos que involucran el movimiento descendente de masas de roca, tierra o escombros, bajo la influencia de la gravedad. La ocurrencia de tales procesos genera pérdidas de vidas y bienes en todo el mundo. Por lo que dicha problemática se puede abordar desde el enfoque de la cartografía y la modelación espacialmente explícita. Los mapas de susceptibilidad a Procesos de Remoción en Masa (PRM) muestran el potencial de su ocurrencia para un área determinada, en función de las condiciones del terreno y estiman la ubicación o localización más factible en la que se pueden presentar tales procesos. En consecuencia, un mapa de susceptibilidad a PRM representa una herramienta clave para la evaluación de riesgos y facilita la gestión territorial de áreas propensas a desarrollarlos (Huanga y Zhaoa, 2018). El objetivo de esta investigación es presentar una actualización a la metodología Mora-Vahrson para elaborar mapas semi-regionales de susceptibilidad a PRM a partir de la integración de variables relacionadas con 14 factores condicionantes de los PRM (litología, geomorfología, suelos, vegetación, altimetría, pendiente, energía del relieve, geometría de la ladera, orientación de la ladera, densidad de corrientes fluviales, profundidad de la disección, distancia a fallas y fracturas, erosión total y distancia a carreteras); así como 3 factores detonantes (lluvias torrenciales, sismos de magnitud importante, actividad volcánica o una combinación de estos).

Metodología

Los materiales básicos requeridos son datos espaciales del área de interés. En particular, el Modelo Digital de Elevaciones (DEM, por sus siglas en inglés), cuya resolución puede ser de 15 ó 30 metros, la red hidrográfica (derivada de la cartografía topográfica o del mismo DEM), información sobre la toponimia de la zona y sus localidades, así como un registro o inventario de PRM conocidos en la zona. Los materiales temáticos corresponden a cartografía digital escala 1:250,000 o mayor, para los insumos de las variables a utilizar (**Tabla 1**).

Tabla 1. Materiales utilizados para cada variable

Factor	Variable	Descripción
Condicionantes	Litología	Carta geológica / Geológico minera
	Geomorfología	Mapa de clasificación geomorfológica (morfogénesis)
	Suelos	Carta edafológica
	Vegetación	Carta de uso de suelo y vegetación (serie más reciente)
	Altimetría	Mapa altimétrico a partir del DEM, simplifica el relieve en clases de acuerdo a rangos por distribución gaussiana.
	Pendiente	Mapa de pendiente del terreno (grados de inclinación) a partir del DEM
	Orientación	Mapa de exposición u orientación de la ladera (grados de azimut), a partir del DEM
	Curvatura / Geometría	Reclasificación a partir del DEM a laderas: cóncava, recta y convexa (Hong <i>et al.</i> , 2018; Hemasinghe <i>et al.</i> , 2018)
	Energía del relieve	Diferencia máxima altitudinal por km ² a partir del DEM
	Profundidad de disección	Corte de la erosión hídrica en metros. Mide la capacidad erosiva de los ríos en vertical. Se explica como la diferencia altitudinal entre el <i>talweg</i> y la ruptura de pendiente más representativa y próxima a la ladera inferior del valle (por unidad espacial mínima de análisis) expresada en metros.
	Densidad de corrientes fluviales	Longitud de corrientes fluviales por unidad de área (en km/km ²). Derivados a través del procesamiento del DEM y la red hidrológica vectorial.
	Distancia a fallas y fracturas	Área de influencia aplicada a la compilación de fallas y fracturas conocidas e inferidas por fotointerpretación o percepción remota.
	Erosión total	Determina zonas con mayor o menor erosión del relieve. Es estimada por densidad de curvas de nivel por km ² .
Distancia a carreteras	Área de influencia aplicada a la red carretera nacional (50 metros)	
Detonante	Lluvias torrenciales	Raster de lluvia máxima en 24 horas asociada a un Tiempo de retorno (Tr) de 100 años, obtenida de registros diarios durante 62 años
	Sismicidad	Intensidades sísmicas / Regionalización sísmica
	Actividad volcánica	Área de influencia de volcanes activos

La metodología empleada en este estudio es a una adaptación y actualización del método Mora-Vahrson (1991 y 1993); originalmente elaborado en Costa Rica para identificar áreas susceptibles a deslizamientos y con diversas adaptaciones posteriores. Utiliza la evaluación por un especialista experto, la cual se basa en la experiencia adquirida, bajo este enfoque el especialista define las variables a considerar, las reglas y los criterios de estabilidad, así como de evolución de los movimientos en las laderas y comprende la reclasificación de unidades con tales parámetros. Posteriormente, realiza un análisis multicriterio a través de una suma ponderada de variables espaciales rasterizadas en el ambiente de un Sistema de Información Geográfica. La suma resultante representa un índice de susceptibilidad a PRM, denominado aquí como índice de Susceptibilidad a Inestabilidad de Laderas (ISIL), este índice es calibrado con los PRM detectados en registros o inventarios existentes para conocer el valor umbral del índice que comprende tales PRM y los potencialmente susceptibles.

Cuando no se cuenta con un registro o inventario, se puede utilizar el percentil 90, como un umbral conservador. En la elaboración del mapa final se agrega la toponimia, la red de caminos principales y las mayores localidades.

La **Figura** anexa muestra el diagrama de la metodología seguida en este estudio. Los números en las etiquetas de dicha figura corresponden a cada paso de la metodología.

La **Tabla 2** muestra los factores elegidos, la fuente de información, la cantidad de clases y el peso asignado en el análisis de suma ponderada raster. Cabe destacar que se dio un factor de peso de 0.7 a los factores condicionantes y de 0.3 a los factores detonantes.

Tabla 2. Parámetros del índice de susceptibilidad a inestabilidad de laderas (ISIL).

Tipo de Factor y peso	Factor	Fuente	Clases utilizadas	Peso
Condicionantes (0.70)	Geomorfología (G)	INECC/UNAM	1-5	0.05
	Suelo (S)	INEGI	1-5	0.05
	Litología (L)	INEGI/SGM	1-5	0.20
	Fallas (F)	INEGI/SGM r	1-5	0.05
	Vegetación (V)	INEGI	1-5	0.05
	Carreteras (Ca)	INEGI	1-5	0.05
	Altimetría (A)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Pendiente (P)	Cálculo propio	1-5	0.20
	Exposición de la ladera (Ex)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Curvatura de la ladera (Cu)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Profundidad de disección (Pd)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Energía Relieve (E)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Densidad de disección (Dd)	Cálculo propio	1-5	0.05
	Erosión Total (Et)	Cálculo propio	1-5	0.05
Detonantes (0.30)	Precipitación (Pre)	II-UNAM	1-5	0.50
	Sismicidad (Sis)	CENAPRED	1-5	0.25
	Vulcanismo (Vul)	CENAPRED	1-5	0.25

Resultados y conclusiones

La metodología elaborada fue aplicada en diversos ambientes del país, se presentan como ejemplos los municipios de Manzanillo, Colima; Morelia, Michoacán y Guaymas, Sonora. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir las amenazas. El mapa de susceptibilidad a PRM clasifica la susceptibilidad de un área, en 5 categorías: “muy alta”, “alta”, “media”, “baja” y “muy baja”. El mapa de susceptibilidad a PRM muestra dónde hay, o dónde no hay, condiciones para que puedan ocurrir PRM. Esta metodología puede ser aplicada en otros lugares con modificaciones menores.

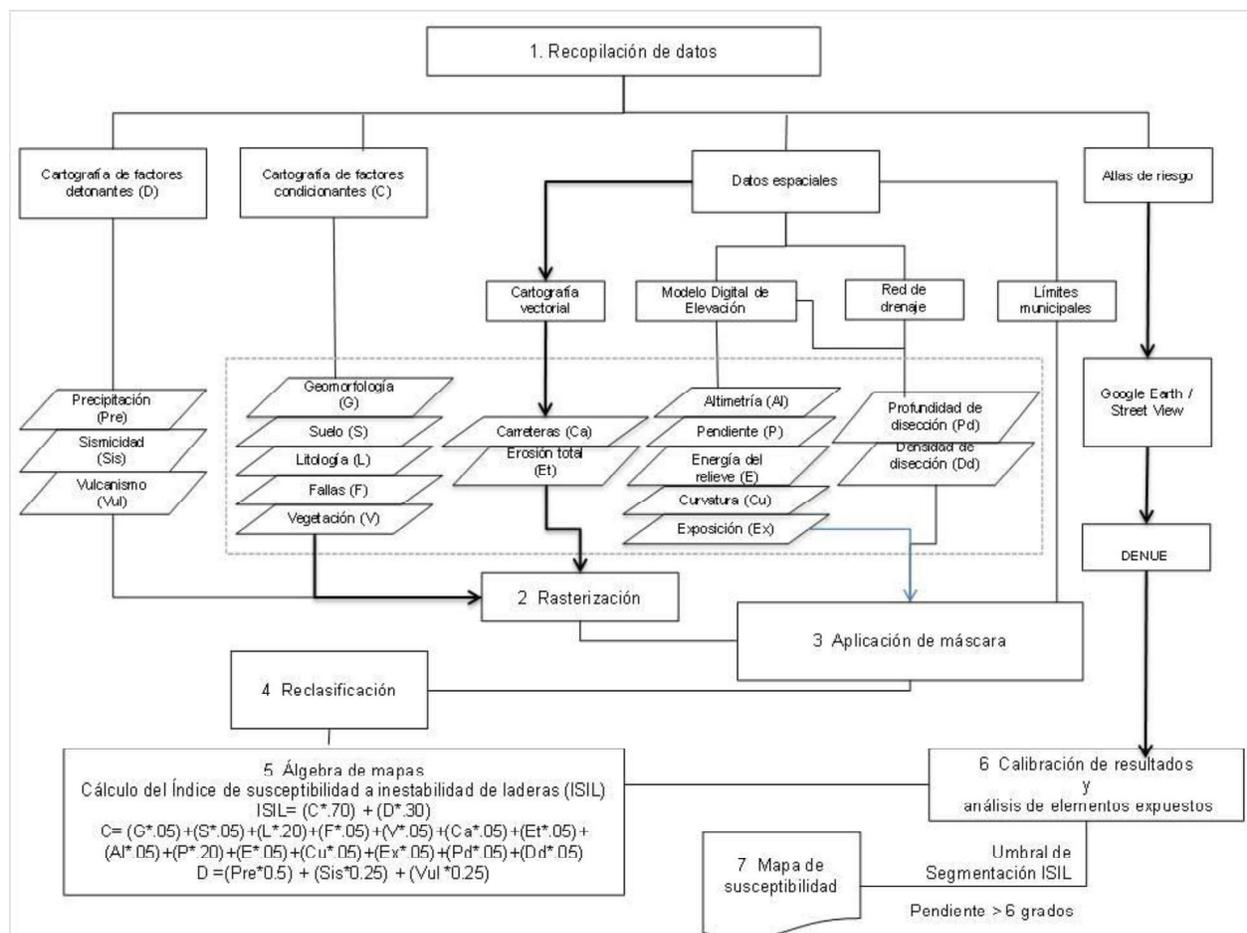


Figura. Diagrama de la metodología propuesta para la elaboración de mapas semi-regionales sobre susceptibilidad a Procesos de Remoción en Masa.

Referencias bibliográficas

- Hemasinghe, H., Rangali, R., Deshapriya, N. y Samarakoon, L. (2018). Landslide susceptibility mapping using logistic regression model (a case study in Badulla District, Sri Lanka). *Procedia Engineering*, 212, 1046-1053.
- Huang, Y. y Zhao, L. (2018). Review on landslide susceptibility mapping using support vector machines. *CATENA*, 165, 520-529.
- Mora, S. y Vahrson, W. (1991). Determinación a priori de la amenaza de deslizamientos sobre grandes áreas, utilizando indicadores morfodinámicos, *Memoria sobre el primer simposio internacional sobre sensores remotos, sistemas de información Geográfica (SIG), para estudios de Riesgos Naturales*, Bogotá, Colombia. 259 - 273.
- Mora, S. y Vahrson, W. (1993). Determinación “a priori” de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. *Tecnología ICE* 1(3). p. 32.