



# Evaluación de susceptibilidad a deslizamientos en el Valle de Joa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí

Evaluation of susceptibility to landslides in the Joa Valley, Jipijapa canton, Manabí province

 <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n2.2025.90-101>

**Recibido:** 10-02-2025

**Aceptado:** 11-03-2025

**Publicado:** 25-05-2025

Arturo Andrés Hernández Escobar<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-8403-6163>

Nayely Julezzi Pinargote Solorzano<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0009-0004-8003-3204>

Augusto Rafael Fienzo Bacuso<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-6260-3454>

Jean Pierre Ruiz Palacios<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0009-0002-7276-9217>

1. Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
2. Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.
3. Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador.
4. Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.

**Volumen:** 9

**Número:** 2

**Año:** 2025

**Paginación:** 90-101

**URL:** <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/923>

**\*Correspondencia autor:** [arturo.hernandez@unesum.edu.ec](mailto:arturo.hernandez@unesum.edu.ec)



## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general evaluar las zonas susceptibles a deslizamientos en el área geográfica seleccionada, empleando la metodología Mora Vahrson en combinación con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta metodología, junto con la observación científica, permitió determinar el grado de susceptibilidad de la zona estudiada. Se evaluaron factores biofísicos como la pendiente, la cobertura vegetal, la precipitación y los suelos, los cuales fueron ponderados de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando colores y una escala numérica del 1 al 5, respectivamente. Estas ponderaciones facilitaron la elaboración de mapas temáticos, culminando en la creación de un mapa final de susceptibilidad a deslizamientos para el Valle de Joa. Los resultados indicaron que aproximadamente el 70 % del territorio del Valle de Joa presenta un alto grado de susceptibilidad a deslizamientos, mientras que el 30 % restante se distribuye entre niveles de susceptibilidad media y baja.

**Palabras clave:** Amenazas, Deslaves, Factores biofísicos, Fenómenos naturales, Sistemas de Información Geográfica, Riesgos geológicos.

## ABSTRACT

The main objective of the research was to assess areas susceptible to landslides in the selected geographical area using the Mora Vahrson methodology combined with Geographic Information Systems (GIS). This methodology, along with scientific observation, allowed for determining the susceptibility levels of the studied area. Biophysical factors such as slope, vegetation cover, precipitation, and soil were evaluated qualitatively and quantitatively using colors and a numerical scale from 1 to 5, respectively. These evaluations facilitated the creation of thematic maps, ultimately leading to the generation of a final landslide susceptibility map for the Valley of Joa. The results indicated that approximately 70% of the Valley of Joa's territory has a high susceptibility to landslides, while the remaining 30% is divided between medium and low susceptibility levels.

**Keywords:** Threats, Landslides, Biophysical factors, Natural phenomena, Geographic Information Systems, Geological risks.



Creative Commons Attribution 4.0  
International (CC BY 4.0)

## Introducción

Los deslizamientos de rocas y suelos son eventos geológicos en los que grandes cantidades de rocas, tierra y otros materiales se desplazan cuesta abajo debido a la fuerza de la gravedad. Estos deslizamientos pueden ser provocados por diversas causas, como lluvias intensas, terremotos, actividad volcánica, cambios en la vegetación y la topografía, entre otros factores.

En un mundo en constante transformación, la susceptibilidad a deslizamientos se ha erigido como un fenómeno de ineludible relevancia a nivel global. La interacción dinámica entre fuerzas naturales y actividades antropogénicas ha acentuado considerablemente la preocupación por los riesgos asociados a los deslizamientos de tierra en diversas regiones alrededor del planeta (Martínez, 2022).

Estos deslizamientos pueden tener diferentes nombres, como deslizamientos de ladera, avalanchas de rocas, corrimientos de tierra, entre otros. Pueden tener consecuencias devastadoras para la vida humana, la infraestructura y el medio ambiente.

El aumento del cambio climático global, la intensificación de las actividades humanas y el incremento en la frecuencia de los deslizamientos de tierra representan una creciente amenaza para el entorno geológico, llevando a la reactivación de antiguos deslizamientos (Jiménez, 2022). La alteración de los patrones de precipitación y la mayor intensidad de las lluvias debido al calentamiento global debilitan las capas de suelo y roca, disponiéndolas a ceder ante la gravedad y desencadenar deslizamientos (Cajamarca et al., 2023). Estos eventos naturales constituyen un grave peligro para la vida humana, registrándose a nivel mundial 61.642 muertes por deslizamientos de tierra entre 1999 y 2017 (Chuquiruna Chávez, 2023).

Dada la variedad de formas de falla, velocidad de movimiento y condiciones de los materiales involucrados, las zonas monta-

ñosas tropicales y laderas son particularmente susceptibles a problemas de deslizamientos (León, 2022).

En América Latina, el 78% de los desastres son causados por deslizamientos, resultando en pérdidas económicas, ambientales y humanas significativas. Algunas regiones experimentaron deslizamientos con poca frecuencia, mientras que, en otras, la recurrencia es tan alta que constituye un factor determinante que requiere enormes inversiones para la recuperación y reparación de lo dañado (Pincay Baque, 2023).

En el contexto de Ecuador, las amenazas generadas por fenómenos naturales provocan desastres y pérdidas significativas en diversos aspectos. El crecimiento poblacional, especialmente en áreas urbanas, ha llevado a asentamientos y líneas de vida en zonas peligrosas, aumentando la exposición a dichas amenazas. La necesidad de analizar espacialmente los peligros naturales ha impulsado el desarrollo de metodologías como la generación de mapas de susceptibilidad para riesgos específicos (Bravo & Fernández, 2022).

El Cantón Jipijapa, ubicado en la Provincia de Manabí, enfrenta constantemente deslizamientos de tierra, a menudo asociados con la deforestación, excavaciones y rellenos antitécnicos, así como la ocupación y mal uso de laderas debido a presiones sociales. Estos eventos, agravados por las precipitaciones en épocas de lluvias, pueden resultar en la obstrucción del transporte y la erosión del suelo en las pendientes de los cerros, provocando deslizamientos (Pincay Baque, 2023).

Este estudio se enfoca en la Comuna Joa dentro del Cantón Jipijapa y es el resultado del trabajo de investigación realizado Ruiz (2020) en su proyecto titulado "Susceptibilidad a deslizamientos en el Valle de Joa". Según el mapa de amenaza por movimiento de masa, Jipijapa se encuentra entre los cantones con un alto peligro de deslizamientos, abarcando más del 30%

de la superficie expuesta a este fenómeno. Esto ha sido evidente en años recientes, especialmente durante el invierno de 2008, cuando varias comunidades rurales quedaron incomunicadas. Por lo tanto, el objetivo principal fue evaluar las zonas susceptibles a deslizamientos en el área geográfica seleccionada, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### Materiales y métodos

Dentro del contexto de esta investigación, se asumió la metodología propuesta por Mora y Vahrson (1994), para estimar la susceptibilidad a deslizamientos en terrenos y laderas. Se recopiló información geográfica del Valle de Joa, aprovechando la diversidad de factores condicionantes y desencadenantes que permiten su integración al Sistema de Información Geográfica (SIG). Para esto, se crearon bases cartográficas y se registraron datos oficiales provistos por el GAD Municipal de Jipijapa, garantizando la obtención de información confiable y rigurosa.

La metodología Mora-Vahrson, adaptada al área de estudio, se basa en la combinación de parámetros obtenidos mediante la observación y medición de indicadores

morfodinámicos, reflejando los factores que conducen a la inestabilidad de las laderas, como la litología, contenido de humedad del suelo y pendiente. Estos parámetros determinan el grado de susceptibilidad de los elementos pasivos. Además, se consideran factores externos y activos, como la sismicidad y las lluvias intensas, que perturban el equilibrio de los materiales de la ladera (Bolaños, 2021).

En esta metodología, se toman en cuenta factores condicionantes y desencadenantes específicos de la zona de estudio, abordando cada variable de manera empírica y analítica según sus características. Los factores condicionantes incluyen la cobertura vegetal, los suelos y la pendiente, mientras que los factores desencadenantes son la precipitación y la deforestación. Segur

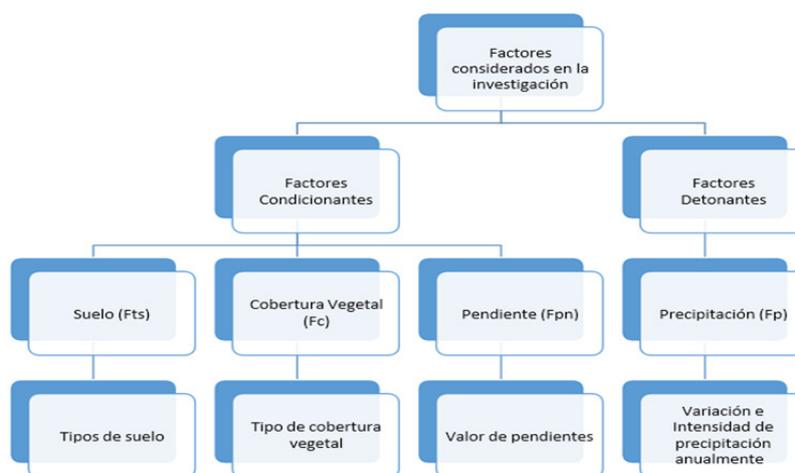
Para calcular el índice de susceptibilidad en el Valle de Joa, se empleó la siguiente fórmula:

$$S = (Fts \times Fpn \times Fc) \times (Fp \times Fd)$$

Donde: S = Grado de susceptibilidad  
 Fts = Factor suelo  
 Fpn = Factor pendiente  
 Fc = Factor cobertura vegetal  
 Fp = Factor precipitación  
 Fd = Factor deforestación

**Figura 1.**

*Esquema de factores considerados en la investigación*



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

Descripción y ponderación de las variables utilizadas dentro del estudio.

Descripción de las variables

Para establecer el grado de susceptibilidad, se analizan los siguientes factores:

Factores condicionantes o intrínsecos:

Pendientes

Cobertura Vegetal

Suelos

Factores desencadenantes o extrínsecos:

Precipitaciones

Cada factor fue ponderado según tablas específicas (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3) que asignan valores cualitativos a diferentes intervalos o categorías, logrando así obtener un índice de susceptibilidad para cada zona evaluada.

Factor Pendientes (Fp):

### Tabla 1.

#### *Ponderación - 1 Factor Pendientes (Fp)*

Factor	Metros	Intervalos o categorías	Atributo cuantitativo o ponderación	Atributo cualitativo
Pendiente de los taludes	0-5	2 - 5 %	1	AZUL
	5-15	5 – 35%	2	VERDE
	15-25			
	25-50	35 – 70%	3	AMARILLO
	50-100			
	100-200	70 – 95%	4	ANARANJADO
	200-300			
	300>	95 – 100%	5	ROJO

**Nota:** Calificativo de susceptibilidad: *Muy bajo= 1; Bajo= 2; Moderado=3; Alto=4; Muy alto=5. Adaptado de Susceptibilidad a Deslizamientos en el Valle de Joa (pág.34), por J. P. Ruiz, 2020.*

Factor Cobertura Vegetal (Fc):

### Tabla 2.

#### *Factor Cobertura Vegetal*

Categoría	Cobertura	Uso	Ponderación (Fc)	Atributo Cualitativo
Vegetación arbórea	Misceláneo de frutales	Agropecuario mixto	2	VERDE
Vegetación arbustiva	Matorral húmedo medianamente alterado	Conservación y protección	3	AMARILLO
	Matorral seco muy alterado	Conservación y protección	3	AMARILLO

	Matorral seco poco alterado	Conservación y protección	3	AMARILLO
Vegetación herbácea	Vegetación herbácea seca medianamente alterada	Conservación y producción	4	ANARANJADO
	Vegetación herbácea seca muy alterada	Conservación y producción	4	ANARANJADO
Área erosionada o Descubierta	Tierras improductivas		5	ROJO

**Nota:** Calificativo de susceptibilidad: Bajo= 2; Moderado=3; Alto=4; Muy alto=5. Adaptado de *Susceptibilidad a Deslizamientos en el Valle de Joa* (pág.34), por J. P. Ruiz, 2020.

### Tabla 3.

#### Factor Suelo (Fts)

Factor	Atributo Cualitativo	Atributo Cuantitativo o Ponderación	Observación	Atributo Cualitativo
Entisol	Suelos granulares mediante compactos o sueltos.			
	Suelos que se reblandecen con la absorción de agua.	5	Vulnerables a la erosión, suelos de consistencia blanda.	ROJO
	Formaciones poco consolidadas.			
Inceptisol	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquinos) de poco a muy intemperizadas.	3	Inestabilidad por posible meteorización.	AMARILLO
Entisol Inceptisol	+ Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc).	2	Rocas sanas (granito, basalto)	VERDE

**Nota:** Calificativo de susceptibilidad: Bajo= 2; Moderado=3; Muy alto=5. Adaptado de *Susceptibilidad a Deslizamientos en el Valle de Joa* (pág.34), por J. P. Ruiz, 2020.

Factor precipitación (Fp):

**Tabla 4.**

*Ponderación – Factor Precipitación (Fp)*

Precipitación Anual	Ponderación	Atributo Cualitativo
350 - 450 mm	1	AZUL
450 – 550 mm	2	VERDE
550 - 650 mm	3	AMARILLO
650 -750 mm	4	ANARANJADO
750 – 850 mm	5	ROJO

**Nota:** *Calificativo de susceptibilidad: Muy bajo= 1; Bajo= 2; Moderado=3; Alto=4; Muy alto=5. Adaptado de Susceptibilidad a Deslizamientos en el Valle de Joa (pág.34), por J. P. Ruiz, 2020.*

Descripción del método cartográfico

La caracterización y agregación de los atributos a cada uno de los factores se llevó a cabo mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), que permitió analizar y procesar los resultados de la susceptibilidad a deslizamientos. Se recolectó información a partir de puntos de coordenadas obtenidos mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y se obtuvo información cartográfica proporcionada por el Gobierno Autónomo del Cantón Jipijapa, garantizando la correcta delimitación y análisis del área de estudio.

**Resultados**

En la investigación, se realizaron varios pasos para evaluar las zonas susceptibles a deslizamientos en el área geográfica del Valle de Joa utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los principales pasos incluyen:

Identificación de factores condicionantes y desencadenantes de deslizamientos: Se revisen estudios previos y literatura científica para determinar qué factores geológicos, hidrológicos, climáticos y humanos podrían contribuir a los deslizamientos en la zona.

Elaboración de mapas temáticos: Se recopilieron datos relevantes sobre variables como pendientes, tipo de suelo, cobertura vegetal y precipitación en la zona de estudio. Estos datos fueron utilizados para generar mapas temáticos que representan la distribución espacial de cada variable.

Representación en un mapa general de susceptibilidad a deslizamientos: Los mapas temáticos de las principales variables se combinan para producir un mapa general que muestra las zonas con mayor susceptibilidad a deslizamientos. En este mapa, se pueden identificar las áreas más propensas a experimentar estos fenómenos.

La investigación encontró similitudes con otros estudios, como el de Crespo (2018), que también señaló que factores como pendiente, litología, pluviosidad y uso del suelo son importantes en la generación de deslizamientos.

Es crucial destacar que la precisión y confiabilidad de los mapas de susceptibilidad a deslizamientos son de suma importancia para los estudios de mapeo de peligros o susceptibilidad a deslizamientos, tal como menciona Jiménez (2022). Estos mapas

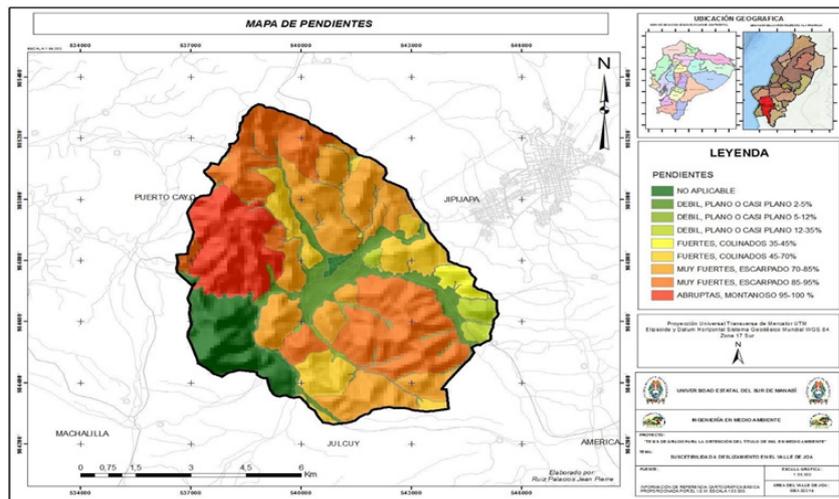
pueden ser una herramienta valiosa para la planificación territorial y la toma de decisiones en la gestión de riesgos naturales.

En general, el realizado proporciona una evaluación importante de las zonas susceptibles a deslizamientos en el Valle de Joa y presenta un estudio relevante sobre

los factores que contribuyen a estos fenómenos en la región. Los resultados y mapas generados pueden ser utilizados por autoridades y planificadores para implementar medidas de prevención y mitigación de deslizamientos y proteger a la población y la infraestructura en la zona de estudio.

### Figura 2.

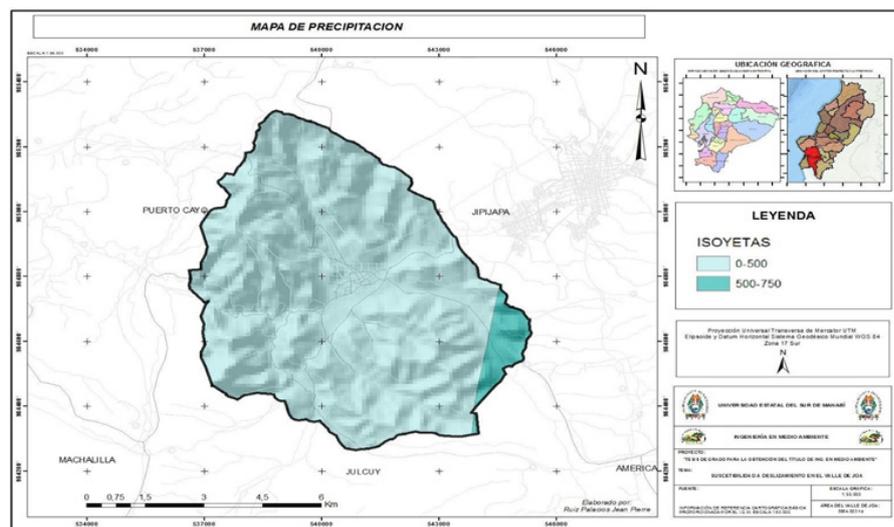
Mapa temático de pendientes (índices de susceptibilidad)



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

### Figura 3.

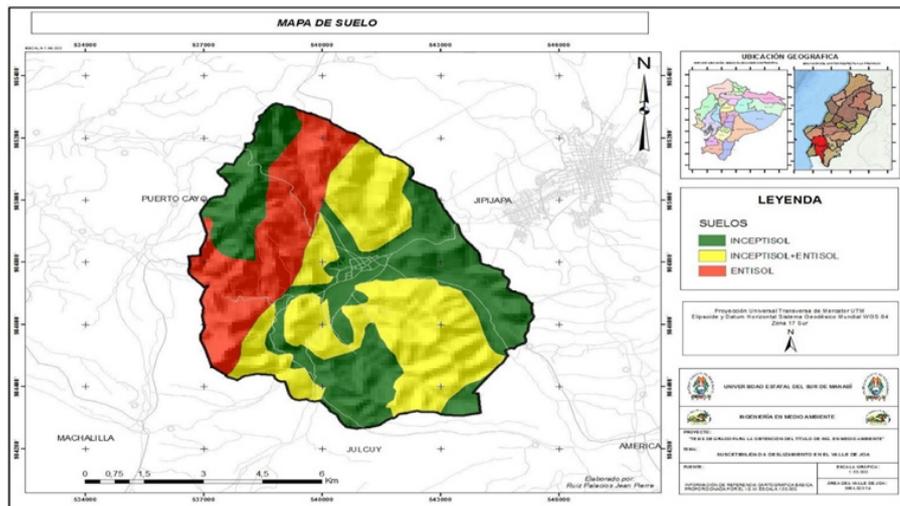
Mapa temático de precipitaciones



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

### Figura 4.

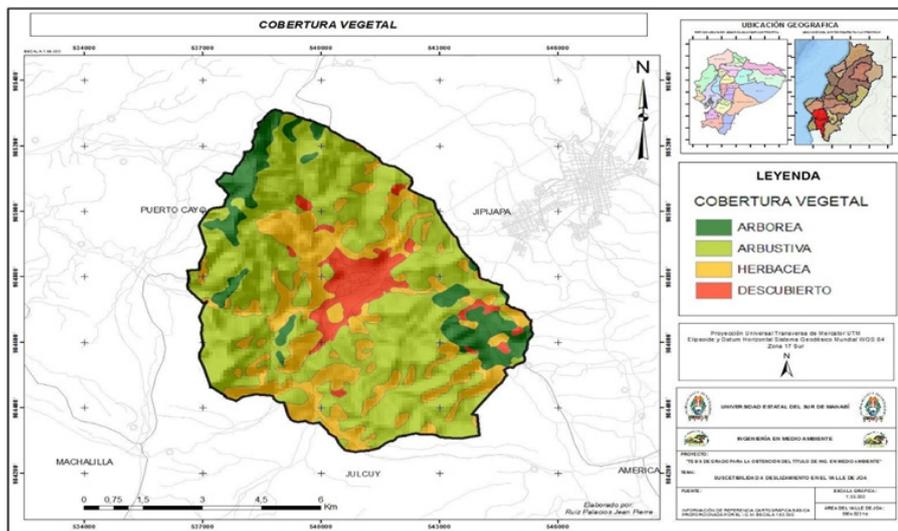
Mapa temático de Suelos (Índice de susceptibilidad)



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

### Figura 5.

Mapa de Cobertura Vegetal



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

En esta sección de Resultados y Discusión, se proporciona una descripción detallada de la geología y uso del suelo en el Valle de Joa, así como de los resultados obtenidos mediante el uso de SIG para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos.

El valle se encuentra dividido en tres formaciones geológicas distintas en diferentes áreas: areniscas y rocas volcánicas con matriz arcillosa en el lado oeste, una mezcla de areniscas, arcillas y conglomerados en la parte central, y lutitas, areniscas y arcillas en el lado este.

En cuanto al uso del suelo, la mayor parte del valle, representando el 75%, está dedicado a la conservación y protección. Luego, se encuentran zonas para viviendas e infraestructuras, actividades pecuarias y agrícolas, y una pequeña área de tierras improductivas.

Los análisis utilizando SIG y estadísticas han demostrado ser efectivos para evaluar la susceptibilidad a cambios de manera científicamente confiable, amplia en datos reales recopilados en el campo y la distribución espacial de cambios. Esto reduce el tiempo y los costos asociados con la evaluación de la susceptibilidad.

En el estudio, se identificaron cinco categorías de susceptibilidad: muy fuerte, fuerte, moderada, baja y muy baja. El mapa de susceptibilidad generado muestra que alrededor del 80% del valle se encuentra en una categoría que va desde moderada hasta muy fuerte, mientras que el 20% restante tiene una susceptibilidad más baja.

Se menciona que la estructura en forma de "V" del valle rodeado de taludes y con áreas de población en el centro puede implicar riesgos incluso para las zonas de baja sus-

ceptibilidad si se produce un deslizamiento de gran magnitud en las áreas intermitentes.

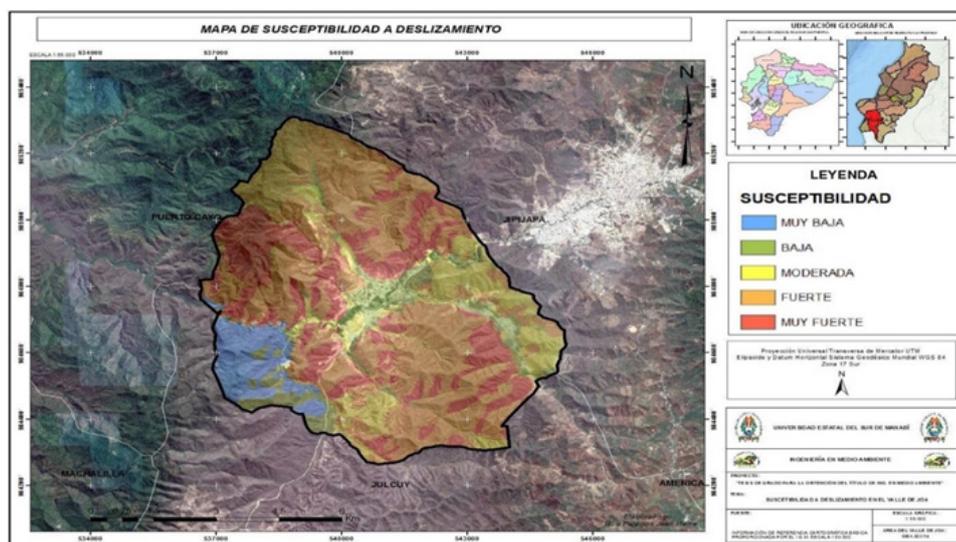
Las zonas identificadas como muy susceptibles (Zona 1) se caracterizan por la unión de todos los factores en su nivel más alto, mientras que las zonas con alta susceptibilidad (Zona 2) tienen una combinación de diferentes factores que contribuyen a ello. La Zona 3 presenta una susceptibilidad moderada, y las Zonas 4 y 5 tienen una susceptibilidad baja o casi nula.

El mapa de susceptibilidad se elaboró utilizando la Metodología Mora-Vahrson, y se produjo diferentes niveles de susceptibilidad basados en atributos cualitativos y cuantitativos (colores y números).

Los resultados muestran que la mayor parte del valle tiene una susceptibilidad significativa a deslizamientos, lo que indica la importancia de tomar medidas de mitigación y planificación adecuada para evitar posibles desastres en el área. La combinación de SIG y análisis estadísticos ha sido una herramienta útil para este propósito y ha proporcionado una evaluación confiable de la susceptibilidad a deslizamientos.

### Figura 6.

*Mapa de susceptibilidad a deslizamientos en el Valle de Joa Geo referenciado*



**Nota:** Adaptado de Ruiz (2020).

## Conclusiones

La metodología Mora Vahrson, que integra Sistemas de Información Geográfica (SIG), demostró ser efectiva para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos.

La combinación de observación científica con análisis cualitativos y cuantitativos de factores biofísicos como la pendiente, la cobertura vegetal, la precipitación y los suelos permitió una evaluación confiable.

La investigación reveló que aproximadamente el 70 % del territorio del Valle de Joa muestra un alto grado de susceptibilidad a deslizamientos. Este hallazgo resalta la necesidad urgente de tomar medidas de mitigación y planificación adecuada para reducir el riesgo de desastres en el área.

## Bibliografía

- Pincay Baque, M. A. (2023). Estimación de riesgo por deslizamiento en la parroquia Noboa, 24 de Mayo, Manabí. *Revista UNESUM-Ciencias*, 7(1), 103-118. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v7.n1.2023.708>
- Bolaños Villota, J. M. (2021). Susceptibilidad por fenómeno de remoción en masas en la cuenca de la quebrada Isabel Pérez [Tesis de pregrado/posgrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional de la Universidad de Manizales. [https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/6617/Bolanos\\_Villota\\_Jeffry\\_Mauricio\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/6617/Bolanos_Villota_Jeffry_Mauricio_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bravo López, P. E., & Fernández Del Castillo, T. (2022, septiembre). Elaboración de mapas de susceptibilidad de deslizamientos en la zona de Cuenca, Ecuador mediante la aplicación de una red neuronal artificial. Presentado en X Simposio Nacional de Taludes y Laderas Inestables, Granada, España. <https://congress.cimne.com/simposiotaludes2021/admin/files/filePaper/p49.pdf>
- Cajamarca, L. J., Hidalgo, P. M., Maldonado, R. F., Martínez, V. A., Méndez, V. F., Peñaherrera, L. C., & Yambay, B. X. (2023). Determinantes de Salud Ambiental. *Red Editorial Latinoamericana de Investigación Contemporánea*. <https://doi.org/10.58995/lb.redlic.8>
- Chuquiruna Chávez, W. (2023). Modelación geoes-tadística de susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Cajamarca [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5490/Tesis%20Wilder%20Chuquiruna.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crespo, H. (2018). Diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) GAD Parroquial Rural de Cuchil. GAD Parroquial Rural de Cuchil. <http://gpcuchil.gob.ec/azuay/wp-content/uploads/2017/01/Alineacion-PDOT-Cuchil-2018.compressed.pdf>
- León Ipo, M. E. (2022). Análisis de susceptibilidad de riesgo por deslizamiento de tierra mediante fotogrametría con drones, en la parroquia Belisario Quevedo, Bosque Antenas del Pichincha [Tesis de pregrado/posgrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22543/4/UPS%20-%20TTS787.pdf>
- Jiménez Benavidez, P. E. (2022). Evaluación de la susceptibilidad a deslizamiento de masa aplicando la metodología Mora-Vahrson en la parroquia Cutchil, cantón Sígsig [Tesis de pregrado/posgrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23154/1/UPS-CT010020.pdf>
- Martínez, M. X. (2022). Los impuestos ambientales: instrumentos para mitigar los efectos del cambio climático [Tesis de pregrado/posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000822230/3/0822230.pdf>
- Mora, S., & Vahrson, W. (1994). Macrozonation methodology for landslide hazard determination. *Environmental and Engineering Geoscience*, 31(1), 49-58. <https://doi.org/10.2113/gseegeosci.xxxi.1.49>
- Ruiz Palacios, J. P. (2020). Susceptibilidad a deslizamientos en el Valle de Joá [Tesis de pregrado/posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2563/1/PROYECTO%20DE%20TITULACION%20POOL.pdf>

**Cómo citar:** Hernández Escobar, A. A. ., Fienco Bacu-  
soy, A. R., Ruiz Palacios, J. P., & Pinargote Solorzano,  
N. J. (2025). Evaluación de susceptibilidad a desliza-  
mientos en el Valle de Joa, cantón Jipijapa, provincia  
de Manabí. UNESUM - Ciencias. Revista Científica Mul-  
tidisciplinaria, 9(2), 90–101. [https://doi.org/10.47230/  
unesum-ciencias.v9.n2.2025.90-101](https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v9.n2.2025.90-101)