

# Evaluación de riesgo por deslizamiento en los sectores de Gunudel- Gulagpamba pertenecientes a la Parroquia y Cantón Saraguro, Provincia de Loja-Ecuador.

Valarezo, J.<sup>1</sup>, Tambo, W.<sup>1</sup>, González, F.<sup>1</sup>, Sarango, J.<sup>1</sup>

1. Universidad Nacional de Loja

Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

La presente investigación tiene como finalidad el planteamiento de una metodología con base científica que permita entender los hechos, explicar las causas, pronosticar tendencias y determinar el comportamiento espacial y temporal de los riesgos por deslizamientos en el sector Gunudel-Gulagpamba con un área de 65.2 Ha de la parroquia y cantón Saraguro, Provincia de Loja.

El mapa de susceptibilidad a deslizamiento empleó el método analítico jerárquico (AHP), teniendo un orden jerárquico con sus respectivas ponderaciones de: geomorfología (0.470), geología (0.262), pendientes (0.208), y el uso actual del suelo (0.036).

Seguidamente se procede a elaborar el mapa de amenaza por deslizamiento para lo cual se consideró datos de 50 años y con un periodo de retorno de 100 años; así mismo para la confección del mapa de

vulnerabilidad se realizó el levantamiento de información referente a estructuras verticales y horizontales mediante fichas construidas para dicho fin.

Continuando, se procedió a realizar la evaluación de la completitud y por consiguiente se calculó el índice de completitud para continuar con la evaluación de la vulnerabilidad. Una vez obtenida esta valoración se procedió a cartografiar mediante el uso de los SIGs llegando a obtener dos clases de vulnerabilidad siendo estas catalogadas como media y alta con áreas del 12,22% y 87,78% respectivamente.

Finalmente se integra espacialmente los mapas de amenazas y vulnerabilidad, obteniendo tres clases de riesgo como lo son: riesgo bajo con el .090%, riesgo medio con el 10.06% y riesgo alto con el 89.03% de la totalidad de la superficie de estudio.

## Metodología

Mediante la confección de fichas para el levantamiento de información concerniente a vulnerabilidad física se puede mencionar que en el sector de investigación existen comunidades que se encuentran dispersas, mismas que suman una población de 290 habitantes, existiendo 114 viviendas, de donde el 29.82% están construidas en base a hormigón armado, mientras que el 0.88% es de estructura metálica, el 32.46% es construido con estructura de pared y el 36.84 de estructura de madera.

Se realizó el levantamiento de información topográfica, geológica, geomorfológica, uso actual del suelo y de geotecnia, todo este trabajo se lo realizó con la ayuda de estaciones totales Trimble, fichas de campo para geología y herramientas propias para dicho fin, así como también se utilizó técnicas como la fotointerpretación y análisis de imágenes satelitales mediante los sistemas de información geográfica; y en lo correspondiente a geotecnia se procedió a utilizar técnicas denominadas Ensayo de Penetración Estándar (SPT) y sondeos eléctricos verticales (SEV). (Valarezo. J. et al. 2015).

Se utilizó el método analítico jerárquico de Saaty para la elaboración del mapa de susceptibilidad por deslizamiento el mismo que consiste en dar un orden jerárquico según conocimiento del autor a aquella variable considerada de mayor importancia para el desate de un deslizamiento, para posteriormente realizar el análisis por jerarquías obteniendo ponderaciones acorde al orden asignado en principio.(Torres. R. et al. 2015).

se confeccionó el mapa de amenaza para lo cual se utilizó serie de 50 años intensidad de lluvia con un periodo de retorno de 100 años, mismo que se analizó considerando

la regresión lineal exponencial.

Seguidamente se elaboró fichas destinadas al levantamiento de información de infraestructuras para proceder posteriormente a su respectiva valoración y confección del mapa de vulnerabilidad y finalmente bajo un ambiente SIG se procede a confeccionar el mapa de riesgos (ver Ecuación 1)

$$R=A+V(i) \text{ (1)}$$

Donde R es el riesgo, A es la amenaza y  $V(i)$  es la vulnerabilidad de la infraestructura.

## Resultados

Con la aplicación de las 5 líneas de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) se obtuvo como resultados la presencia de arcillas y limos húmedos con resistividades de 13.1 a 18  $\Omega$ .m y de 20 a 43.9  $\Omega$ .m respectivamente, teniendo finalmente presencia del nivel freático a 7.90m de profundidad.

Tras la determinación y caracterización se especifica la presencia de 2 unidades geotécnicas; el primero corresponde a los depósitos del Eoceno dominados por la Fm. Saraguro y representados por tobas riolíticas y la segunda, corresponde a los depósitos superficiales del Cuaternario representado por coluviones, arcillas, limolitas y limos.

Esta caracterización permitió determinar y zonificar áreas estables con características geológica-geotécnicas (Ver Tabla 1), propicias para la construcción de obras civiles; es decir, se ha determinado la presencia del nivel freático (N.F) a

una profundidad mayor a los 6 m y cargas admisibles mayores a los primeros 2 metros (unidad geotécnica N° 1) con 2.06 Kg/cm<sup>2</sup> y mayores a los 2 últimos metros (unidad geotécnica N° 2) con 2.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

Valoración		
Criterio	Unidad geotécnica N° 1	Unidad geotécnica N° 2
Capacidad portante	1.5	2
Deformabilidad	1	1
Escavabilidad	2	2
Tipo de explanada	1.5	2
Reutilización	0	0
Drenaje	0.5	0.5
Total valoración Geológica-Geotécnica	6	7.5
Clasificación	Aceptable (con restricciones)	Aceptable (con restricciones)

**Tabla 1.** Resumen de valoración geológica-geotécnica.

Relacionando los límites de Atterberg se ha determinado que son suelos de consistencia media, están pre consolidados porque han sufrido presiones efectivas ( $T'$ ) y tiene rasgos de efectos de erosión.

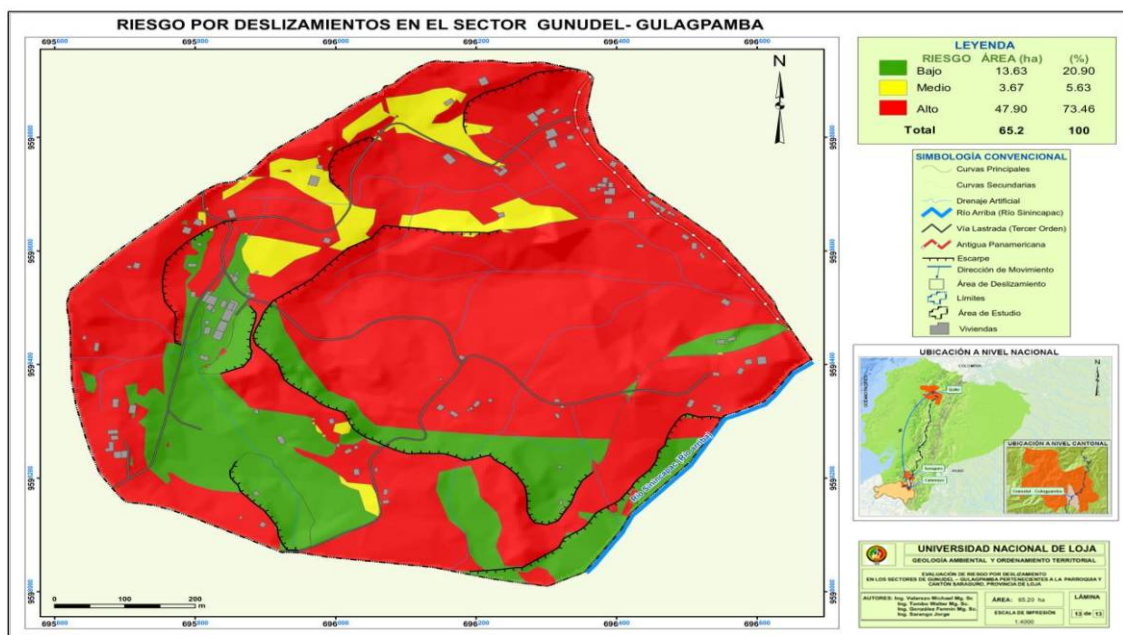
En función del análisis del comportamiento (A), se determina que son suelos inactivos; y según Skempton (1956), estos suelos están dentro del grupo de la caolinita con un bajo potencial de cambio de volumen y soportan más las tensiones verticales.

Realizado los cálculos correspondientes se determina construcciones de viviendas de 2 pisos con cimentación a los 2 metros de profundidad, zapatas de 1.5 m x 1.5 m

para la unidad geotécnica N° 1 y viviendas de 1 piso con cimentación a los 2 metros de profundidad y zapatas de 1.5 x 1.5 m para la unidad geotécnica N° 2.

Tras levantar información de infraestructuras de edificaciones y vías se obtuvieron tres clases de vulnerabilidades para ambas, siendo estas bajo, medio y alta.

Finalmente el mapa de riesgos por deslizamiento queda establecido en tres clases, siendo estas las siguientes: bajo con 20.90%, medio con 5.63% y alta con el 73.46% referente al área de estudio. (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de Riesgo por Deslizamiento en el Sector Gunudel-Gulagpamba.

## Conclusiones

Se han identificado 7 deslizamientos del tipo rotacional; de los cuales el deslizamiento activo D-G-01 ubicado en la parte céntrica del sector de estudio presenta una superficie de afectación de 23.31 ha e involucra a 21 viviendas y un total de 1.39 Km de la red vial.

Mediante la aplicación de las 5 líneas de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) se obtuvo como resultados la presencia de arcillas y limos húmedos con resistividades de 13.1 a 18  $\Omega$ .m y de 20 a 43.9  $\Omega$ .m respectivamente. De la relación de las resistividades y la profundidad de sondeo máximo se determina la presencia del nivel freático a 7.90 m.

Se determinan dos unidades geotécnicas con clasificación de 6 a 7.5 puntos denominados como aceptables con restricciones; En la unidad geotécnica N° 1 se determina que la capacidad portante más alta

se ubica en el segundo metro (CL) y se puede construir viviendas de 1 a 3 pisos a cualquier profundidad con un área de cimentación (A) mayor o igual a 2.25 m<sup>2</sup>; mientras que en la unidad geotécnica N° 2 está ubicada en los 2 últimos metros (SM), las viviendas de 1 piso se pueden construir a cualquier profundidad; para viviendas de 2 pisos sólo se puede cimentar desde los 4 m en adelante y para viviendas de 3 pisos sólo se puede cimentar en los últimos 2 m. Estas construcciones deben tener un área de cimentación mayor o igual a 2.25 m<sup>2</sup>; Para los suelos del sector se determina un asentamiento total (St) creciente conforme se incrementa la base de cimentación (B) y la profundidad; es así, que para los primeros 2 metros se tiene un St de 0.70 a 0.91 cm y a los 2 últimos metros se tiene un St de 1.39 a 1.81 cm.

En el sector de estudio existe el dominio absoluto de las viviendas con estructura de madera con el

36.84% de la totalidad; seguidamente se tiene las de estructura de pared con el 32.46%, el 29.82% con estructura de hormigón armado y finalmente el 0.88% corresponde a viviendas con estructura metálica.

De la evaluación de las viviendas se obtiene que el 4.39% de la totalidad tienen una vulnerabilidad baja (hormigón armado y bahareque); seguida de la vulnerabilidad media (hormigón armado) con el 29.82% y finalmente el 65.79% tienen un alta vulnerabilidad (adobe, bahareque y bloque); Integrando la vulnerabilidad de edificaciones y de la red vial se determina la vulnerabilidad final con 2 clases; la media con el 12.22% y la alta con el 87.78% de la superficie estudiada.

El mapa de riesgo obtenido integra 3 clases; el riesgo bajo con el 20.90%, el medio con el 5.63% y el alto con el 73.46% de la superficie del sector Gunudel-Gulagpamba.

## Referencias Bibliográficas

Torres, R., Tambo, W., Valarezo, J., González, F. y Benavides, J., (2015), *Generation of Geology, Geomorphology and Geological threats for the updating of the Development and Land Management Plan of Quilanga Canton of Loja Province, scale 1: 25.000*, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT),

Volumen 5.

Valarezo, J., Tambo, W., González, A. y Benavides, J., (2015), *Geological-Geotechnical characterization of the sedimentary basin of Loja and its correlation in the foundation of civil Works*, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volumen 3.