
Evaluación de la Estabilidad de Taludes Naturales en los Alveos, provincia de Coclé, Panamá

Poveda, Genesis

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
genesis.poveda@utp.ac.pa
0009-0008-2765-6401

Solís M., Yinela Y.

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
yinela.solis@utp.ac.pa
0000-0003-4588-9061

Bradley, Jaime

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
jaimе.bradley@utp.ac.pa
0009-0000-5384-4061

Grajales-Saavedra, Francisco

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
francisco.grajales@utp.ac.pa
0000-0003-1705-864x

Rodríguez, Rita

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
rita.rodriguez1@utp.ac.pa
0000-0003-4097-6502

Martínez, Ernesto

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
ernesto.martinez@utp.ac.pa
0000-0002-6108-9841

Mejía, George

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
george.mejia1@utp.ac.pa
0000-0002-6024-1290

Lam, Eufemia

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
eufemia.lam@utp.ac.pa
0009-0000-8307-204x

Miranda, Roberto

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
roberto.miranda2@utp.ac.pa
0009-0005-2771-9765

Nieto, Carlos

Universidad Tecnológica de Panamá
Panamá, Panamá
carlos.nieto2@utp.ac.pa
0000-0002-6357-2693

ABSTRACT

Landslides are destructive processes that can be avoided if the triggering factors that can influence their occurrence are previously identified, this under a preventive concept. In Panama, in 2022, multiple landslides were recorded in the community of Los Alveos, Antón, province of Coclé, which affected many homes, causing material and human losses. This study presents a qualitative characterization of the material present in the area's landslides. The preliminary geotechnical characterization was carried out through tests such as: visual description, Atterberg limits, soil classification, permeability tests and mineralogy through petrographic cutting. The petrographic evaluation of the samples shows the presence of fragments of pumice stone and minerals such as quartz, hornblende and magnetite; characteristic of the El Valle formation. The results of the preliminary geotechnical study reveals sandy soils with coarse characteristics for the size of the aggregate, with almost zero cohesion and high hydraulic conductivity. The study needs to be expanded to have a more detailed description of the area and to establish mitigation measures to help the people of this community.

Keywords: Landslides, stability, volcanic ash, geotechnics, inceptisols, sandy soil, petrography.

RESUMEN

Los deslizamientos son procesos destructivos evitables si se identifican con anterioridad los factores desencadenantes que pueden influir en su ocurrencia, esto bajo un concepto preventivo. En Panamá en el año 2022 se registraron múltiples deslizamientos en la comunidad de Los Alveos, Antón, provincia de Coclé, los cuales afectaron a un gran número de viviendas, causando pérdidas materiales y humanas. Este estudio presenta una caracterización cualitativa el material presente en los deslizamientos del área. La caracterización geotécnica preliminar fue realizada por medio de ensayos como: descripción visual, límites de Atterberg, clasificación de suelos, ensayos de permeabilidad y mineralogía a través de corte petrográfico. La evaluación petrográfica de las muestras evidencia presencia de fragmentos de piedra pómez y de minerales como cuarzo, hornblenda y magnetita; característicos de la formación El Valle. Los resultados del estudio geotécnico preliminar revelan que el suelo es arenoso con características de tipo grueso para el tamaño del agregado, con una cohesión casi nula y con una alta conductividad hidráulica. Se requiere ampliar el estudio para poder tener una descripción más detallada de la zona y poder establecer medidas de mitigación para ayudar a las personas de esta comunidad.

Palabras claves: Deslizamientos, estabilidad, cenizas volcánicas, geotecnia, inceptisoles, suelo arenoso, petrografía.

1. INTRODUCCIÓN

Un talud es una formación rocosa, de tierra o ambas, formada por la deposición de polvo, ceniza y tierra depositada en un sitio específico durante un tiempo determinado. La inestabilidad de los taludes puede tener sus causas en diferentes factores como la orografía, estratificación, meteorización, variación del nivel freático y modificaciones antropogénicas; dando origen a fallas en el terreno [1]. Los deslizamientos son procesos destructivos evitables siempre y cuando se logre identificar con anterioridad los factores desencadenantes que pueden influir en su ocurrencia, esto bajo un concepto preventivo (i.e. elusión del problema). Los deslizamientos de tierra son fenómenos de tipo gravitacional, los cuales pueden ocurrir debido alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente, por lluvias torrenciales, sismos y cambios en el uso de suelo, entre otros [2].

Los deslizamientos de tierra constituyen amenazas para los asentamientos humanos. Desafortunadamente, como consecuencia del cambio climático, la incidencia de este tipo de eventos ha aumentado considerablemente. En el caso particular de estudio, el 16 de

septiembre 2022 durante un evento de precipitaciones de alta intensidad se registraron múltiples deslizamientos en la comunidad de Los Alveos, Antón, provincia de Coclé, dentro del complejo volcánico El Valle, los cuales dejaron la pérdida de dos vidas, 20 familias afectadas y pérdidas materiales.

Estos eventos de precipitación atípica son evidencia puntual de los efectos de la variabilidad climática y la poca preparación que tiene el país para adaptarse a estos cambios, motivo que resalta la importancia de aminorar los posibles daños en construcciones, forjando estudios adecuados sobre riesgos, evitando afectaciones económicas y posibles decesos en la población.

Esta investigación geocientífica, aporta a la Agenda 2030 principalmente al ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles en la meta 11.5 que indica que los peligros geográficos y los riesgos que enfrentamos debido a elementos de la geodiversidad como terremotos y volcanes son una cuestión clave que debe gestionarse a través del compromiso internacional, logrando que las comunidades sean más resilientes a los peligros geológicos y reduciendo los efectos de estos riesgos en el futuro, ejecutando acciones de caracterización de amenazas englobadas en el Marco Sendai para la prevención de riesgos de desastres [3]. El objetivo del estudio es ser utilizado por las autoridades como un impulsor para la ejecución de planes de adaptación evitando nuevas construcciones en sitios con características de terrenos similares al área de estudio.

2. MÉTODO

A. Trabajo de gabinete

La investigación comenzó con establecer el área de estudio mediante una revisión literaria que incluyó noticias, artículos científicos, mapas y la caracterización del área por medio de la herramienta Google Earth y del software ArcGIS Pro-3.1.0. Al establecer el área de estudio se definió la visita a campo, los objetivos que esta debía contener y el plan a seguir.

B. Levantamiento de campo

El 20 de mayo 2023, se llevó a cabo una inspección de los deslizamientos ocurridos efectuando observaciones puntuales sobre las dimensiones como se muestra en la figura 1, la cercanía a ríos y viviendas, así como su ubicación geográfica y otros, además se conversó con los pobladores.

C. Recolección de muestras

Se recolectaron muestras de suelo en la parte superior, media e inferior de dos taludes, incluyendo el talud que fue tema central en las noticias. Las muestras fueron rotuladas

y almacenadas en bolsas de polietileno para preservar su humedad, evitar pérdida de material y su contaminación.

D. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio involucraron la realización e una descripción geológica, como también un estudio geotécnico preliminar. Para la descripción geológica de las muestras recolectadas se realizó análisis macroscópico y microscópico utilizando un Microscopio TOMLOV DM401 2k Digital. La caracterización geotécnica se realizó por medio de pruebas de laboratorio según las normas internacionales ASTM D2488, D4318, D2216, C136, D2487, D2434: descripción visual en donde se detalla el color del suelo en estado seco y húmedo, pruebas de dilatancia, pruebas de resistencia al corte en estado seco, límites de Atterberg, contenido de humedad, análisis granulométricos, clasificación del suelo según el sistema (SUCS) y ensayos de permeabilidad, respectivamente, según su última edición.



Figura 1: Levantamiento de campo en la comunidad de Los Alveos.

3.RESULTADOS

A.Resultados Geológicos

Los estudios geológicos indican que el área de estudio se encuentra dentro del Complejo Volcánico El Valle, la formación geológica presente es Rio Hato (Erupciones Rio Mar y Mata Ahogado) con edad menor a 50 000 años, ver figura 2. Los suelos son inceptisoles, en etapas tempranas de formación [4], someros, producto de las erupciones volcánicas del volcán

de El Valle de Antón, que provienen de litologías caracterizadas como tobas incoherentes constituidas por aluviones y cenizas volcánicas básicas [5].

La evaluación petrográfica de las muestras evidencia presencia de fragmentos de piedra pómez y de minerales como cuarzo, hornblenda y magnetita, ver figura 3; característicos de la formación El Valle [6].

B. Resultados Geotécnicos

Los ensayos geotécnicos indican que el suelo que conforma el talud es de tipo arenoso, ligeramente plástico, con una permeabilidad alta debido a la disposición de los granos, ver tabla 1.

Tabla 1. Resultados de Análisis Granulométrico.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM C136, ASTM D4318, ASTM D2487)	
SIMBOLO DE GRUPO	SP
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente graduada
OBSERVACIÓN	Con presencia despreciable de finos (Menos de 5%)

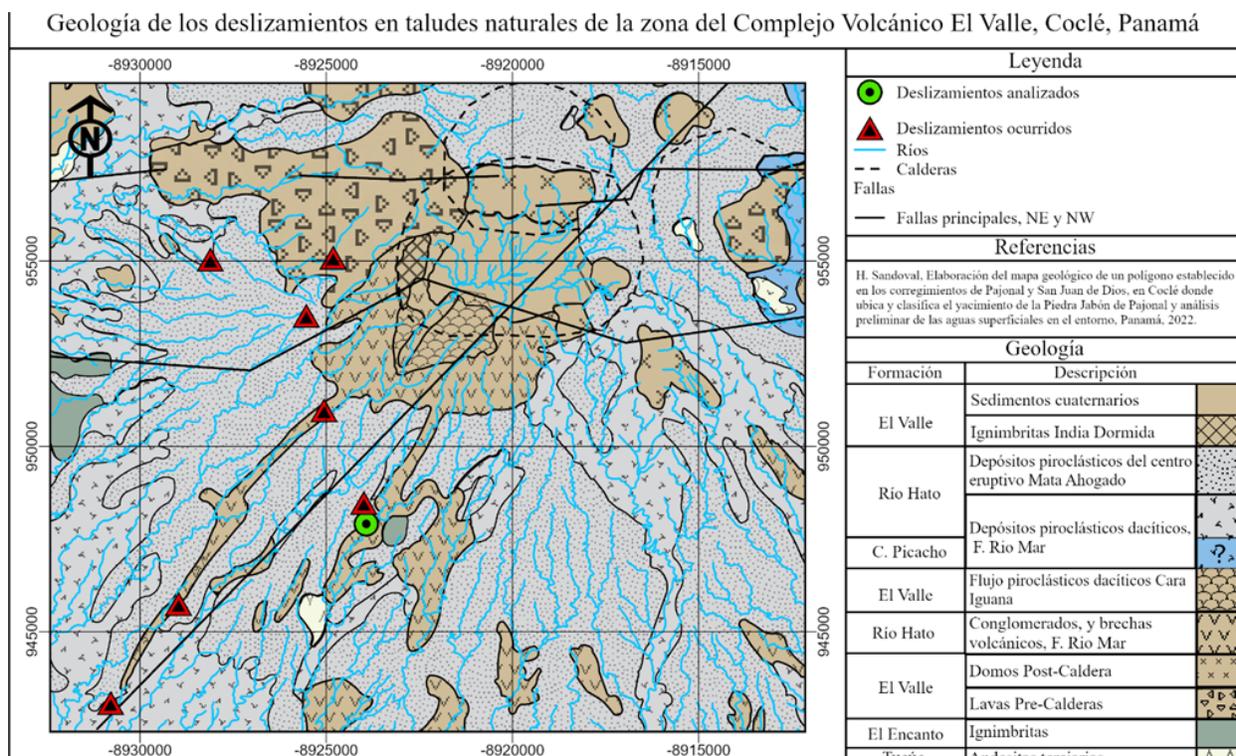


Figura 2: Geología de los deslizamientos en taludes naturales de la zona del Complejo Volcánico El Valle, Coclé, Panamá.

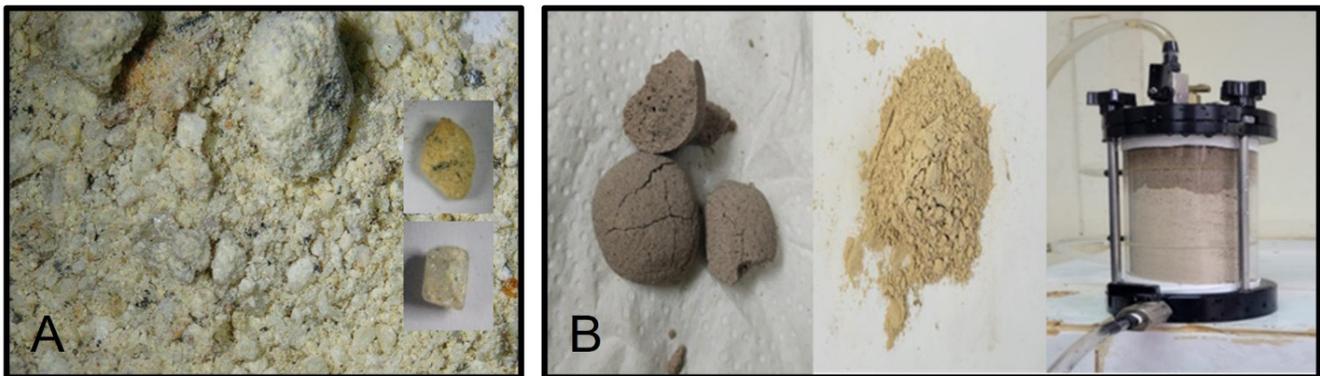


Figura 3: Análisis petrográficos (A) y geotécnicos realizados (B).4

4. CONCLUSIONES

EL área de estudio se encuentra dentro de la zona del Complejo Volcánico El Valle, con una marcada presencia de sistemas de fallas en distintas direcciones, cubierto en toda su extensión por tobas pocos consolidadas de erupciones recientes formando taludes naturales de aproximadamente 20 metros de altura. Previo al gran deslizamiento de la zona no se habían reportado grandes movimientos de masa y el evento ocurrió durante un evento de precipitación extraordinaria de una duración menor a una hora.

Con respecto al marco geológico, el área de estudio presenta inceptisoles, suelos someros en proceso de formación con edades menores a 50 000 años, que son medios adecuados para la agricultura, constituidos por aluviones y cenizas volcánicas. El estudio geotécnico muestra que el suelo es arenoso (SP, SW) con una presencia de finos menor al 5%, con características de tipo grueso para el tamaño del agregado, con una cohesión casi nula, permitiendo que la permeabilidad sea alta.

Para efectos de obtener una conclusión preliminar respecto a la estabilidad de los taludes, se requiere ampliar el estudio con ensayos de resistencia para posteriormente realizar un análisis de estabilidad de taludes en su condición actual mediante la utilización de softwares que utilicen tanto métodos clásicos (métodos de dovelas, talud infinito y métodos que consideren superficies de falla irregulares) como también el método de los elementos finitos, el cual permitiría realizar una simulación mucho mas precisa de las variaciones de presiones de poro a lo largo del talud. Esto es de particular importancia puesto que, a distintas intensidades de precipitación, se pueden producir distintas dinámicas de flujo subterráneo local a lo largo del talud.

Una vez realizado el análisis se podrían proponer posibles soluciones que permitan estabilizar

los taludes naturales en el área, y así poder apoyar a las personas de esta comunidad a través de la aplicación a fondos de adaptación y resiliencia climática.

Finalmente, se recomienda fomentar las iniciativas de regulación y reglamentación para la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a deslizamientos.

REFERENCIAS

- [1] J. I. Rodríguez Puentes, Análisis de deslizamientos superficiales generados por la lluvia en suelos de cenizas volcánicas mediante simulaciones de elementos finitos, Bogotá, 2016.
- [2] J. Suarez Diaz, «Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales,» Bucaramanga, 1998.
- [3] Naciones Unidas; CEPAL, «Repositorio CEPAL,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf.
- [4] L. A. Barahona Amores, J. E. Villarreal Nuñez, W. González Carrasco y E. Quiro McIntire, «Absorption of nutrients in rice in an inceptisol soil under irrigation in Coclé, Panamá,» *Agronomía Mesoamericana*, vol. 30, nº 2, pp. 407-424, 2019.
- [5] Ministerio de Comercio e Industrias - Dirección General de los Recursos Minerales, «Estudio de las arenas continentales tobas incoherentes del Complejo Volcánico de el Valle de Antón,» Panamá, 1996.
- [6] H. Sandoval, Elaboración del mapa geológico de un polígono establecido en los corregimientos de Pajonal y San Juan de Dios, en Coclé donde ubica y clasifica el yacimiento de la Piedra Jabón de Pajonal y análisis preliminar de las aguas superficiales en el entorno, Panamá, 2022.

AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.