



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de taludes con geomallas: revisión de literatura

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil**

AUTORES:

Campos Ojeda, Jhon Hilmer (orcid.org/0000-0002-5054-8109)

Loyaga Murillo, Arturo Rafael (orcid.org/0000-0002-8411-4472)

ASESOR:

Dr. Farfan Cordova Marlon Gaston (orcid.org/0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2024



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CAMPOS OJEDA JHON HILMER, LOYAGA MURILLO ARTURO RAFAEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Estabilización de taludes con geomallas: revisión de literatura", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
LOYAGA MURILLO ARTURO RAFAEL DNI: 47126456 ORCID: 0000-0002-8411-4472	Firmado electrónicamente por: ARLOYAGA el 04-07-2024 23:18:52
CAMPOS OJEDA JHON HILMER DNI: 76051691 ORCID: 0000-0002-5054-8109	Firmado electrónicamente por: JHCAMPOSO el 04-07-2024 23:15:49

Código documento Trilce: INV - 1658893



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FARFAN CORDOVA MARLON GASTON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Estabilización de taludes con geomallas: revisión de literatura", cuyos autores son LOYAGA MURILLO ARTURO RAFAEL, CAMPOS OJEDA JHON HILMER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 04 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FARFAN CORDOVA MARLON GASTON DNI: 03371691 ORCID: 0000-0001-9295-5557	Firmado electrónicamente por: MFARFANC el 05-07- 2024 00:23:13

Código documento Trilce: TRI - 0795362

Índice de contenidos

Declaratoria de Autenticidad del Autor	ii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iii
Índice de Contenidos	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	4
III. RESULTADOS	5
IV. CONCLUSIONES.....	8
REFERENCIAS.....	9
ANEXOS	

RESUMEN

La investigación se centró en la aplicación de geomallas en ingeniería civil para estabilizar taludes de la mano con el desarrollo sostenible relacionado con la Industria, Innovación e Infraestructura. Se analizaron 21 estudios, observando un aumento en las publicaciones desde 2019, con Perú liderando en este aspecto. El objetivo principal fue comprender las técnicas y metodologías utilizadas, así como evaluar los posibles impactos ambientales y económicos del uso de geomallas. Los suelos reforzados con geomalla (MSEW) demostraron flexibilidad y seguridad contra el volcamiento en situaciones sísmicas y estáticas. En resumen, el estudio propone una solución innovadora y sostenible para proteger taludes mediante el método de elementos finitos (MEF).

Palabras clave: Estabilidad de taludes, Tipo de geomalla, impacto ambiental, método y técnicas.

ABSTRACT

The research focused on the application of geogrids in civil engineering to stabilize slopes in line with sustainable development related to Industry, Innovation, and Infrastructure. Twenty-one studies were analyzed, noting an increase in publications since 2019, with Peru leading in this area. The main objective was to understand the techniques and methodologies used, as well as to evaluate the potential environmental and economic impacts of using geogrids. Geogrid-reinforced soils (MSEW) demonstrated flexibility and safety against overturning in seismic and static situations. In summary, the study proposes an innovative and sustainable solution for slope protection using the finite element method (FEM).

Keywords: Slope stability, Geogrid type, environmental impact, method, and techniques

I. INTRODUCCIÓN

La investigación tuvo como propósito contribuir al ámbito de la ingeniería civil, con un enfoque específico en sismología y estructuras. Por consiguiente, se alineó con el objetivo de desarrollo sostenible relacionado con la industria, la innovación y la infraestructura, mejorando así la calidad de las obras de estabilización de taludes.

En el ámbito nacional, se realizaron evaluaciones de estabilidad de taludes en carreteras debido a factores cuantitativos y cualitativos relacionados con las juntas o fallas regionales o locales, así como microfallas (Breña, 2019). Los factores geológicos, hidrológicos y sísmicos generaban problemas de estabilidad en los taludes (Torres, 2020). Además, en la minería, la estabilización de taludes con geomallas era común para garantizar la seguridad de las personas (Icochea, 2019). En Perú, la inestabilidad de taludes no solo se encontraba en carreteras y minería, sino también en áreas urbanas, como en el caso de la Costa Verde, donde se realizaron estudios de geología-geomorfología, geodinámica externa y sismicidad para su estabilización (Cañari y Alva, 2019). Carrión (2019), en su análisis y diseño de la estabilidad de taludes, concluyó que la mejor opción para estabilizar un talud era el sistema de geomalla anclada, ya que no requería movimientos de tierra.

En el ámbito internacional, un talud de suelo reforzado con geomalla fue monitoreado para comprender mejor su estabilidad a largo plazo y el mecanismo de refuerzo. Se concluyó que el refuerzo con geomalla podía inhibir el desarrollo de grietas, limitar la deformación del suelo y liberar la presión de hinchazón del suelo, manteniendo así la estabilidad a largo plazo (Zhang & Lan, 2023). Mesa et al. (2022), en su estudio, concluyeron que la geomalla aumentaba la estabilidad de la estructura, favorecía la reducción de desplazamientos horizontales y homogenizaba los asentamientos diferenciales.

Por lo tanto, era fundamental conocer las técnicas y métodos empleados para la estabilización de taludes. Rotaru (2022) estudió que los métodos de equilibrio límite (LEM), basados en el equilibrio de fuerzas y

momentos, no resultaban viables en un talud y desarrolló otros enfoques, como las versiones del método de corte vertical o el método de corte horizontal (HSM). También concluyó que el desarrollo y adaptación de métodos de elementos finitos (MEF) permitían el modelado numérico para analizar la estabilidad de las estructuras terrestres. Los análisis de estabilidad de taludes se llevaban a cabo mediante análisis bidimensionales de elementos finitos (Chawla et al., 2023).

En el análisis del comportamiento sísmico de un talud, se empleaba la técnica de refuerzo del suelo para mejorar la estabilidad sísmica y reducir la erosión; la geomalla resultaba un paso valioso hacia la evaluación de los desplazamientos sísmicos (Javdanian et al., 2023).

En proyectos de ingeniería, destacaban las técnicas de bioingeniería, cuyo diseño de la estabilidad de taludes se enfocaba en mejorar y proteger laderas, terraplenes y estructuras. Además, la vegetación actuaba junto con elementos inertes como los geosintéticos (Zabelly, 2024). Para Idrus (2023), en su investigación sobre las características de las geomallas en la estabilización de taludes, se concluyó que dependía del factor de seguridad. Por ello, los sistemas de geomallas anclados proporcionaban un mejor factor de seguridad (Vera, 2019).

Text Delta (2019), en su estudio, especificaba que la utilización de geomallas minimizaba los problemas derivados de la erosión. Entre los tipos de geomallas se encontraban la Tridimensional de Refuerzo DLT Drain Gr Mesh, la Geomalla de Refuerzo DLT Grid St Pes, el Geotextil Geobasic WG, la DLT Geocelda Step y la DLT Geocelda. El uso de las geomallas a lo largo del tiempo contribuyó a minimizar los impactos ambientales, reduciendo la infiltración de agua (Supandi, 2021), la erosión del suelo causada por las lluvias y la escorrentía de aguas superficiales, evitando los procesos de socavación y exposición del suelo (Neldor, 2021), beneficiando la eventual reforestación y población de fauna (Mendoza et al., 2021).

Por lo expuesto, surge la interrogante: ¿cómo se utilizan las geomallas en la estabilización de taludes? De esta pregunta se derivan otras, tales como: ¿cuáles son las técnicas y métodos más efectivos

utilizados en la estabilización de taludes? ¿Cuáles son los diferentes tipos de geomallas disponibles en el mercado para la estabilización de taludes? ¿Cuáles son algunos casos de éxito notables donde se ha implementado el uso de geomallas para la estabilización de taludes? y ¿cuáles son los posibles impactos ambientales y económicos de la utilización de geomallas en la estabilización de taludes?

La justificación de la investigación se centró en mostrar las metodologías y técnicas para la estabilización de taludes, demostrando las capacidades técnicas del diseño ingenieril con geosintéticos, así como la facilidad y rapidez de aplicación de estos sistemas (Machorro, 2021). El estudio realizado por Herrera et al. (2021) determinó que una interfaz adecuada entre el suelo y la geomalla comenzaba con el establecimiento de las condiciones de ensayo necesarias para determinar las propiedades de la interfaz entre las geomallas uniaxiales y el material de relleno. Por su parte, Tafur (2019) encontró que el diseño reforzado con geomallas permitía evaluar la estabilidad de los posibles mecanismos de deslizamiento entre el talud y la superficie superior del refuerzo, concluyendo que era necesario estimar la fuerza de tracción requerida en la geomalla para resistir el empuje exterior generado por el material del talud.

Esta investigación tuvo como objetivo general estudiar el uso de geomallas en la estabilización de taludes. Los objetivos específicos incluyeron conocer las diversas técnicas y métodos utilizados en la estabilización de taludes, detallar los diferentes tipos de geomallas disponibles en el mercado y su aplicabilidad, estudiar casos de éxito donde se implementaron geomallas para la estabilización de taludes, e identificar los posibles impactos ambientales y económicos de la utilización de geomallas en la estabilización de taludes.

II. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión de la literatura de diversos estudios que mostraban las distintas metodologías o procedimientos utilizados para la estabilización de taludes. Este estudio presenta un enfoque narrativo que detalla las diversas técnicas y metodologías empleadas, destacando los distintos procedimientos de estabilización de taludes y los tipos de geomallas disponibles. Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos EBSCOhost, ProQuest, Scopus, Springer Nature, Repositorio Universidad Cesar Vallejo, Repositorio Universidad San Pedro y Web of Science, abarcando los años de 2019 a 2024.

Se incluyeron estudios primarios en inglés sobre estabilidad de talud del 2019 al 2024. Así mismo, se encontraron 39 publicaciones relacionadas con el tema en las seis bases de datos, se obtuvieron 5 estudios de EBSCOhost, 6 estudios de ProQuest, 10 estudios de Scopus, 8 estudios de Springer Nature, 2 estudio de Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 1 estudio de Repositorio Universidad San Pedro y 7 estudios de Web of Science. Finalmente, se seleccionaron 21 publicaciones que cumplían con los criterios de la investigación.

Durante el desarrollo de la investigación, se implementaron directrices éticas estrictas que aseguraron el pleno respeto a los derechos de los autores participantes. Se enfatizó en la precisión y adecuación al citar y referenciar, siguiendo meticulosamente las normativas establecidas por la ISO 690. Esta metodología no solo fortaleció la integridad académica del estudio, sino que también fomentó la transparencia y garantizó el reconocimiento adecuado del trabajo previamente realizado por otros.

III. RESULTADOS

Se recopilaron artículos según lo especificado en el Anexo 01, el cual proporcionaba información detallada sobre las fuentes de investigación, los artículos analizados, los artículos incluidos y el porcentaje correspondiente a cada fuente. Las fuentes utilizadas fueron Web of Science (28.57%), ProQuest (28.57%), Scopus (19.05%), Springer Nature, Repositorio Universidad Cesar Vallejo y San Pedro (9.52% cada una), y EBSCOhost (4.76%).

Los 21 artículos seleccionados para el análisis fueron meticulosamente organizados conforme a las directrices establecidas en el Anexo 02, el cual proporcionaba un desglose exhaustivo de información relacionada con los autores, el año de publicación y la procedencia geográfica de la investigación. Este enfoque permitió un estudio detallado de la representación regional, destacando la predominancia de Perú (42.86%) como el país con mayor número de estudios analizados. Seguidamente, Colombia (14.29%) y Estados Unidos (9.52%) demostraron una significativa contribución al cuerpo de literatura examinado. Además, se identificó una diversa participación de otros países como Ecuador, España, Francia, India, Indonesia, Malasia y México, cada uno contribuyendo con un 4.76% del total de los artículos seleccionados.

En la tabla del Anexo 03 se describieron investigaciones que examinaron los aspectos cuantitativos y cualitativos, así como los factores geológicos e hidrológicos (Breña, 2019; Torres, 2020), junto con estudios sobre geodinámica externa y sismicidad (Cañari y Alva, 2019) para mejorar la estabilidad de taludes. Se exploraron diversos métodos, como los elementos finitos (Supandi, 2019; Barrios et al.) y el método de equilibrio límite (Chawla et al., 2023; Idrus, 2023). Otros enfoques analizados incluyeron el método ordinario o sueco de cortes, que garantizaba el equilibrio de momentos; el método de Bishop, que aseguraba tanto el equilibrio de momentos como de fuerza vertical; el método de Janbu, reconocido por cumplir con todas las condiciones de

equilibrio y resolver problemas numéricos variados; el método de Morgenstern y Price, versátil en su manejo de fuerzas laterales en diversas orientaciones; y el método de Spencer, diseñado para cumplir con todas las condiciones de equilibrio al considerar fuerzas laterales paralelas (Rotaru, 2022). Además, se evaluaron las técnicas de análisis bidimensional (Chawla et al., 2023) y bioingeniería (Zabelly, 2024), las cuales contribuyeron significativamente al proceso de estabilización mediante el uso de métodos finitos. Durante la revisión de la literatura, también se examinó un método alternativo de estabilización utilizando sistemas de malla anclada (Carrión, 2019), el cual demostró ser económicamente viable.

En relación con el tipo de geomallas y su aplicabilidad en la estabilización de taludes, las investigaciones concluyeron que su utilización está notablemente condicionada por el comportamiento sísmico inherente al talud. Este comportamiento fue meticulosamente analizado mediante estudios geotécnicos exhaustivos y modelado numérico avanzado, lo cual permitió una evaluación precisa de la efectividad y la respuesta estructural de las geomallas en condiciones sísmicas adversas.

En el Anexo 04 se presentó la información relacionada con los tipos de geomallas y su aplicabilidad en la estabilización de taludes. La revisión de literatura evaluó que el uso de geomallas con la técnica de anclaje fue destacado (Icochea, 2019), y se estableció que el diseño de reforzamiento Geomatrix recomendaba el uso de geomallas biaxiales para la estabilización (Mesa et al.). De los resultados encontrados, se determinó que los diseños ingenieriles con geosintéticos eran viables debido a la rapidez en la instalación de los materiales aplicados (Machorro, 2021). Se incluyeron diferentes tipos de geomallas, como la geomalla tridimensional de refuerzo DLT Drain Gr Mesh, la geomalla de refuerzo DLT Grid St Pes, el geotextil Geobasic WG, la DLT Geocelda Step y la DLT Geocelda (Texdelta, 2019). La evaluación de cinco tipos de geomallas basada en sus propiedades mecánicas determinó que las geomallas uniaxiales eran las más adecuadas para la estabilización del talud, condicionada por

modelación numérica ante desplazamientos sísmicos estáticos.

Con base en la literatura, se encontraron estudios de casos exitosos en la aplicación de geomallas para la estabilización de taludes. El Anexo 05 proporciona detalles sobre estos casos de estudio. Los resultados de los cálculos mostraron que la estabilización del talud fue notablemente influenciada por la efectividad anti-desprendimiento de las geomallas (Zhang, 2023). Los movimientos masivos de tierra dependen de los factores de seguridad en la evolución del talud, y su protección superficial contra la erosión se llevó a cabo con el uso de geomallas (Tafur, 2019), así como la evaluación del factor de seguridad (Vera, 2019). En el Anexo 06 se aborda la contribución del uso de geomallas a lo largo del tiempo, destacando su papel en la reducción de impactos ambientales y la mitigación de la erosión del suelo (Neldor, 2021), además de sus beneficios adicionales como la reforestación, el aumento de la biodiversidad y la mejora de la calidad de vida urbana en las áreas de estudio (Mendoza et al., 2021).

IV. CONCLUSIONES

Los estudios sobre la estabilización de taludes mediante el uso de geomallas han evidenciado avances significativos en el ámbito de la ingeniería civil. Esta revisión de la literatura examinó el contenido de diversas investigaciones que se centraron en la aplicación de geomallas para tal fin.

Se comprobó que uno de los principales hallazgos fue la importancia de determinar el factor de seguridad para la estabilización de taludes mediante el método de elementos finitos (MEF). Este método permitió modelar de manera numérica la estabilización utilizando geomallas ancladas, lo que proporcionó una representación precisa del comportamiento del talud bajo diferentes cargas y contribuyó a una evaluación más precisa de su estabilidad.

Además, se destacó la relevancia de identificar el tipo de geomalla utilizado en la estabilización. La literatura revisada indicó que el uso de geomallas ayudó significativamente a reducir los problemas de erosión del talud debido a su efectiva interacción con el suelo. Entre los tipos de geomallas más mencionadas se encontraban la Geomalla de Refuerzo DLT Grid St Pes y el Geotextil Geobasic WG, que cumplían con los estándares de la norma técnica ASTM y se caracterizaban por su alta resistencia a la tensión y su permeabilidad adecuada.

En cuanto a los impactos ambientales, la revisión concluyó que el uso de geomallas contribuyó de manera efectiva a mitigar estos problemas. Las geomallas redujeron la infiltración de agua, controlaron la erosión del suelo y previnieron la socavación y exposición del suelo, lo que resultó en una mejora significativa de la calidad ambiental y en la promoción de la sostenibilidad.

En resumen, la revisión de la literatura resalta la importancia de seleccionar el tipo adecuado de geomalla y aplicar las técnicas de instalación y mantenimiento correctas para mejorar la estabilidad de los taludes y promover un desarrollo urbano sostenible.

REFERENCIAS

- ARQUEÑIVA, H. y ROMERO, R., 2021. Estudio y evaluación comparativa entre suelos reforzados con geomalla y muros de concreto armado para la estabilización de taludes de carreteras. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, vol. 1, no. 1, ISSN 2961-2357. DOI 10.54943/ricci.v1i1.202.
- BARRIOS, L., CÉSPEDES, D. y OYUELA, J., 2022. FORMULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD UBICADO EN EL KILÓMETRO 3.3 VÍA TAMARINDO SALADO, IBAGUÉ - TOLIMA [en línea]. Colombia: s.n. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/d4069e9d-0c1d-4b7b-a0e7-49e5eef337a3/content>.
- BREÑA, C., 2024. Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú. [en línea]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [consulta: 16 junio 2024]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/fbeb01c8-903a-4bab-89b4-1e30d80e0251>.
- CAJAHUARINGA, Z., 2024. Técnicas de bioingeniería para estabilización de taludes en proyectos de ingeniería | Peru Construye. [en línea]. [consulta: 17 junio 2024]. Disponible en: <https://peruconstruye.net/2024/04/18/tecnicas-bioingenieria-estabilizacion/>.
- CHAWLA, A., SARKAR, K., ABHISHEK, R., CHAWLA, S., PASUPULETI, S. y MISHRA, S., 2023. A geotechnical approach to compare different slope stabilization techniques for failed slope in the Darjeeling hills, India. En: Company: SpringerDistributor: SpringerInstitution: SpringerLabel: Springernumber: 15publisher: Springer Berlin Heidelberg, *Environmental Earth Sciences*, vol. 82, no. 15, ISSN 1866-6299. DOI 10.1007/s12665-023-11054-3.
- GEOCONCRET, S.A., 2023. Geomallas: Reforzando la Estabilidad del Suelo. GEOSINTETICOS Y CONCRETOS S.A. [en línea]. [consulta: 21 junio 2024]. Disponible en: <https://geoconcret.com/geomallas-tipos-aplicaciones/>.

- GEOTECHNICAL CONSULTING, 2022. ESTABILIDAD DE TALUDES Y MÉTODOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES – Geotecnia y Mecánica de Suelos. GEOTECHNICAL CONSULTING [en línea]. [consulta: 22 junio 2024]. Disponible en: <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/estabilidad-talud/>.
- HERRERA, F., CHAHUA, L., MURRUGARRA, E. y REAÑO, D., 2022. Ampliación vertical de un talud de suelo reforzado con geosintéticos de 41 m de altura - Revista Minería. MINERIA [en línea]. [consulta: 17 junio 2024]. Disponible en: <https://revistamineria.com.pe/actualidad/ampliacion-vertical-de-un-talud-de-suelo-reforzado-con-geosinteticos-de-41-m-de-altura>.
- HUAYTA, R., BAUTISTA, S. y MEZA, P., [sin fecha]. Anclajes al terreno: nuevos sistemas optimizados de sostenimiento en taludes - Revista Minería. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú [en línea]. [consulta: 21 junio 2024]. Disponible en: <https://revistamineria.com.pe/tecnico-cientifico/anclajes-al-terreno:-nuevos-sistemas-optimizados-de-sostenimiento-en-taludes>.
- ICOCHEA, S., 2019. Efectividad de la estabilización de taludes con geomallas en relaves. IGC - Innovación en Geosintéticos y Construcción [en línea]. [consulta: 16 junio 2024]. Disponible en: <https://igc.com.pe/efectividad-estabilizacion-de-taludes-con-geomallas-relaves/>.
- IDRUS, J., HAMZAH, N., RAMLI, R., MD NUJID, M. y SADIKON, S.F., 2023. Enhancing Slope Stability with Different Slope Stabilization Measures: A Case Study using SLOPE/W Software. Jurnal Kejuruteraan, vol. 35, no. 6, ISSN 22897526. DOI 10.17576/jkukm-2023-35(6)-15.
- JAISWAL, S. y CHAUHAN, V.B., 2022. Influence of secondary reinforcement layers to enhance the stability of steep soil slope under earthquake loading. Arabian Journal of Geosciences, vol. 15, no. 11, ISSN 1866-7538. DOI 10.1007/s12517-022-10366-1.
- JAVDANIAN, H. y GOHARI, A., 2024. Seismic Behavior Analysis of Geogrid-Reinforced Soil Slopes. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, vol. 48, no. 2, ISSN 2364-1843. DOI 10.1007/s40996-023-01218-3.

- MEBRAHTU, T.K., HEINZE, T., WOHNLICH, S. y ALBER, M., 2022. Slope stability analysis of deep-seated landslides using limit equilibrium and finite element methods in Debre Sina area, Ethiopia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 81, no. 10, ISSN 1435-9537. DOI 10.1007/s10064-022-02906-6.
- MENDOZA, L., PACHECO, C. y CERTAIN, W., 2021. Evaluación de impactos ambientales asociados a la eventual recuperación ambiental de canteras con residuos inertes de construcción y demolición en Barranquilla y su área metropolitana. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, vol. 39, no. 2, ISSN 2145-9371. DOI 10.14482/inde.39.2.628.
- NELDOR, 2021. Principales aplicaciones de los geosintéticos: Aportan soluciones a los problemas más frecuentes en las obras civiles, ejerciendo funciones de separación, refuerzo y filtración, entre otras. *Portafolio* [en línea], [consulta: 21 junio 2024]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2603921419/citation/48837B1000BF40ECPQ/1>.
- PERÚ, C., 2020. Estabilización de taludes: Garantía de seguridad para el trabajador y el entorno de la obra. *Peru Construye* [en línea]. [consulta: 21 junio 2024]. Disponible en: <https://peruconstruye.net/2020/11/11/estabilizacion-de-taludes-garantia-de-seguridad-para-el-trabajador-y-el-entorno-de-la-obra/>.
- RAHANGDALE, D., SINGH, A. y ADHIKARY, S., 2024. Seismic Fragility Analysis of Finite Slope Considering Pile–Anchor Structure. *Indian Geotechnical Journal* [en línea], [consulta: 17 junio 2024]. ISSN 2277-3347. DOI 10.1007/s40098-024-00954-1. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40098-024-00954-1>.
- RAMÍREZ, J., 2022. DIAGNÓSTICO DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD Y LAS OBRAS DE CONTENCIÓN NECESARIAS PARA PREVENIR DESLIZAMIENTOS GENERADOS POR LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LADERA DEL RÍO MOLINO, UBICADA EN EL BARRIO CAMILO TORRES, MUNICIPIO DE POPAYÁN – CAUCA. [en línea]. Colombia: Uniautónoma del cauca. Disponible en: <https://repositorio.uniautonomo.edu.co/bitstream/handle/123456789/731/T>

%20IA-P%20199%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

REYES, J., MUÑOZ, V., SALVADOR, A. y DELGADO, D., 2020. MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES. Revista Innova Ingeniería, vol. 1, no. 5,

RODRÍGUEZ, G., [sin fecha]. Tesina Estabilidad de taludes en zonas tropicales: antecedentes, metodos de analisis y la aplicacion de la Bio-ingenieria para el control de inestabilidades Maygualida Marisol VOSS FREITES [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 21 junio 2024]. Disponible en: <https://www.centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/tesina-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales-antecedentes-metodos-de-analisis-y-la-aplicacion-de-la-bio-ingenieria-para-el-control-de-inestabilidades-maygualida-marisol-voss-freites.html>.

ROTARU, A., BEJAN, F. y ALMOHAMAD, D., 2022. Sustainable Slope Stability Analysis: A Critical Study on Methods. Sustainability, vol. 14, no. 14, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su14148847.

SRILATHA, N. y LATHA, G.M., 2022. Physical and Computational Modelling of Geosynthetic-Reinforced Model Slopes in Shaking Table Tests. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, vol. 8, no. 6, ISSN 2199-9279. DOI 10.1007/s40891-022-00414-x.

SUJATHA, E.R., SUDARSAN, J.S. y NITHIYANANTHAM, S., 2023. A review on sustainable reinforcing techniques to stabilize slopes against landslides. International Journal of Environmental Science and Technology, vol. 20, no. 12, ISSN 1735-2630. DOI 10.1007/s13762-023-04832-w.

SUPANDI, S., 2021. Simple Slope Stabilization on Quartz Sandstone using Horizontal Drain. , DOI 10.5829/ije.2021.34.04a.31.

TAFUR, C., 2019. Estudio para la estabilización del talud del tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca – Chachapoyas. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, vol. 2, no. 3, ISSN 2520-0356. DOI 10.25127/ucni.v2i3.604.

TORRES, C., 2020. Evaluación de riesgo de deslizamientos y propuesta geotécnica de la trocha Ayash-Huaripampa tramo km 3+260 al km 3+300. Perfiles de Ingeniería, vol. 16, no. 16, ISSN 2519-5719. DOI

10.31381/perfiles_ingenieria.v20i15.3542.

VERGARA, R., [sin fecha]. Estabilización de talud por tres Métodos: Gaviones, Geomalla y Muro de Contención en el Centro Poblado San Juanito Alto Distrito de Guadalupito-Viru- La Liberad. [en línea]. Perú: Universidad San Pedro. Disponible en: http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7988/Tesis_58973.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ZHANG, R., LAN, T., ZHENG, J.L. y GAO, Q.F., 2023. Field performance of a geogrid-reinforced expansive soil slope: a case study. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 83, no. 1, ISSN 1435-9537. DOI 10.1007/s10064-023-03478-9.

ZHANG, R., LONG, M., LAN, T., ZHENG, J. y GEOFF, C., 2020. Stability analysis method of geogrid reinforced expansive soil slopes and its engineering application. *Journal of Central South University*, vol. 27, no. 7, ISSN 2227-5223. DOI 10.1007/s11771-020-4423-x.

ANEXOS

Anexo 01: Número de investigaciones consultadas e incluidas

FUENTES DE INVESTIGACIÓN	ARTÍCULOS ANALIZADOS	ARTÍCULOS INCLUIDOS	PORCENTAJE
EBSCOhost	5	1	4.76%
ProQuest	6	6	28.57%
Scopus	10	4	19.05%
Springer Nature	8	2	9.52%
Repositorio	3	2	9.52%
Web Of Science	7	6	28.57%
TOTAL	39	21	

Anexo 02: Referencia de los estudios incluidos.

N°	AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS
1	Christian Hernán Breña Vásquez	(2019)	Perú
2	Sofía Icochea	(2019)	Perú
3	Mariella G. Cañari Sanchez & Jorge Alva Hurtado	(2019)	Perú
4	Texdelta	(2019)	España
5	Carlos Humberto Carrión Aguilar	(2019)	Perú
6	Vera Yalico Mario Abel	(2019)	Perú
7	Tafur Tuesta Carlos	(2019)	Perú
8	César Roberto Torres Chung	(2020)	Perú
9	Ramón Machorro	(2021)	Mexico
10	Neldor	(2021)	Colombia
11	Supandi, S	(2021)	Indonesia
12	Mendoza Et Al.	(2021)	Colombia
13	Rotaru, A.; Bejan, F.; Almohamad, D	(2022)	Francia
14	Mesa Lavista Milena Y Jimbo Yépez Ronald	(2022)	Ecuador
15	Herrera Et Al.	(2022)	Perú
16	Barrios et al.	(2022)	Colombia
17	Zhang, R., Lan, T., Zheng, J.L. Et Al.	(2023)	EE.UU
18	Javdanian, H., Gohari, A.	(2023)	EE.UU
19	Chawla, A., Sarkar, K., Abhishek, R. Et Al.	(2023)	India
20	Idrus Juliana	(2023)	Malasia
21	Zabelly Cajahuaringa	(2024)	Perú

Anexo 03: Técnicas y métodos más efectivos utilizados en la estabilización de taludes.

N°	AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS	ESTABILIZACIÓN DE TALUD, TÉCNICAS Y MÉTODOS
1	Breña	(2019)	Perú	Estabilidad de talud (Factores)
2	Cañari y Alva	(2019)	Perú	Estabilidad de talud (Análisis)
3	Chawla et al.	(2023)	India	Técnicas de estabilización (análisis Bidimensional)
4	Supandi	(2021)	Indonesia	Estabilidad de talud (Método de elemento finito)
5	Carrión	(2019)	Perú	Estabilidad de talud (Método de Equilibrio limite)
6	Idrus	(2023)	Malasia	Método de estabilización de talud
7	Barrios et al.	(2022)	Colombia	Métodos (Elemento finito)
8	Zabelly	(2024)	Perú	Técnicas de estabilización (Bioingeniería)
9	Torres	(2020)	Perú	Estabilidad de Talud (Factores)
10	Rotaru et al.	(2022)	Francia	Métodos por clase de superficie

Anexo 04: Tipos de geomallas disponibles en el mercado para estabilización de taludes.

N°	AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS	TIPOS DE GEOMALLAS O APLICABILIDAD EN LA ESTABILIDAD
1	Icochea	(2019)	Perú	Aplicabilidad de los taludes (Anclaje de geomallas)
2	Mesa y Yépez	(2022)	Ecuador	Aplicabilidad de los taludes (Diseño de reforzamiento con geomallas)
3	Texdelta	(2019)	España	Tipos de geomallas (Geomalla de refuerzo y Geotextil)
4	Machorro	(2021)	México	Diseño ingenieril con geosinteticos
5	Herrera Et Al.	(2022)	Perú	Geomallas Uniaxiales
6	Javdanian et al.	(2023)	EE. UU	Evaluación de geomallas

Anexo 05: Casos de éxito notables donde se ha implementado el uso de geomallas para la estabilización de taludes.

N°	AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS	CASO DE EXITO
1	Tafur	(2019)	Perú	Diseño Reforzado con Geomallas
2	Vera	(2019)	Perú	Factor de seguridad
3	Zhang et al.	(2023)	EE. UU	Monitoreo de estabilización con geomalla

Anexo 06: Impactos ambientales y económicos de la utilización de geomallas en la estabilización de taludes

N°	AUTOR (ES)	AÑO	PAÍS	IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO
1	Neldor	(2021)	Colombia	Mitigación de erosión de suelos
2	Mendoza et al.	(2021)	Colombia	Impacto ambiental positivo