



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estrategias y tecnologías para la estabilización de taludes en zonas de
riesgo

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Sanchez Centurion, Alexis Daniel (orcid.org/0000-0003-2060-2765)

ASESOR:

MSc. Murga Torres, Emzon Enrique (orcid.org/0000-0002-7618-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MURGA TORRES EMZON ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulado: "Estrategias y Tecnologías para la Estabilización de Taludes en Zonas de Riesgo", cuyo autor es SANCHEZ CENTURION ALEXIS DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, 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 Tesis 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
MURGA TORRES EMZON ENRIQUE DNI: 70283659 ORCID: 0000-0002-7618-9650	Firmado electrónicamente por: EMURGATO el 04- 07-2024 20:58:19

Código documento Trilce: TRI - 0795218



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, SANCHEZ CENTURION ALEXIS DANIEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Estrategias y Tecnologías para la Estabilización de Taludes en Zonas de Riesgo", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ALEXIS DANIEL SANCHEZ CENTURION DNI: 72020393 ORCID: 0000-0003-2060-2765	Firmado electrónicamente por: ADSANCHEZC el 04- 07-2024 07:08:00

Código documento Trilce: TRI - 0795219

Índice de Contenidos

Declaratoria de Autenticidad del Asesor	ii
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	iii
Índice de Contenidos	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	3
III. RESULTADOS.....	5
IV. CONCLUSIONES.....	11
REFERENCIAS.....	13
ANEXOS	1

Resumen

Este proyecto de investigación se enfoca en la evaluación y análisis de las estrategias y tecnologías empleadas en la estabilización de taludes para prevención de deslizamientos, protección de infraestructura, preservación del medio ambiente, seguridad pública y sostenibilidad en el Perú. El Perú es un país montañoso y cuenta con una topografía diversa que incluye montañas, valles y zonas costeras.

La revisión examina investigaciones previas y estudios relacionados con la estabilización de taludes para prevenir deslizamientos, proteger la infraestructura, preservar el medio ambiente, garantizar la seguridad pública y promover la sostenibilidad en el desarrollo de áreas urbanas y rurales del Perú. Se abordan temas como la evaluación geotécnica, técnicas de estabilización, diseño y gestión de riesgo.

El objetivo principal es proporcionar una visión integral de las soluciones y prácticas existentes para afrontar los colapsos y deslizamientos que puedan poner en peligro la seguridad de las personas y la infraestructura. Esta investigación servirá como una referencia esencial para ingenieros civiles, planificadores de infraestructura y profesionales involucrados en el diseño y mantenimiento de taludes en el contexto peruano, contribuyendo al desarrollo de infraestructura más adaptable y sostenible en el país.

Palabras clave: estabilización de taludes, desarrollo, deslizamientos.

Abstract

This research project focuses on the evaluation and analysis of the strategies and technologies used in the stabilization of slopes for landslide prevention, infrastructure protection, environmental preservation, public safety and sustainability in Peru. Peru is a mountainous country and has a diverse topography that includes mountains, valleys and coastal areas.

The review examines previous research and studies related to slope stabilization to prevent landslides, protect infrastructure, preserve the environment, guarantee public safety and promote sustainability in the development of urban and rural areas of Peru. Topics such as geotechnical evaluation, stabilization techniques, design and risk management are addressed.

The main objective is to provide a comprehensive view of existing solutions and practices to address collapses and landslides that may endanger the safety of people and infrastructure. This research will serve as an essential reference for civil engineers, infrastructure planners and professionals involved in the design and maintenance of slopes in the Peruvian context, contributing to the development of more adaptable and sustainable infrastructure in the country.

Keywords: slope stabilization, development, landslides.

I. INTRODUCCIÓN

La estabilización de taludes en zonas de riesgo es una preocupación fundamental en la ingeniería civil y la gestión de riesgos de desastres. Los taludes, que son inclinación de terreno natural, pueden presentar una amenaza significativa cuando se encuentran en áreas propensas a movimientos de tierra, erosión o deslizamientos. Estas zonas de riesgo son especialmente comunes en regiones montañosas, costeras o con suelos inestables. Esta investigación se enfoca en explorar y analizar las estrategias, tecnologías y avances en la estabilización de taludes para afrontar los riesgos frente a los deslizamientos de tierra.

Un talud es una superficie inclinada de un muro o de un terreno. De manera más técnica, se puede definir como cualquier superficie que se inclina respecto a la horizontal y que puede mantener esa inclinación de forma temporal o permanente. (Vestalia, 2022)

El Perú cuenta con una topografía montañosa y accidentada en muchas áreas debido a su ubicación geográfica. En estas áreas, los taludes suelen ser necesarios para nivelar el terreno y construir estructuras planas para la construcción de infraestructura, como carreteras, edificios, viviendas y parques.

La inestabilidad de taludes se considera como uno de los problemas geotécnicos más importantes, estos generan deslizamientos de masas, que provocan impactos negativos al bioma y a las personas, así como daños en infraestructuras y geomorfología. Por ello, el pasto Vetiver se emplea como una solución ecoingenieril por su capacidad de solucionar problemas de erosión, reptación y fallas (Gusukuma, 2020).

En el Perú la estabilización de taludes tiene un gran impacto para el desarrollo económico, social y sostenible, por ello la población ha ido creciendo poblacionalmente y económicamente, consecuentemente da como resultado la conectividad y el comercio dentro de todo el país, entonces esto genera que nuevas masas y terrenos sean pisados por el hombre, por ello genera peligro de muerte y daños de propiedades a causa de los deslizamientos y movimiento de estas masas.

Los deslizamientos de tierra conllevan una variedad de repercusiones en la sociedad, tales como la pérdida de vidas, daños a la propiedad, desplazamiento de comunidades, interrupción de servicios esenciales, efectos ambientales, gastos de recuperación, riesgos para la salud y consecuencias psicológicas. Estos sucesos pueden resultar en pérdidas económicas importantes, afectar el bienestar general y demandar esfuerzos considerables para la recuperación y la prevención a futuro.

Entonces esto produce que surja una necesidad de nuevas tecnologías y mejoramientos en taludes para prevenir los riesgos naturales ya mencionados anteriormente. Es importante conocer el bajo conocimiento que algunos profesionales tienen sobre proyectos de taludes que se ejecutan, por ello se explorará estudios previos, investigaciones científicas y prácticas recomendadas que atribuyen a la construcción de pavimentos resistentes en el Perú.

Por ello, con lo mencionado y detallado, el objetivo de esta investigación es proporcionar una visión integral de las investigaciones y progresos en el ámbito de la geotecnia (taludes) para mitigar los riesgos asociados con la inestabilidad de taludes en el país.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es la estabilización de taludes en zonas de riesgo. Al igual que las metas específicas son: Evaluar las últimas tecnologías y métodos utilizados en la estabilización de taludes en zonas de riesgo, centrándose en su eficacia, costo y sostenibilidad. Esto implicará el proyecto de investigación, la recopilación de datos sobre proyectos recientes y la realización de análisis comparativos para identificar las mejores prácticas y tendencias emergentes en la disciplina. Y, por otro lado: Desarrollar una estrategia innovadora de estabilización de taludes que incorpore tecnologías avanzadas, como el modelado por elementos finitos (MEF) y sensores geotécnicos, para monitorear en tiempo real la estabilidad del talud. Este objetivo implica la formulación de un plan detallado de diseño, la implementación del proyecto piloto y la evaluación de su desempeño en un entorno real.

II. METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación, mantuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se basó en observación directa, con el fin de detallar la problemática de esta investigación. Esta investigación científica, fundamentada y estructurada de diferentes fuentes, tesis, libros, artículos de opinión, entre otras más.

De acuerdo con Vara (2012), “La característica principal de la investigación aplicada es que identifica una situación problemática y busca una solución adecuada mediante una evaluación de las alternativas posibles. En general, este tipo de investigación busca solucionar un problema específico y que es recurrente en la zona de estudio”

“Los proyectos de ingeniería civil, generalmente están considerados como aplicativos, por ejemplo, cuando solucionan problemas que intervienen con estudio de suelos. Siempre busca conocer, construir y modificar una realidad problemática”. (Borja, 2012)

Para redactar esta investigación, se aplicaron criterios para determinar qué fuentes se incluirían y cuáles se excluyeron, con el propósito de llevar a cabo una búsqueda exhaustiva de literatura relacionada con el tema en cuestión. Los criterios de inclusión se definieron de la siguiente manera: se consideraron únicamente las revisiones de artículos científicos, se seleccionaron artículos provenientes de fuentes de reconocida reputación, se limitó la búsqueda a artículos publicados en los últimos cinco (05) años y se requirió que al menos el 40% de los artículos estuvieran escritos en inglés.

Del mismo modo, como parte de los criterios de exclusión, no se tuvieron en cuenta las revistas anexadas, ni páginas web ni revistas anexadas. Además, se excluyeron los resultados de investigaciones que se hubieran publicado hace más de cinco años (anteriores al 2019). La estructura de esta investigación se siguió de acuerdo a las pautas proporcionadas por la Universidad César Vallejo (UCV) para la elaboración de trabajos de investigación

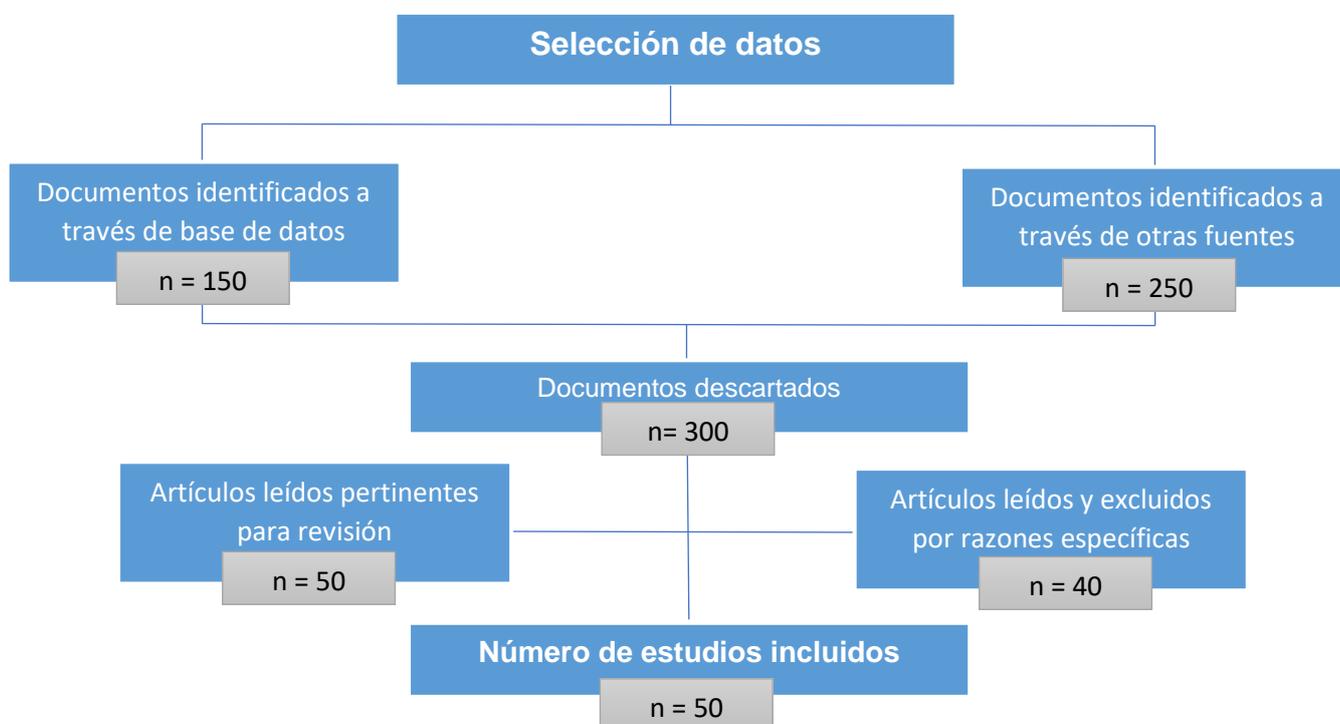
En cuanto al procedimiento, primeramente, se obtuvo la información requerida para cumplir con los objetivos planteados en relación al tema de investigación, logrando

esto mediante la recopilación de artículos y fuentes científicas obtenidos de bases de datos tales como: Scopus, Google Académico, SciELO, Research Gate y Alicia Concytec.

Tabla N° 01: Fuentes de información consideradas

Fuentes	
Artículos científicos	Scopus
	Google Académico
	SciELO
	Research Gate
	Alicia Concytec

Luego, se procedió a realizar una selección de los artículos científicos pertinentes para el estudio en cuestión, priorizando aquellos publicados en inglés debido a su mayor impacto a nivel internacional y al mayor desarrollo de la estabilización de taludes en países con un avanzado progreso tecnológico. Se eligió una muestra compuesta por cincuenta (50) artículos científicos, los cuales se utilizaron como base para llevar a cabo esta investigación.



Posteriormente, se llevó a cabo una extracción de datos con las debidas citaciones y referencias siguiendo las normativas de la International Organization for Standardization (ISO 690 y 690-2). Estos datos se utilizaron para el análisis de los resultados, los cuales se detallan más adelante.

III. RESULTADOS

3.1. Discusión

Se llevaron a cabo búsquedas de datos e información en diversos portales, como Scopus, SciELO, Research Gate, Alicia Concytec y Google Académico, en un período que abarcó desde 2019 hasta 2024 e incluyendo libros clásicos. El objetivo principal era obtener la información pertinente y asegurarse de que estuviera en sintonía con el tema de la estabilidad de taludes. Esto se debió a la relevancia de investigar estas cuestiones y aplicar tecnologías modernas, a pesar de la limitada disponibilidad de publicaciones recientes en este campo.

3.2. Resultados

Este planteamiento introduce lo que se conoce como "tecnologías destinadas a la estabilización de taludes", métodos que pueden contribuir a la mejora de la infraestructura y prolongar su vida útil. Como resultado, el objetivo de una efectiva estabilización de taludes es garantizar la seguridad, salvaguardar la inversión, mantener la continuidad de las operaciones y promover la sostenibilidad medioambiental, entre otros beneficios.

De acuerdo con Betonform, nos plantea un sistema llamado ErdoX, se trata de un muro de retención equipado con un anclaje singular, implementado mediante una estructura de metal con una configuración piramidal. Sus características destacadas son su instalación veloz, bajo peso, estabilidad instantánea y la posibilidad de ser ensamblado previamente en las proximidades del proyecto. Cuando es necesario intervenir de inmediato en la estabilización de taludes, esta opción resulta altamente conveniente debido a su excepcional agilidad y versatilidad.

Este sistema resulta altamente adecuado para abordar la inestabilidad de taludes en la mayoría de situaciones, y esto se debe a una serie de factores positivos. Entre los aspectos más destacados se incluyen: su mínimo impacto ambiental, costos

sustancialmente inferiores en comparación con otros sistemas disponibles, un rendimiento muy satisfactorio en relación a sistemas similares en el mercado local, su capacidad de adaptación a una variedad de escenarios, y su característica de ser una estructura antisísmica gracias a su flexibilidad otorgada por el mono-anclaje, entre otras ventajas.

Además, se han estado estudiando enfoques que hacen uso de la técnica de mejoramiento del suelo mediante técnicas biotécnicas en el diseño de taludes. Esta técnica ha sido puesta en práctica en diferentes partes del mundo. y se percibe como una opción alternativa en comparación con los métodos convencionales de estabilización de suelos.

Ruby V, et al., (2021), “El uso de vegetación en la superficie del suelo ejerce un impacto significativo en los niveles de humedad del suelo, ya que la vegetación intercepta una gran parte de la lluvia, la cual se acumula en hojas y ramas y se evapora gradualmente al entorno como parte del ciclo hidrológico.”

Al igual que Luis, Wilmer y Óscar (2021), “Se llevó a cabo la evaluación del impacto en la estabilidad ocasionado por el eucalipto y el vetiver en diversos suelos, considerando variaciones en la disposición, la pendiente y tomando en consideración la influencia del nivel freático.”

También, Sánchez (2019), presenta un enfoque innovador para la estabilización de taludes utilizando la bioingeniería con pastos vetiver; el autor demuestra como esta técnica puede mejorar la estabilidad del suelo en regiones tropicales de manera sostenible y eficaz, destacando su bajo costo y fácil implementación.

Estos autores recomiendan que, para garantizar la estabilidad del talud en su conjunto, es fundamental considerar no solo los aspectos técnicos y económicos del factor de seguridad, sino también otros elementos como la facilidad de acceso para la construcción, preparativos previos y la naturaleza de los materiales presentes en la zona.

Por ello la utilización de vegetación es de suma importancia en el proceso de estabilización de taludes, ya que conlleva una serie de ventajas significativas. Además de mejorar la estabilidad, controlar la erosión, y contribuir a la sostenibilidad y estética del área, este enfoque puede demostrar ser

económicamente más viable y tener un menor impacto ambiental en comparación con las alternativas convencionales.

En las regiones tropicales de Perú, predominan los suelos con alto contenido de arcilla y limo. Debido a esta característica, resulta esencial explorar soluciones respetuosas con el entorno y sostenibles, con el objetivo de mejorar la calidad del suelo mediante la utilización adecuada de la vegetación. Este enfoque se vuelve de gran relevancia en la búsqueda de alternativas que no solo fortalezcan el suelo, sino que también promuevan prácticas amigables con el medio ambiente, contribuyendo a la sostenibilidad de la región. El uso estratégico de la vegetación puede desempeñar un papel fundamental en la restauración y protección de los suelos en estas áreas tropicales.

Por otro lado, Wendy y Edgar (2021), “El fortalecimiento de las bases de estructuras preexistentes, los micropilotes se destacan como una elección altamente favorable gracias a sus características de construcción, su aporte desde el punto de vista geotécnico y su equilibrio entre costos y beneficios en comparación con otras técnicas tradicionales.”

Una desventaja de este método puede experimentar defectos, y entre los más frecuentes se incluyen: la formación de huecos debido a vibraciones, separación de materiales, pérdida de adherencia del cemento, fisuras en los núcleos de los pilotes, presencia de impurezas en el concreto, bloqueo de la perforación del pilote debido al derrumbe de las paredes, y perjuicios en la integridad de la estructura. de los pilotes causados por eventos sísmicos debido a la sobrecarga de los cimientos, la mejora de suelos in situ, la restauración sísmica y el soporte estructural. Ante estas circunstancias, comienza a explorarse la posibilidad de emplear micropilotes como solución para restablecer la capacidad de carga en cimientos con deficiencias.

De acuerdo con Gang (2019), “Se encontró que la técnica de clavos de suelo es efectiva para mejorar la estabilidad y reducir la deformación del talud bajo condiciones de lluvia. Los clavos actúan como elementos resistentes que transfieren las cargas del suelo al subsuelo y evitan el desarrollo de superficies potenciales de falla”.

Castellanos y Rodríguez (2021), exploran el uso de micropilotes como elementos que recuperan la capacidad de carga en cimentaciones, destacando su aplicación en diferentes contextos geotécnicos. Su estudio incluye ejemplos de proyectos donde los micropilotes han sido fundamentales para la rehabilitación de estructuras dañadas.

Al igual que Gómez (2019), evalúa sistemas de contención mediante anclajes y pilotes en la vía Panamericana Norte – Lima, destacando la efectividad de esos métodos en la estabilización de taludes expuestos a socavación.

Ambos estudios se enfocan en técnicas de soporte profundo. Castellanos y Rodríguez se centran en micropilotes para cimentaciones, mientras Gómez analiza una combinación de anclajes y pilotes, mostrando su efectividad en condiciones de socavación.

Estudios de la mano con la tecnología, conllevan a la creación y utilidad de software y modelos numéricos en la geotecnia, esto ahorra tiempo en la elaboración de cálculos y la opción más válida y accesible para el uso de la estabilización.

Barboza (2019). Utiliza el software Slide para analizar la estabilidad de taludes. Su estudio es una revisión exhaustiva de la literatura científica y proporciona una guía práctica para el uso del software en proyectos geotécnicos, incluyendo ejemplos de aplicación en proyectos reales.

Al igual que, García et al., (2019), discute la aplicación del modelo TRIGRS para predecir deslizamientos superficiales provocados por lluvias intensas, incluyendo un análisis de confiabilidad que mejora la precisión de las predicciones y proporciona una herramienta valiosa para la gestión de riesgos.

También Burgos et al., (2019). Modelan estructuras de bimsoils mediante técnicas avanzadas de empaquetado de partículas circulares en el software R2, destacando su precisión y aplicabilidad en ingeniería geotécnica. Que presentan estudios de casos que demuestran la eficacia de este enfoque en proyectos de estabilización de taludes.

Estos estudios destacan la importancia del uso de software y modelos numéricos en la geotecnia. Barboza et al. se centran en la estabilidad de taludes y predicción de deslizamientos, mientras Burgos et al. y Picado utilizan técnicas avanzadas de modelado para abordar problemas específicos.

El cambio climático está alterando patrones climáticos globales, provocando un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como lluvias torrenciales y sequías prolongadas. Estos cambios tienen un impacto directo en la estabilidad de taludes debido a: Aumentos de precipitaciones intensas, sequías y variaciones de temperatura.

Tal así que se busca la necesidad de buscar soluciones para estabilización frente a estos fenómenos.

Torres (2021). Evalúa cómo los escenarios de cambio climático impactan la infraestructura pluvial urbana en Lima. Propone estrategias de adaptación para mejorar la resiliencia urbana frente a eventos climáticos extremos, incluyendo mejoras en el diseño y mantenimiento de infraestructuras pluviales.

Al igual que Oliva y Ruíz (2020). Presentan una evaluación del riesgo de deslizamientos en laderas en Tijuana, México, utilizando una metodología integral que considera aspectos físicos y sociales. Proporcionan recomendaciones específicas para mitigar el riesgo y proteger la infraestructura y las comunidades locales.

Ambos estudios subrayan la necesidad de considerar el cambio climático en la planificación urbana. Torres se enfoca en la infraestructura pluvial, mientras Oliva y Ruíz Pozo ofrecen recomendaciones específicas para mitigar riesgos de deslizamientos, mostrando una perspectiva integral de adaptación.

Ambos estudios subrayan la necesidad de considerar el cambio climático en la planificación urbana. Torres se enfoca en la infraestructura pluvial, sugiriendo mejoras en el diseño y mantenimiento de sistemas de drenaje, así como la reforestación para manejar el exceso de agua. Por otro lado, Oliva y Ruíz Pozo ofrecen recomendaciones específicas para mitigar riesgos de deslizamientos, mostrando una perspectiva integral de adaptación que incluye la construcción de estructuras de retención y la mejora del drenaje. Juntos, estos estudios demuestran

la importancia de una planificación urbana proactiva y adaptativa para enfrentar los desafíos que presenta el cambio climático en la estabilidad de taludes.

Ayala Rojas et al. (2020). Evaluaron estructuras hidráulicas hechas con gaviones y neumáticos reciclados, demostrando la efectividad de estos materiales en la disipación de energía. Utilizaron modelado físico a escala reducida para analizar los aspectos técnicos y la viabilidad económica de estas estructuras.

Al igual que Barboza (2020). En su investigación, examina la estabilidad de taludes como un factor crucial para la economía y la seguridad en las construcciones civiles. Además, evalúa las implicaciones en los costos de construcción y mantenimiento.

Y Blas Cano (2022), realiza una caracterización geotécnica exhaustiva del barrio Los Olivos Independencia en Huaraz, proponiendo un modelo de estabilización de talud a escala reducida adaptado a las condiciones locales.

Por ello, estos estudios abarcan diversos aspectos de la ingeniería geotécnica, desde la evaluación de estructuras hidráulicas y sus impactos ambientales hasta la caracterización y estabilización de suelos en áreas específicas. Ayala Rojas et al. y Blas Cano proporcionan soluciones prácticas y adaptadas, mientras Marchevsky se enfoca en la mitigación de impactos ambientales.

Ahora que nos encontramos en un contexto de avances tecnológicos acelerados, la necesidad de mejorar el desempeño y sostenibilidad de las estructuras geotécnicas se vuelve imperativa. En un entorno cambiante y exigente, donde factores como el cambio climático, el crecimiento urbano y la seguridad estructural son prioritarios, la innovación en geotecnia se posiciona como un motor crucial para desarrollar soluciones más eficientes, seguras y respetuosas con el medio ambiente.

Por ello Yuxia et al., (2021). Investigaron el uso de polímeros sintéticos para la estabilización de suelos, destacando cómo estos materiales pueden contribuir a la protección ecológica de taludes y ofrecer soluciones innovadoras a problemas de erosión y deslizamiento.

Al igual que Rodríguez (2020), en su estudio demuestra que el uso de muros mecánicamente reforzados para estabilizar taludes altos en suelos gravosos,

destacando las ventajas de esta técnica en condiciones de exposición a la brisa marina y proporcionando datos empíricos que respaldan su eficacia.

Y para Vargas (2023). Plantea diversas herramientas y técnicas de bioingeniería para la estabilización de taludes, destacando métodos innovadores y casos de estudio que ilustran su eficacia en diferentes condiciones geotécnicas.

Estos estudios resaltan el uso de materiales y técnicas innovadoras en geotecnia. Yuxia et al. y Rodríguez aplican materiales avanzados y métodos de refuerzo mecánico para mejorar la estabilidad estructural. En contraste, Vargas Rojas adopta un enfoque ecológico con la bioingeniería, utilizando plantas para estabilizar taludes de manera sostenible. Estas investigaciones no solo abordan desafíos actuales, sino que también promueven soluciones adaptativas y respetuosas con el medio ambiente en la ingeniería geotécnica moderna.

La estabilización de taludes es crucial para la seguridad, la continuidad de las operaciones y la sostenibilidad ambiental. La investigación en técnicas y materiales innovadores en geotecnia busca abordar estos desafíos mediante soluciones más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

IV. CONCLUSIONES

Se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión de documentos científicos en diversas plataformas virtuales, incluyendo Scopus, Research Gate, Alicia Concytec, SciELO y Google Académico. A través de esta exploración en estas herramientas virtuales en relación a las investigaciones sobre la estabilidad de pendientes, se ha verificado la disponibilidad de una abundante información tanto en Perú como en otras naciones.

Las técnicas actuales como los muros de retención con anclajes, el uso de vegetación y sistemas de anclaje se han mostrado altamente efectivas para la estabilización de taludes en diversas condiciones geotécnicas. Estas soluciones no solo garantizan una estabilidad robusta y rápida, sino que también ofrecen una alternativa económica y con menor impacto ambiental en comparación con métodos convencionales.

La integración de bioingeniería, utilizando vegetación y materiales reciclados, proporciona una solución sostenible y económica para la estabilización de taludes. Estas técnicas mejoran la estabilidad del suelo, controlan la erosión y promueven la sostenibilidad ambiental, siendo especialmente adecuadas para suelos arcillosos y limosos en regiones tropicales.

Es crucial considerar los efectos del cambio climático en la planificación y ejecución de proyectos de estabilización de taludes. Mejorar la infraestructura de drenaje, utilizar técnicas de reforestación y aplicar modelos numéricos avanzados para predecir deslizamientos bajo condiciones climáticas extremas son estrategias necesarias para garantizar la resiliencia y sostenibilidad de las estructuras geotécnicas en el largo plazo.

Esta investigación ha contribuido significativamente a ampliar el conocimiento en el campo del análisis de estabilidad.

Es relevante señalar que gran parte de los hallazgos provienen de la plataforma de búsqueda Alicia Concytec, donde predominan los artículos científicos. Esto resalta la importancia atribuida a los estudios de estabilidad de taludes en Perú y en países sudamericanos y europeos.

En resumen, según la investigación realizada, se ha identificado que la aplicación de estrategias y tecnologías para la estabilización de taludes, con el fin de prevenir deslizamientos, conlleva un impacto positivo en el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Esto beneficia a la sociedad en términos económicos, sociales y, especialmente, ambientales.

REFERENCIAS

- CARRANZA ALVA, Renato Carloandré. *Estabilidad de taludes empleando técnica de Soil Nailing: una revisión de la literatura científica en el periodo de 5 años* [en línea]. Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27197/Trabajo%20de%20Investigación.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- CASTELLANOS, Wendy y Edgar RODRIGUEZ. Inclusión de micropilotes como elementos recuperadores de carga en cimentaciones: revisión del estado del conocimiento. *Redalyc* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4988/498872430003/>
- CHAPARRO, Luis David, Wilder CASTAÑEDA y Óscar SÁNCHEZ. Influencia del vetiver y eucalipto en la estabilidad de taludes. *Redalyc* [en línea]. 2021, **20**(4). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553772639014/html/>
- DENG, Gang, Tao XU y Rui CHEN. Numerical analysis on stabilizing mechanism of soil nails in steep fill slopes subjected to rainfall infiltration using a hypoplastic model. *Cross Mark* [en línea]. 2017, 12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321074178_Numerical_Analysis_on_Stabilizing_Mechanism_of_Soil_Nails_in_Steep_Fill_Slopes_Subjected_to_Rainfall_Infiltration_Using_a_Hypoplastic_Model
- FLORES, Isaida, Yoermes GONZÁLES y Jenny GARCÍA. Estabilidad de taludes en presas de tierra considerando el ángulo de succión del suelo no saturado. *Research Gate* [en línea]. 2022, 21. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/362464734_Estabilidad_de_taludes_en_presas_de_tierra_considerando_el_angulo_de_succion_del_suelo_no_saturado
- GOMEZ GONZALES, Yesseña Abegail. *Evaluación de sistemas de contención mediante el uso de anclajes y pilotes para la estabilización del talud expuesto a socavación, tramo 10+430 a 10+550 de la vía panamericana norte-lima* [en línea]. Universidad Nacional Federico Villareal, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3857?show=full>

- GRATZZ RODRIGUEZ, Karen Lizeth. *Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas ~ metálicas para la estabilización ~ on de ~ taludes en macizos rocosos* [en línea]. Pontifica Universidad Javeriana, [sin fecha]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/21750>
- MARTÍNEZ, Hernán, Edier ARISTIZÁBAL y Edwin Fabian GARCÍA. A case study on causation of the landslide on 26 October 2016 in the northern Colombian Andes. *Research Gate* [en línea]. 2020, 9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/349506245_A_case_study_on_causation_of_the_landslide_on_26_October_2016_in_the_northern_Colombian_Andes
- OLIVA, Aldo, Alex RUÍZ POZO y Romel GALLARDO. Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case. *Dialnet* [en línea]. 2019, **86**, 143–152. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6922130#:~:text=Se%20presenta%20una%20metodología%20general%20para%20el%20análisis,análisis%20multifactorial%20que%20considera%20aspectos%20físicos%20y%20sociales.>
- PHAN, Truc y Meen Wah GUI. Soil nailing behaviour for slope stabilization: a case study. *IOP Publishing* [en línea]. 2019, 10. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333461073_Soil_nailing_behaviour_for_slope_stabilization_A_case_study
- TURPO PHUÑO, Jaime Israel. *Determinación de los parámetros geométricos del talud, para garantizar la estabilidad del tajo superficial del área de explotación en la unidad minera “moises randy 2010”* [en línea]. Universidad Nacional de Moquegua, 2018. Disponible en: [https://repositorio.unam.edu.pe/items/bc860ff8-af18-478f-a099-fb31cd67e3be#:~:text=La%20presente%20investigación%20describe%20que,%20mediante%20la%20aplicación,explotación%20de%20la%20unidad%20minera%20“Moises%20Randy%202010”.](https://repositorio.unam.edu.pe/items/bc860ff8-af18-478f-a099-fb31cd67e3be#:~:text=La%20presente%20investigación%20describe%20que,%20mediante%20la%20aplicación,explotación%20de%20la%20unidad%20minera%20“Moises%20Randy%202010”)
- AYALA ROJAS, Luis Efrén, Alejandro ROJAS y Edgar PADILLA GONZÁLEZ. Evaluation of energy dissipation efficiency in hydraulic structures built with gabions and recycled material (used tire) by means of

- physical modeling on a reduced scale. *Revista de Ingenierías*. 2018, 12. Disponible en [Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas construidas con gavi - Studocu](#)
- BALCÁZAR ROJAS, Reiner. *Estabilización y recuperación de taludes aplicando métodos geomecánicas*. Universidad Privada del Norte, 2021. Disponible en: [Estabilización y recuperación de taludes aplicando métodos geomecánicas: una revisión sistemática realizada a partir de estudios obtenidos de la base de Google Académico de los últimos 20 años \(upn.edu.pe\)](#)
 - BARBOZA MEJÍA, Abelardo. “*Estabilidad de taludes con Slide*”. Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en: [Estabilidad de taludes con Slide: una revisión de literatura científica \(upn.edu.pe\)](#)
 - BURGOA, Suárez et al. Modelamiento de estructuras de bimsoils mediante el empaquetado de partículas circulares en r2. *Revista de la Facultad de Ciencias*. 2019, 8(2), 137. Disponible en: [\(PDF\) Modelamiento de estructuras de Bimsoils mediante el empaquetamiento de partículas circulares en R2 -- Modeling of bimsoils structures by means of circular particles packed in R2 \(researchgate.net\)](#)
 - CASANOVA, Lenis, Estrella PÉREZ y Carlos PACHECO. Propuesta de un plan especial urbano para la zona Macrosector Centro de Barquisimeto, Estado Lara. *Redalyc*. 2020, 54. Disponible en: [Propuesta de un plan especial urbano para la zona Macrosector Centro de Barquisimeto, Estado Lara \(redalyc.org\)](#)
 - ESCOBAR POTES, Carlos. *Geotecnia para el trópico andino*. Universidad Nacional de Colombia.
 - GARCÍA, Edwin et al. Implementación del modelo TRIGRS con análisis de confiabilidad para la evaluación de la amenaza a movimientos en masa superficiales detonados por lluvia. *Tecnológicas*. 2019, 22(44), 19. Disponible en: [Visor Redalyc - Implementación del modelo TRIGRS con análisis de confiabilidad para la evaluación de la amenaza a movimientos en masa superficiales detonados por lluvia](#)

- JARAMILLO, María, Diana CARDONA y Alberto GALVIS. Reutilización de las aguas residuales municipales como estrategia de prevención y control de la contaminación hídrica. caso de estudio: cuencas de los ríos bolo y frayle (Colombia). *Redalyc*. 2020, 36. Disponible en: [\(PDF\) Reutilización de las aguas residuales municipales como estrategia de prevención y control de la contaminación hídrica. Caso de estudio: Cuencas de los ríos Bolo y Frayle \(Colombia\) \(researchgate.net\)](#)
- PICADO SALVATIERRA, Juan. Deslizamientos en carreteras de montaña: propuesta de cálculo del bloque deslizante. *Revista de la Universidad de Costa Rica*. 2018, **29**(1), 64. Disponible en: [Deslizamientos en carreteras de montaña: Propuesta de cálculo del bloque deslizante - Dialnet \(unirioja.es\)](#)
- RODRIGUEZ, Luis. *Muro mecánicamente reforzado para la estabilización de taludes de gran altura en suelos gravosos expuestos a la brisa marina*. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2020. Disponible en: [Muro mecánicamente reforzado para la estabilización de taludes de gran altura en suelos gravosos expuestos a la brisa marina \(upc.edu.pe\)](#)
- SÁNCHEZ PILLPA, Jesús. *Estabilización de taludes mediante la técnica de bioingeniería con cultivo de pastos vetiver en zonas tropicales*. Universidad Continental, 2019. Disponible en: [Repositorio Continental: Estabilización de taludes mediante la técnica de bioingeniería con cultivo de pastos vetiver en zonas tropicales, año 2019](#)
- VALLARINO, Ruby et al. Portal de revistas: <http://revistas.utp.ac.pa> Bioingeniería de taludes: evaluación del uso de árboles y arbustos como posible mecanismo para incrementar el factor de seguridad. *RIC*. 2021, **7**(2), 38.
- VARGAS ROJAS, Edgar. *Herramientas de bioingeniería para la estabilización de taludes*. Universidad Cooperativa de Colombia, 2023. Disponible en: [content \(ucc.edu.co\)](#)
- AYALA-ROJAS, L.E., 2020. Evaluación de la eficiencia en disipación de Energía en estructuras Hidráulicas construidas con gaviones y material reciclado (neumático usado) mediante modelamiento Físico a escala reducida. Disponible en: [Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas construidas con gaviones y material reciclado](#)

- [\(neumático usado\) mediante modelamiento físico a escala reducida \(redalyc.org\)](#)
- CABRERA, D.L.H., 2022. Métodos de diagnóstico para la evaluación geotécnica de vías urbanas en centros históricos cubanos. [Métodos de diagnóstico para la evaluación geotécnica de vías urbanas en centros históricos cubanos. \(redalyc.org\)](#)
 - MARCHEVSKY, N.J., 2018. Evaluación de impacto ambiental de la cantera “La Represa”, en la provincia de San Luis, Argentina. Disponible en: [Evaluación de impacto ambiental de la cantera “La Represa”, en la provincia de San Luis, Argentina - Dialnet \(unirioja.es\)](#)
 - GARCÍA, Rene, MARÍA y ALEJANDRO. Gestión de conservación en caminos de tierra. *Dialnet* [en línea]. 2021, **15**(1). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8416267#:~:text=Gestiona%20la%20conservaci%C3%B3n%20para%20caminos%20de%20tierra%20a,obtener%20una%20mayor%20efectividad%20de%20los%20recursos%20empleados.>
 - ARREYGUE, Jose, ÁVILA y HURTADO. Análisis geotécnico de la estabilidad del talud “El Álamo”, ubicado en la antigua carretera de Mil Cumbres. *Research Gate* [en línea]. 2022, (86), 122–135. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/366116790 Analisis geotecnico de la estabilidad del talud El Alamo ubicado en la antigua carretera de Mil Cumbres](https://www.researchgate.net/publication/366116790_Analisis_geotecnico_de_la_estabilidad_del_talud_El_Alamu_ubicado_en_la_antigua_carretera_de_Mil_Cumbres)
 - BLAS CANO, Jaime. *Caracterización geotécnica para determinar el modelo de estabilización de talud a escala reducida, barrio Los Olivos, Independencia, Huaraz, Ancash, Perú – 2021* [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2023. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/20358#:~:text=Cara%20caracterizaci%C3%B3n%20geot%C3%A9cnica%20para%20determinar%20el%20modelo%20de%20estabilizaci%C3%B3n,Los%20Olivos,%20Independencia,%20Huaraz,%20Ancash,%20Per%C3%BA%20-%202021>
 - YUXIA, ZEZHUO y HENGLIN. Soil stabilization using synthetic polymer for soil slope ecological protection. *Engineering Geology* [en línea]. 2023, **321**.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013795223001734>

- Modelación hidrológica e hidráulica de la infraestructura pluvial urbana para la gestión del riesgo de inundación: caso de estudio en la ciudad de Guayaquil, Ecuador [en línea]. 2020. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222018000400048
- TORRES, Luis Alberto. Evaluación multicriterio de la infraestructura pluvial urbana bajo escenarios de cambio climático e incertidumbre: aplicación al caso de Lima, Perú. [sin fecha], **55**(2).
- OLIVA, Aldo y Alex RUÍZ POZO. Evaluación del riesgo por desplazamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México [en línea]. 2019. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2018000100034

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE CATEGORIZACIÓN

Tabla 1. *Tabla de Categorización e Métodos de estabilidad.*

MÉTODO	EFICACIA	COSTO	SOSTENIBILIDAD	NOTA	PROCESO CONSTRUCTIVO
ErdoX	Alta, debido a su estabilidad instantánea y capacidad antisísmica	Bajo	Mínimo impacto ambiental, puede ser ensamblado rápidamente cerca del proyecto	Ideal para proyectos que requieren soluciones rápidas y efectivas con recursos limitados.	Involucra la instalación de módulos prefabricados interconectados que proporcionan soporte inmediato.
Técnicas Biotécnicas	Alta, controla la erosión y mejora la estabilidad del suelo	Bajo	Alta, contribuye a la sostenibilidad ambiental y la estética del área.	Particularmente beneficioso en áreas rurales y proyectos de bajo presupuesto.	Incluye la plantación de especies vegetales adecuadas, como pasto Vetiver, que refuerzan el suelo y previenen la erosión.
Micropilotes	Alta, recuperación de la capacidad de carga de cimientos y estructuras dañadas.	Moderado	Moderada, menor impacto ambiental que métodos tradicionales, pero requiere materiales intensivos.	Adecuado para estabilizar taludes en áreas urbanas con infraestructura existente.	Consiste en perforar el suelo e instalar pequeños pilotes que proporcionan soporte adicional y redistribuyen la carga.
Clavos de Suelo	Alta, mejora la estabilidad y reduce la deformación bajo condiciones de lluvia.	Moderado alto	Moderada, implica utilización de materiales adicionales y maquinaria pesada.	Eficaz para proyectos con suelos inestables donde se necesita soporte adicional.	Involucra la inserción de barras de acero o geotextiles en el suelo, anclándolos para mejorar la cohesión y estabilidad.
Software y Modelos Numéricos	Alta, permiten predicciones precisas y análisis detallados para la estabilidad de taludes.	Alto	Alta, reduce la necesidad de intervenciones físicas extensivas, soluciones más informadas.	Útil para proyectos grandes y complejos donde se requiere un análisis detallado.	Utiliza herramientas de simulación y análisis para modelar la estabilidad del talud y predecir comportamientos bajo diversas condiciones.
Muros Mecánicamente Reforzados y Polímeros Sintéticos	Alta, en suelos gravosos y exposición a la brisa marina.	Alto	Alta, materiales avanzados y técnicas que minimizan el impacto ambiental.	Beneficioso en áreas con condiciones extremas y para proyectos de larga duración.	Involucra la construcción de muros con materiales reforzados que soportan el peso del talud y previenen deslizamientos.

ANEXO 2. PORCENTAJE DE ORIGINALIDAD

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

1%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

ri.conicet.gov.ar

Fuente de Internet

<1%

6

Silvana Montoya-Noguera, Fernando Lopez-Caballero. "Comparative study of homogenization techniques for evaluating the bearing capacity of bimsoils under shallow foundations", Computers and Geotechnics, 2023

Publicación

<1%

7

gisart.renovacionterritorio.gov.co

Fuente de Internet

<1%

8	library.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
10	www.todoarquitectura.com Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
12	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
13	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	www.bne.es Fuente de Internet	<1 %
15	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado