

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**USP**  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA  
CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Marín Medina, Erica Yanileth

**Asesor:**

Salazar Sánchez, Dante

Código ORCID

0000-0003-2710-3416

**Cajamarca – Perú**

**2023**

## INDICE

Índice General .....	i
Índice de Tablas .....	ii
Palabras Claves .....	iii
Constancia de Originalidad .....	iv
Título .....	v
Resumen.....	vi
Abstract .....	vii
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	21
III. Resultados.....	24
IV. Análisis y discusión.....	31
V. Conclusiones.....	32
VI. Recomendaciones.....	33
VII. Agradecimiento.....	34
VIII. Referencias Bibliográficas.....	35
IX. Anexos.....	42

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables .....	19
Tabla N° 2. Resultados según la clasificación de la orografía.....	24
Tabla N° 3. Resultados según la clasificación de la orografía.....	25
Tabla N°4. Resultados de mecánica de suelos C-1, C2; Talud 3.....	26
Tabla N°5. Características de una falla por deslizamiento superficial.....	27
Tabla N°6. Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.....	53
Tabla N°7. Clasificación Orográfica.....	57
Tabla N° 8. Resultados de la topografía del talud 2.....	57
Tabla N°9. Ubicación de la estación meteorológica.....	59
Tabla N°10. Clasificación del índice modificado de Fournier.....	59
Tabla N°11. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2021.....	60
Tabla N°12. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2022.....	61
Tabla N°13. Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2023.....	62

PALABRAS CLAVES

---

**Tema** Estabilización de Talud

---

**Especialidad** Geología

---

KEYWORDS

---

**Topic** Slope Stabilization

---

**Speciality** Geology

---

LINEA DE INVESTIGACION

---

<b>Línea</b>	Transporte
<b>Área</b>	Ingeniería civil
<b>Subárea</b>	Ingeniería civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería civil

---



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023" del (a) estudiante: **MARIN MEDINA ERICA YANILETH**, identificado(a) con Código N° **2815200016**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **26%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 29 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
  
Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**NOTA:** Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

## TITULO

Estabilización de un talud crítico para mejorar la transitabilidad y seguridad de la  
carretera tramo Chancay - La Grama, Cajamarca, 2023

## RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo mejorar la transitabilidad y seguridad en un tramo de la carretera Chancay - la Grama estabilizando el talud más crítico, utilizando del software Geo 5 para encontrar el factor de seguridad, además de realizar estudios previos de topografía, suelos, orografía e hidrología los cuales permitieron conocer mas a profundidad la zona donde se realizó la investigación.

Se llego a la conclusión que el talud critico era accidentado, tenía una falla de tipo superficial, el cual mejoro su estabilidad con el diseño del muro de gaviones, puesto que el modelamiento de este y el muro en el software Geo 5-Estabilidad de Taludes Arrojo un valor del factor de seguridad de 1.50, el cual sobrepasa el valor mínimo permisible.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to improve the passability and safety in a section of the Chancay - La Grama highway by stabilizing the most criticized slope, using the Geo 5 software to find the safety factor, in addition to carrying out previous studies of topography, soils, orography and hydrology which allowed us to learn more about the area where the research was carried out.

It was concluded that the critical slope was rugged, it had a superficial failure, this slope improved its stability with the design of the gabion wall, since the modeling of this and the wall in the Geo 5-Slope Stability software I return a safety factor value of 1.50, which exceeds the minimum allowable value.

## 01. INTRODUCCIÓN

La presente tesis tuvo como antecedentes los siguientes trabajos de investigación:

### Internacionales

(Prado, Agular, & Rinath, 2020) realizaron un trabajo con el propósito central de evaluar la estabilidad del talud localizado en la región de Chontales. Realizaron un análisis detallado de la geología del talud y así comprendieron las características del suelo y las rocas presentes. Utilización programas como AutoCAD y Slide, para crear un modelo de estabilidad del talud, implementando modificaciones en la geometría de las secciones y reduciendo la pendiente, resultando en un modelo parcialmente estabilizado del talud. A pesar de aplicar tres métodos distintos, el factor de seguridad persistió siendo inferior a 0.5. Por lo que concluyeron que la estrategia más idónea para estabilizar el talud podría involucrar la remoción prácticamente completa del terreno, aunque el factor de seguridad continuaría siendo inferior a 0.5. Al ajustar la geometría del talud, se lograría minimizar la cantidad de material propenso a deslizarse, disminuyendo así el riesgo en esa sección de la carretera.

(Hernandez & Tamayo, 2019) En su investigación evaluaron la estabilidad de los taludes con el objetivo de asegurar el óptimo desempeño de la vía secundaria proyectada en el Municipio de Dabeiba, utilizando los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto. Tras realizar la modelación en el software Slide, se determinaron las posibles superficies de fallas y se calculó el grado de estabilidad del talud. Los resultados indicaron que, empleando los métodos de estabilidad adecuados, era viable diseñar una vía secundaria con una vida útil de 10 años y costos de mantenimiento reducidos.

(Ruiz, 2022) en su trabajo de investigación llevo a cabo estudios que han identificado irregularidades que incrementan el riesgo sísmico en la región de Santa Ana, y se han observado una serie de movimientos de tierra en el área. Con el propósito de abordar estos problemas, se propuso diseñar una Pantalla Atirantada considerando un análisis tridimensional, aplicando el programa MIDAS nx(3D). Para lograr la estabilización del talud con su diseño, se utilizarán investigaciones anteriores realizadas por institutos geofísicos y datos de investigaciones locales.

(Ojeda, 2019) en su tesis busco examinar los efectos de las estrategias de consolidación en el marco del proyecto de recuperación y mejora de la carretera Mollepata, ubicada en Pallasca, Apurímac. Adoptó un enfoque metodológico que comprendió desde la realización de estudios de perforación en el terreno hasta una exhaustiva revisión de la literatura especializada y la recopilación de datos existentes. Posteriormente, se llevó a cabo la modelación y análisis mediante el programa informático Rockscience Slide. Los resultados obtenidos destacaron que la carga aplicada a los anclajes fue de 118.20 kilómetros, con un diámetro de anclaje de 32.00 milímetros y un diámetro mínimo de perforación de 54.00 milímetros. La profundidad de la falla superficial se estimó en 9.00 metros, mientras que la longitud operativa del anclaje fue de 1.64 metros. La longitud mínima calculada para el anclaje fue de 10.64 metros, y la longitud del anclaje adoptada fue de 12.00 metros. En conclusión, se determinó que los pernos de anclaje, mediante la aplicación de la tecnología Soil Nailing, ofrecen la estabilidad necesaria para el desarrollo exitoso del proyecto.

(Pari,2021) en su investigación tuvo el propósito fundamental de analizar la estabilidad de los taludes de corte a lo largo de la vía Chojata-Moquegua mediante la aplicación de anclajes metálicos. Se empleó un enfoque científico en una investigación aplicada, con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental. La metodología comprendió visitas al sitio para la recopilación de datos y la extracción de muestras de suelo, seguidas de análisis en laboratorio.

Posteriormente, se llevó a cabo la modelación en el programa informático Slide, teniendo en cuenta condiciones tanto húmedas como sísmicas, encontró un factor de seguridad que superó el umbral mínimo establecido. Los resultados indicaron que los taludes 01, 02 y 03 se estabilizaron en un área de 2.25 metros cuadrados cada uno mediante el uso de anclajes metálicos tipo activo permanente con una inclinación de  $15^\circ$ , logro un factor de seguridad de 1.266. Este estudio demuestra que la estabilización de los taludes de corte mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata-Moquegua puede lograrse en áreas específicas de 2.25 metros cuadrados por anclaje, al emplear tensiones y ángulos de anclaje óptimos. Este hallazgo contribuye significativamente al conocimiento de ingeniería en la Región Moquegua, especialmente en su zona montañosa.

#### Nacionales

(Hospinal & Laureano, 2020) En su tesis buscaban proponer una recomendación para asegurar la estabilidad de los taludes sinuosos en el tramo de la carretera Mollepata- Pallasca entre el km 27+000 y el km 29+000, sugiriendo el uso de ángulos de inclinación superiores a  $80^\circ$ . Se planteó la aplicación del método de Soil Nailing a través del programa SLIDE, incorporando un análisis probabilístico como enfoque para abordar los desafíos específicos presentes en dicha carretera. Después de finalizar el diseño de los pernos, se constató que la sección crítica se encuentra en el tramo 27+350, dado su mayor nivel de elevación, lo cual implica la necesidad de pernos con una carga máxima más elevada para asegurar la estabilidad del talud. Adicionalmente, se realizó una simulación minuciosa del proceso constructivo, evaluando la excavación y la instalación de los pernos en cada tramo. A partir de este análisis, se concluyó que una profundidad de 3 metros es imperativa para prevenir cualquier riesgo de desprendimiento o deslizamiento durante cada fase de corte en el proceso constructivo.

(Torres, 2019) Afirmó que con su investigación de tesis tuvo como objetivo desarrollar un enfoque específico para garantizar la resistencia del talud más propenso y con más inestabilidad en los tramos críticos de la carretera en cuestión. Se llevaron a cabo análisis preliminares para identificar las categorías de fallas en estos taludes críticos, utilizando el software GEO5 - ESTABILIDAD DE TALUDES para calcular el factor de seguridad, concentrándose en el talud más inestable. Al finalizar la investigación, se determinó que el material del talud era arcilla de baja plasticidad con arena, calificado como deficiente según la normativa AASHTO. Como medida para fortalecer el talud más crítico, se propuso la implementación de un sistema de gaviones, y esta propuesta se evaluó junto con el talud mediante el software, obteniendo resultados satisfactorios. La elección de este sistema se basó en su idoneidad para la zona, considerando especialmente la proximidad del río Zaña, que facilita el suministro de piedra de canto necesaria para implementar los gaviones.

(Rondoy, 2022) En su tesis se centró en la evaluación de 23 tramos a lo largo de la Costa Verde, desde San Miguel hasta Chorrillos. En cada uno de estos tramos, se determinó el nivel de seguridad mediante la aplicación del método de equilibrio límite de Spencer, y se llevó a cabo el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de fallas tanto en situaciones estáticas como pseudoestáticas. La probabilidad de falla se fundamentó en la variabilidad de los parámetros del suelo, considerando aspectos como la cohesión, el ángulo de fricción y el peso específico. A partir de estos datos, se analizaron los niveles de riesgo asociados a cada sección y se estimaron los costos relacionados con posibles eventos. Es relevante destacar que el estudio se enfocó únicamente en fallas de tipo global. Sin embargo, para determinar la probabilidad de falla en un año, se recopilieron registros de deslizamientos en la Costa Verde hasta la fecha de finalización de la tesis, siendo el último de estos eventos registrado en septiembre de 2021. Con esta información, se pudo calcular la probabilidad de que al menos un evento ocurra en un año, la cual se multiplicó por la probabilidad de falla para obtener una

estimación anualizada. En el caso del enfoque pseudoestático, se consideró adicionalmente la probabilidad de excedencia del sismo utilizado para determinar la probabilidad de falla anual

(Huascupe, 2021) En su trabajo se propuso como objetivo principal de este evaluar la estabilidad de taludes naturales mediante enfoques convencionales, aplicando una metodología basada en el método científico. Se aborda el desafío de la inestabilidad de los suelos en laderas, con la intención de verificar las propiedades físico-mecánicas de dichos suelos. Recolecto sus datos en enero de 2021, y la investigación sigue un enfoque aplicativo y explicativo, buscando resolver de manera efectiva el problema identificando las causas de sucesos y fenómenos físicos. El análisis se centra en factores de seguridad y condiciones de suelo en laderas, utilizando un diseño experimental para la manipulación deliberada de variables y demostrar variaciones en los valores del factor de seguridad.

(Cangana, 2022) en su llevó a cabo un análisis exhaustivo de la estabilidad en los taludes críticos de la carretera LM 111, abordando específicamente taludes de gran altura con inclinaciones pronunciadas en las progresivas 0+400, 0+600 y 3+300. Para este análisis, se realizaron tres levantamientos topográficos y se empleó el software Geo5 utilizando el método de equilibrio límite. La evaluación se centró en el factor de seguridad mínimo, utilizando un método que considera diez aspectos críticos para las condiciones de estabilidad del talud. Como medida para mejorar la estabilidad, se proponen dos enfoques: la corrección geométrica en banquetas y la introducción de vegetación. La implementación de estos métodos resultó en un notable aumento del 48.16% en el factor de seguridad de los taludes. En conclusión, se determinó que se requiere un ángulo de inclinación de 30 grados para garantizar la seguridad en condiciones sísmicas.

(Gomez, 2019) En su investigación tuvo como objetivo central determinar la mejor opción para estabilizar los taludes expuestos a la socavación en el tramo 10+480 a 10+550 de la carretera Panamericana Norte en Lima. Se siguió un enfoque explicativo que involucró la caracterización geotécnica del talud, un análisis de estabilidad sin refuerzo mediante el software PLAXIS y un método numérico de elementos finitos. Los resultados resaltaron que la Propuesta II, que incorpora una pantalla de pilotes con una fila de anclajes, fue la alternativa más efectiva, con requisitos específicos de empotramiento, diámetro de pilotes y disposición de anclajes. En contraste, la Propuesta I, que consideraba una pantalla de pilotes con cabeza fija, tenía requisitos diferentes. En conclusión, se determinó que el sistema de pantalla de pilotes con una fila de anclajes era la opción más eficiente para estabilizar los taludes en condiciones de socavación en el tramo mencionado de la carretera Panamericana Norte en Lima.

(Medina, 2020) en la tesis denominada “Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020” El propósito central fue examinar la estabilidad de taludes de gran magnitud en la carretera, durante el año 2020. Se adoptó un enfoque deductivo con aplicación práctica y nivel descriptivo-explicativo. Los resultados obtenidos evidenciaron factores de seguridad en condiciones normales y durante precipitaciones, tanto en análisis estático como pseudoestático, para diversos tramos de la carretera. Se destaca la inestabilidad del talud más crítico entre km 27+560 y km 27+680 en ambas condiciones, con factores de seguridad por debajo de los criterios establecidos. Además, se observó que a medida que aumenta la altura del talud, su estabilidad tiende a disminuir, manifestada en la reducción del factor de seguridad.

(Salvatierra, 2020) En el trabajo de investigación titulado “Estabilidad de taludes según el método de equilibrio límite durante la expansión de un botadero en minas a cielo abierto, una revisión sistemática entre 2009 – 2020” El propósito principal de esta investigación es brindar detalles sobre las amenazas vinculadas a posibles deslizamientos de taludes durante la fase de expansión de un depósito en una mina a cielo abierto. Inicialmente, se realizará un análisis completo de la literatura existente en relación con este tema de investigación, con el objetivo de profundizar en la comprensión y la reducción de los riesgos inherentes a la ampliación de estos depósitos en la industria minera a cielo abierto.

#### Locales

(Breña, 2019) Afirmino que; para su investigación llevó a cabo un análisis detallado de los parámetros geotécnicos que afectan la interacción entre roca y suelo, especialmente en la estabilidad de taludes en secciones específicas de una carretera determinada. El propósito fundamental era proponer medidas de mantenimiento a las autoridades del Ministerio de Transportes, centrándose en áreas específicas. Se evaluó la relación entre diversos parámetros, como el peso unitario, el ángulo de fricción interna, la cohesión, los límites de Atterberg y la hidrología, en función de la estabilidad de los taludes. Al concluir la investigación, se identificaron aspectos tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con juntas o fallas regionales y locales, así como micro-fallas que evidencian desplazamientos en los materiales de suelo y roca en los taludes de la carretera Cochabamba-Chiple en el departamento de Cajamarca.

(Rivera, 2022) Mencionó que, en su investigación, analizó la relación entre las fuerzas de resistencia y las fuerzas desestabilizadoras en los taludes de la carretera Cruz Blanca-Choten, que abarca un tramo de 14 kilómetros. Para ello, se inició identificando las causas fundamentales de las fallas geotécnicas en estos taludes y

categorizando las diversas manifestaciones de dichas fallas. Posteriormente, se elaboraron detalladas secciones transversales de las áreas propensas a colapsos y se diseñaron correspondientes medidas de estabilización. Este análisis permitió la identificación y evaluación de las zonas críticas con un alto riesgo de deslizamientos, información esencial para que las autoridades locales y regionales tomen las precauciones necesarias y apliquen medidas de seguridad adecuadas para prevenir consecuencias graves. Como resultado de la investigación, estableció una conexión significativa entre la identificación de diversas fallas geotécnicas en los taludes y se resaltó que las formaciones geológicas de Santa, Pariatambo y los depósitos cuaternarios presentan un riesgo considerablemente mayor de generar deslizamientos, según los resultados obtenidos en relación con el Factor de Seguridad.

(Carrion, 2019) En su informe de investigación llevo a cabo un análisis minucioso, considerando diversos factores que afectan la estabilidad de un talud. Se utilizaron teorías de mecánica de suelos y métodos de estudio no invasivos para evaluar su condición. El objetivo fundamental consistio en identificar soluciones efectivas para prevenir posibles deslizamientos y garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de la infraestructura vial en las áreas de Sausacocha y Pallar, ubicadas en la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. Este enfoque busca asegurar un flujo vehicular sin contratiempos, al tiempo que previene pérdidas humanas y materiales. Además, se ha realizado un detallado estudio de mecánica de suelos, revelando la presencia de cuatro estratos distintos en el talud, que van desde depósitos de material reciente y fragmentos rocosos coluviales hasta material gravoso con arcilla limosa, así como la roca madre.

(Guevara & Vigo, 2021) en su tesis llevaron a cabo una evaluación minuciosa de 30 laderas, dividiéndolas en taludes de roca y taludes de suelo (aluviales y coluviales). Los taludes rocosos fueron caracterizados por un Índice de Masa de Roca (RMR) promedio de 30.47, clasificándolos como de calidad baja (clase V), y un Índice de Estructura Geológica (GSI) con una media de 49.9, indicando una condición de calidad media. Se identificaron fallas de cuña y vuelco en cuatro estaciones, con un Índice de Riesgo de Roca (SMR) promedio de 44.25. En cuanto a los taludes de suelo, clasificados como aluviales y coluviales, mostraron un notorio grado de erosión debido a la intervención humana y a las intensas precipitaciones en la región. Se realizó el análisis de estabilidad con el software Slide V6 y Autocad 2019, revelando que 16 taludes rocosos eran estables en condiciones estáticas, mientras que todos los taludes de suelo resultaron inestables. Bajo condiciones pseudoestáticas con un factor sísmico de 0.35, 19 taludes rocosos continuaron siendo estables, aunque los taludes de suelo seguían siendo inestables. Se sugirieron medidas de control, como el terraceo para algunos taludes y la implementación de anclajes de diversas longitudes y capacidades de carga para otros.

(Barboza & Zambrano, 2021) En su buscaron explorar la aplicabilidad de los enfoques simplificados de Bishop y Morgenstern-Price para evaluar la estabilidad de los taludes. La metodología empleada se caracterizó por ser cualitativa en una investigación descriptiva sin diseño experimental. Durante la revisión sistemática, se abordaron las características geotécnicas de los taludes, considerando aspectos como tipo de suelo o roca, altura del talud, ángulo natural y del talud, RMR, GSI, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario y resistencia a la compresión uniaxial. Se obtuvieron valores promedio de estas características geotécnicas, proporcionando una visión detallada para la evaluación de la estabilidad de los taludes.

(Mamani & Pisco, 2021) en tesis realizaron una investigación con el objetivo de recopilar información sobre las propiedades geomecánicas de los macizos rocosos en un tramo de carretera específico en Cajamarca durante el año 2021. La focalización de la investigación incluyó la caracterización geomecánica de ocho estaciones identificadas en la zona de estudio. Para lograr esto, se emplearon indicadores como RQD, la clasificación de Bieniawski RMR - 1989 y el Índice de Estructura Geológica (GSI), proporcionando así una comprensión detallada del comportamiento geomecánico los macizos rocosos en la región evaluada

(Carrasco & Urbina, 2019) en el proyecto de investigación tuvieron como propósito central realizar el cálculo del factor de seguridad considerando las tensiones totales en los taludes presentes en la carretera Baños del Inca - Llacanora. La población objeto de análisis se compone de los taludes ubicados en dicha carretera, y la muestra seleccionada se refiere específicamente al macizo rocoso de los taludes que abarcan desde el kilómetro 6+00 hasta el kilómetro 6+350 de la mencionada vía. Los hallazgos obtenidos en este estudio indican de manera concluyente que el factor de seguridad ejerce una influencia directa en la estabilidad de los taludes. Se destacan diversos métodos para calcular este factor, siendo el enfoque de tensiones totales un método de alta prioridad debido a su facilidad de aplicación y su capacidad para proporcionar resultados precisos con un margen de error reducido. Las condiciones de estabilidad se establecen de manera que un factor de seguridad superior a 1 se considera un indicador de una buena estabilidad.

Las teorías consideradas para la presente investigación fueron:

### 1. Estudio Topográfico

El (Instituto Geografico Agustin Codazzi, 2023) afirma que es un análisis técnico y detallado de un área de terreno que implica la evaluación de su superficie, considerando sus atributos físicos, geográficos y geológicos, junto con las modificaciones y cambios que puedan haber ocurrido en dicho lugar.

### 2. Hidrología

(Boiero, 2020) menciona que la gran parte de las fallas que se producen en los taludes guardan algún tipo de relación con el agua, ya que esta puede provocar una reducción en la resistencia del terreno al corte o generar cargas adicionales que impactan en las condiciones de esfuerzo en la masa del talud.

### 3. Mecánica de suelos

Las regiones más susceptibles a la inestabilidad engloban áreas de topografía montañosa y abrupta, territorios donde los procesos de erosión y meteorización son significativos, laderas cercanas a ríos y valles, lugares con suelos blandos y poco compactos, formaciones rocosas que contienen arcilla y son propensas a alteraciones, regiones afectadas por actividad sísmica, áreas con altos niveles de precipitación, entre otros. (Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2020)

### 3.1. Tipos de falla

#### 3.1.1. Falla superficial

Según (Parra & Melo, 2015) El fenómeno denominado "creep" o deslizamiento superficial se refiere a un tipo de deslizamiento gradual en la superficie de algunas pendientes naturales, caracterizado por una falta de resistencia debido a una baja presión de confinamiento. Este proceso se manifiesta como un desplazamiento lento y constante en la capa superficial del terreno, afectando áreas extensas. Es importante destacar que el "creep" implica un movimiento continuo en la superficie, sin una transición abrupta entre la capa móvil superficial y las masas más profundas que permanecen estables.

#### 3.1.2. Falla Rotacional

(Parra & Melo, 2015) afirman que las fallas rotacionales se refieren a desplazamientos rápidos o casi instantáneos que se producen en las laderas y que afectan a las capas más profundas de los taludes. Estos movimientos implican deslizamientos a lo largo de una superficie de falla curva que se forma dentro del propio cuerpo del talud, pudiendo o no involucrar al terreno de base.

#### 3.1.3. Falla Traslacional

(Parra & Melo, 2015) dan a conocer que este tipo de falla generalmente involucra desplazamientos considerables del cuerpo del talud a lo largo de superficies de falla que son principalmente planas. Estas discontinuidades suelen vincularse con la presencia de estratos menos resistentes que se encuentran a poca profundidad debajo del talud. En muchas ocasiones, la vulnerabilidad de estos estratos se relaciona con

elevadas presiones de poro generadas por el agua presente en capas de arcilla, o con incrementos en la presión del agua en capas de arena, como en el caso de los acuíferos. Además, es importante destacar que estas fallas pueden estar influenciadas por los patrones de lluvia y las temporadas de precipitaciones.

#### 3.1.4. Fallas Múltiples

(Parra & Melo, 2015) Mencionan que estas son disfunciones que surgen con múltiples superficies de deslizamiento, ya sea de manera simultánea o en secuencia rápida. Es apropiado diferenciar entre las fallas que avanzan y las que retroceden. Ambas son frecuentes en inclinaciones naturales donde se realiza una excavación.

#### 3.1.5. Falla por Licuación

(Parra & Melo, 2015) Aseveran que los eventos de licuación se caracterizan por una rápida pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, ya sea de forma temporal o permanente. La reducción en la estabilidad conduce al colapso de cualquier estructura vial construida sobre materiales propensos a la licuación. Se ha observado que la licuación ocurre de manera casi instantánea en tipos específicos de suelos, como arcillas saturadas altamente sensibles y arenas finas sueltas, especialmente cuando están saturados. Los suelos más propensos a la licuación presentan características como estructuras sueltas y saturación en suelos finos, como arenas sueltas con ciertos parámetros y limos con índice de plasticidad menor a 6.

### 3.1.6. Falla por flujos

(Parra & Melo, 2015) El estudio reveló que los movimientos en materiales húmedos, especialmente los flujos de lodos, están estrechamente vinculados a la presencia significativa de agua en el suelo. Esta presencia de agua desempeña un papel esencial en la génesis y características de la falla. Se observa una diversidad notable en la capacidad de retención de agua de los materiales, lo que impacta de manera considerable en el desarrollo de la falla..

## 3.2. Factor de seguridad

### 3.2.1. Equilibrio limite

Los enfoques de este metodo se fundamentan en la subdivisión de la masa de suelo potencialmente inestable en secciones verticales, donde se realiza un análisis de equilibrio en cada una de estas divisiones. A continuación, se ejecuta un análisis global para determinar el Factor de Seguridad (FS), un parámetro derivado de la relación entre las fuerzas o momentos resistentes y las fuerzas o momentos desequilibrantes presentes en el sistema. Este proceso implica el cálculo del valor de FS para diversas curvas potenciales de rotura, identificando finalmente el valor mínimo de FS asociado con la curva de deslizamiento más crítica. (Sanz, Sobrecases, & Diaz, 2017)

### 3.2.2. Método de las dovelas.

(Zanhueza & Rodriguez 2013) Mencionan que este enfoque se emplea cuando la superficie de rotura del terreno tiene una forma circular. De esta manera, se aborda el problema en dos dimensiones tomando una sección transversal que sea representativa del talud, la cual se divide en franjas de igual tamaño. En cada una de estas franjas, se analiza su nivel

de estabilidad, lo que posibilita llegar a conclusiones sobre la seguridad general del talud.

### 3.2.3. Método Bishop Simplificado

(Gamarra Alvarez, 2017) En el método simplificado de Bishop, se presupone que las fuerzas aplicadas en las paredes laterales de las franjas son completamente horizontales, es decir, no se consideran esfuerzos de corte entre estas franjas. Este planteamiento se ajusta a los principios de equilibrio de momentos y equilibrio de fuerzas en la dirección vertical.

### 3.2.4. Método Janbu Simplificado

(Gamarra Alvarez, 2017) La metodología simplificada de Janbu se basa en la premisa de que las fuerzas entre las franjas son completamente horizontales. Al calcular la fuerza normal, se suman las fuerzas en la dirección vertical, sin tener en cuenta las fuerzas de corte entre las franjas. En este análisis, la suma de las fuerzas entre las franjas se cancela.

### 3.2.5. Método Spencer

(Gamarra Alvarez, 2017) El método de Spencer es un enfoque que cumple plenamente con los principios de equilibrio tanto en términos de momentos como de esfuerzos. Este enfoque se basa en la premisa de que las fuerzas entre las franjas son paralelas, lo que significa que comparten un ángulo de inclinación idéntico.

### 3.3. Transitabilidad y seguridad

#### 3.3.1. Diseño del Sistema de Estabilización

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones de 2016, para evaluar la estabilidad del talud debe abordar varios criterios esenciales. Estos criterios comprenden la mecánica de suelos, el comportamiento geodinámico de la zona, el flujo de agua, la geometría del talud y la topografía del entorno.

Es esencial evaluar la estabilidad del talud para cargas estáticas y sísmicas, asegurándose de que el factor de seguridad sea al menos de 1.5 para cargas estáticas y 1.25 para cargas sísmicas. En situaciones donde no se cumplan los valores mínimos establecidos, es esencial contemplar la elección de métodos de estabilización o la combinación de diversos enfoques, los cuales deben ser sometidos a pruebas hasta que alcancen niveles apropiados de factor de seguridad. Adicionalmente, resulta crucial incorporar medidas de resguardo contra la erosión dentro de la solución propuesta. Se llevarán a cabo ensayos tanto en el campo como en el laboratorio para identificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales geotécnicos. Es crucial realizar estudios geotécnicos para caracterizar los materiales y evaluar los parámetros de diseño, asegurando de esta manera la estabilidad del talud durante el análisis correspondiente, ya sea en presencia de roca o suelos.

#### 3.3.2. Software Geo 5-Estabilidad de Taludes

Este software se emplea para la evaluación de la estabilidad de diversas infraestructuras geotécnicas, abarcando taludes, terraplenes, cortes de tierra, muros de contención anclados y muros de suelo reforzado, entre otras. Su utilidad se extiende al análisis de la superficie de deslizamiento, permitiendo formas circulares o poligonales. Además, es compatible con una variedad de métodos de análisis, incorporando enfoques específicos como los de

Bishop, Fellenius/Petterson, Spencer, Morgenstern-Price y Janbu. (Larrague, 2022)

### 3.3. 3. Instalación de Banquetas

La (ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON MASONIC 39 MORI BUILDING 2-4-5 AZABUDAI, MINATO-KU TOKYO, JAPON, 1984) En taludes de gran altura, es frecuente incorporar plataformas posicionadas en la mitad del talud de corte. El diseño de estas plataformas debe tener en cuenta varios aspectos, como la facilidad para llevar a cabo inspecciones y reparaciones, la inclinación del talud, la altura del corte, las características del suelo en el talud, los costos involucrados y otras condiciones pertinentes. En situaciones donde no hay sistemas de drenaje, se sugiere aplicar un gradiente transversal en la banqueta del 5 al 10%, permitiendo que el agua drene hacia la base del talud. Además, se recomienda una banqueta más ancha en taludes extensos, especialmente cuando se instalan vallas para la protección contra caídas de rocas.

### 3.3.4. Drenaje

(ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON, 1984) afirma que es crucial diseñar el drenaje del talud de manera efectiva con el objetivo de evitar la erosión superficial y prevenir posibles fallas. En el proceso de diseño de las instalaciones de drenaje, se debe realizar un examen exhaustivo de varios elementos, entre ellos la lluvia, la topografía, las condiciones de la superficie del terreno, los tipos de suelo, el nivel freático y los sistemas preexistentes de canales de drenaje. La evaluación completa de estos factores es esencial para determinar la descarga de drenaje necesaria.

### 3.3.4 Instalación de geomallas

Las geomallas, clasificadas como geos sintéticos, se producen a partir de materiales como el plástico reforzado con fibra de vidrio y el polietileno de alta densidad. Su aplicación principal se centra en proyectos destinados a la estabilización de taludes y el refuerzo geotécnico. Después de ser instaladas en un talud, es común aplicar una capa de material granular para salvaguardarlas de las condiciones climáticas y asegurar su posición. Adicionalmente, existe la opción de recubrir las geomallas con vegetación, no solo con el propósito de mejorar la estabilidad del talud, sino también para proporcionar un aspecto estético más agradable.

Con el propósito de fundamentar la investigación, se formuló la siguiente declaración:

La investigación encuentra su fundamento en un sentido teórico, ya que se orienta hacia la determinación de la estabilidad del talud crítico en cuestión y La determinación del factor de seguridad se vuelve esencial debido a la recurrente ocurrencia de deslizamientos que impactan la carretera, generando una preocupación constante sobre la seguridad vial. Desde una perspectiva práctica, se hace necesario evaluar la estabilidad de este tramo específico de la carretera Chancay-La Grama para garantizar su cumplimiento con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana CE. 020, con el propósito de mejorar la seguridad y la accesibilidad en dicha vía.

En cuanto a su relevancia social, la justificación se basa en la necesidad de garantizar la estabilidad del talud, con el propósito de mejorar la seguridad de los usuarios de la carretera y prevenir daños ocasionados por deslizamientos. Desde una perspectiva metodológica, se busca aplicar un método eficiente para estabilizar el talud crítico en cuestión, contribuyendo así a una investigación coherente y articulada.

De este modo, se planteó el problema de la siguiente manera:

¿De qué manera mejoraría la transitabilidad y la seguridad de la carretera Chancay - La Grama si diseño un sistema para estabilizar el talud más crítico?

En la cual, su conceptualización y operacionalización de variables es la siguiente:

#### I.1. Definición conceptual

De acuerdo con (COMOPA, C.A., 2022) Los taludes son extensiones de terreno o suelo que presentan una inclinación en su superficie en relación a la horizontal. En la mayoría de los casos, estos taludes son propensos a la inestabilidad y pueden verse afectados por diversas influencias externas, como actividades humanas, condiciones climáticas adversas, movimientos sísmicos, entre otros. Por esta razón, es necesario implementar medidas de estabilización para garantizar su seguridad y evitar problemas potenciales.

#### I.2. Definición operacional

Tal como indican (Mujica & Cangana, 2022) Las características del talud se refieren a los elementos internos que definen su naturaleza, como la configuración topográfica, la geología subyacente, la composición del suelo, las condiciones hidrogeológicas y la presencia de vegetación.

*Tabla 1*

*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Estabilización de Taludes	Estudios Preliminares	Topografía ( m,m2)			
		Hidrología (mm)			
		Mecánica de suelos(c.gr./cm3)			
	Tipos de Falla	Falla por deslizamiento Superficial (m,m3)			
		Falla por deslizamiento Rotacional (m,m3)			
		Falla Local(m,m3)			
		Falla por Traslación (m,m3)			Nominal
		Falla por Flujo (m3)			
		Falla por Licuación (m,m3)			
		Fallas con superficies compuestas (m3)			
Calculo del factor de seguridad	Falla múltiples (m,m3)				
	Método de Fellenius				
	Método de Bishop				
	Método de Spencer				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Transitabilidad y Seguridad	Diseño del sistema de estabilización	Método de Janbu			
		Software GEO5-Estabilidad de Taludes (FS)			
	Métodos de estabilización complementarios	Abatimiento de la pendiente del talud(m)			
		Construcción de Banquetas(m3)			
		Drenaje(m)			
	Mejoramiento de la resistencia del suelo (kg/m2)				

*Nota.* Elaboración Propia

Considerando esta premisa, la hipótesis se formuló de la siguiente manera:

Si se logra estabilizar el talud más crítico, se incrementará la transitabilidad y seguridad en la carretera Chancay - La Grama.

Basándose en todo lo expuesto previamente, el objetivo general de esta investigación se delineó de la siguiente manera:

Diseñar un sistema de estabilización para el talud más crítico de la carretera Chancay - La Grama.

El cual tuvo entre sus objetivos Específicos:

- Realizar los estudios previos de 4 taludes y reconocer el más crítico para estudiarlo.
- Identificar en el talud crítico el tipo de falla.
- Calcular el factor de seguridad del talud crítico con la ayuda del software Geo 5 - Estabilidad de Taludes.
- Plantear un método complementario para estabilizar el talud.

## 02. METODOLOGIA

### TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

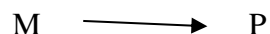
#### TIPO DE INVESTIGACIÓN

En relación al enfoque del estudio, se trata de una investigación aplicada que se fundamenta en los principios de la investigación básica o fundamental, ampliando el entendimiento sobre un fenómeno previamente estudiado. En este contexto, aporta la información requerida para abordar y resolver una problemática específica.

#### DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño, es de naturaleza no experimental, ya que la recopilación de datos se lleva a cabo en un único instante y no implica la manipulación de variables.

El esquema de investigación es el siguiente:



Donde:

M: Lugar donde se lleva a cabo la investigación.

P: Propuesta de solución técnica.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

### Población

La población corresponde a 4 taludes inestables de la carretera Chancay -La Grama.

### Muestra

Se tomará el talud más crítico, más inestable, para realizar el análisis y diseño del sistema de estabilización que requiera y de esta manera estabilizarlo adecuadamente.

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### TÉCNICAS

La principal estrategia empleada para recopilar información fue la observación directa en el campo experimental, que posibilitó la inspección minuciosa del área de investigación y la identificación de las particularidades del talud objeto de estudio. Además, se llevaron a cabo estudios topográficos, se realizaron excavaciones para obtener muestras de suelo y se llevaron a cabo ensayos de mecánica del suelo con el fin de evaluar las características del terreno en la zona de interés.

### 6.3.2. Instrumentos.

GPS Satelital

Wincha

Prisma

Estación total

Copa Casagrande

Máquina de Corte Directo

Tamiz

Taras

Horno

### 03. RESULTADOS

#### 3.1 Topografía

##### 3.2.1 Levantamiento Topográfico

El levantamiento se realizó de los 4 taludes inestables, buscando encontrar el más crítico, de esta manera para establecer el tipo de relieve que estos tienen se clasifican según su orografía en:

Tabla 2

*Resultados según la clasificación de orografía*

TALUD N° 01				
Terreno escarpado	>100	4	250	%
TALUD N° 02				
Terreno escarpado	>100	4	150.42	%
TALUD N° 03				
Terreno accidentado	51-100	3	55.3	%
TALUD N° 04				
Terreno escarpado	>100	4	120	%

*Nota.* Elaboración Propia

En la Tabla N°2 se presenta la categorización de los taludes en investigación según su configuración topográfica. Se identifica al Talud 1 como una zona de terreno abrupto con una inclinación del 250.00%, el Talud 2 como un área empinada con una pendiente de 150.42%, al Talud 3 se le cataloga como un terreno irregular con una inclinación del 55.3%, y al Talud 4 se le describe como una superficie escarpada con una pendiente del 120%.

### 3.2. Hidrología

En este trabajo de investigación, se emplearon los registros meteorológicos obtenidos de la estación del SENAMHI ubicada en la Provincia de San Marcos. Esta estación, la más cercana al área de estudio, proporcionó datos climáticos desde el año 2021 hasta el 2023. Estos registros se utilizaron para realizar el análisis de las precipitaciones que ocurren en la región, teniendo en cuenta sus variaciones mensuales y anuales.

Según el índice modificado de Fournier las precipitaciones se clasifican en:(Ver tabla 10)

Tabla 3

*Resultados según la clasificación de la orografía*

PRECIPITACION (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>2021</b>	<b>116.2</b>	17.5	58.8	6.6	8.5	0	7.3	0	0.1	30	90.1	78.9
<b>2022</b>	57.9	117.5	<b>198</b>	61.8	0.1	0.8	0	0	0.6	2.2	0	11.2
<b>2023</b>	63.6	6.7	20.5	11.4	0	0	0	0	0	0	0	<b>69.2</b>

*Nota.* Fuente Senamhi

La tabla N°3 muestra que las máximas precipitaciones se presentan de diciembre a marzo.

- ✓ Año 2021, se presenta la máxima precipitación en el mes de enero con 116.20 mm, la cual se considera de clase Moderada, clase 3 según el IMF (Tabla 10)
  
- ✓ Año 2022, se presenta la máxima precipitación en el mes de marzo con 198 mm, la cual se considera de clase Muy Alta, clase 5 según el IMF (Tabla 10)

- ✓ Año 2023, se presenta la máxima precipitación en el mes de diciembre con 69.2 mm, la cual se considera de clase Bajo, clase 2 según el IMF (Tabla 10)

### 3.3 Mecánica de suelos.

Se realizaron dos excavaciones de 1.50 metros de profundidad cada una, desde las cuales se tomaron las muestras para los análisis de suelos respectivos. Estas excavaciones se llevaron a cabo en la sección más crítica del talud en la carretera Chancay-La Grama, considerando áreas de riesgo tanto para la carretera como para el terreno destinado al pastoreo.

Tabla 4

*Resultados de mecánica de suelos C1, C2; Talud crítico*

ENSAYOS	CALICATA 1	CALICATA 2
	Grava: 6.20 %	Grava: 6.90 %
<b>Análisis Granulométrico</b>	Arena: 11.12%	Arena: 12.20 %
	Finos: 80.12%	Finos: 81.71 %
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	5.33	5.04
<b>Límite Líquido (%)</b>	35.45	38.79
<b>Límite Plástico (%)</b>	23.21	21.92
<b>Peso específico de sólidos (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.74	1.74
<b>Corte directo</b>	$C = 0.0047 \text{kg/cm}^2$ $\phi = 22.91^\circ$	$C = 0.0047 \text{kg/cm}^2$ $\phi = 23.41^\circ$

*Nota.* Elaborado por el Investigador

En la Tabla 4, se presentan los resultados obtenidos a partir de los análisis de las muestras de suelo extraídas de las calicatas. Estos resultados indican que la mayoría del material está compuesto por partículas finas, y el límite líquido se sitúa por debajo del 40%. En términos de la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), las muestras se categorizan como gravas con contenido de limo, mezclas de grava, arena y limo, con una plasticidad que oscila entre baja y media. Además, se identifican presencias de arcillas con grava, arcillas arenosas y arcillas limosas. En su estado saturado, estas muestras presentan un color naranja.

### 3.4. Tipo de falla

Se determinó que el tipo de falla presente en el talud más crítico corresponde a un deslizamiento superficial. Esta conclusión se basa en las características observadas, que incluyen un movimiento lento y constante, culminando con el deslizamiento de una gran masa de terreno.

Tabla 5.

*Características de una falla por deslizamiento superficial.*

<b>CARACTERISTICAS PRESENTES EN EL TALUD</b>	
<b>Superficie</b>	Rodadura continua de grava, arena y piedras de volumen pequeño.
<b>Perfil estratigráfico</b>	Suelo uniforme, formado por es gravas limosas, mezclas grava-arena-limo, de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas en estado saturado color naranja. (AASHTO: suelo malo)
<b>Volumen de masa desprendida</b>	3 m <sup>3</sup>

*Nota.* Elaborado por el investigador.

### 3.5. Cálculo del factor de seguridad

Se llevó a cabo el análisis de estabilidad del talud crítico utilizando el software GEO5-ESTABILIDAD DE TALUDES.

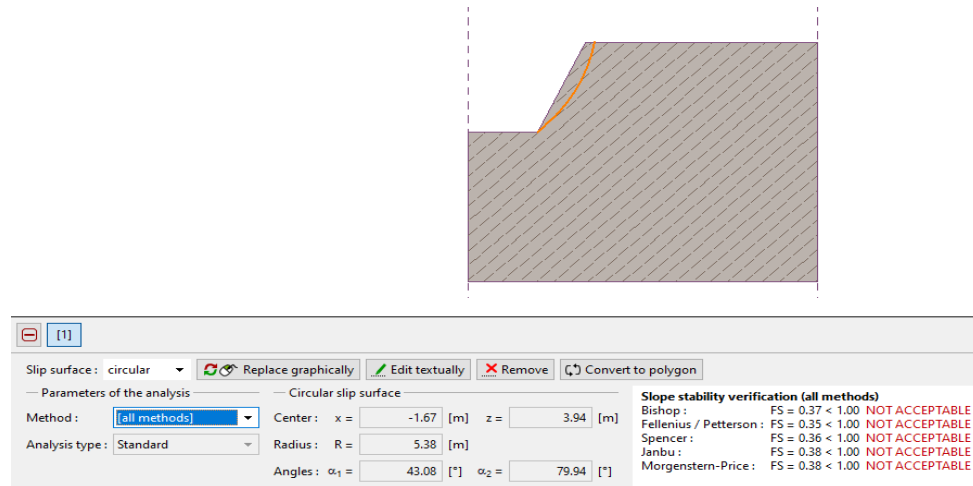
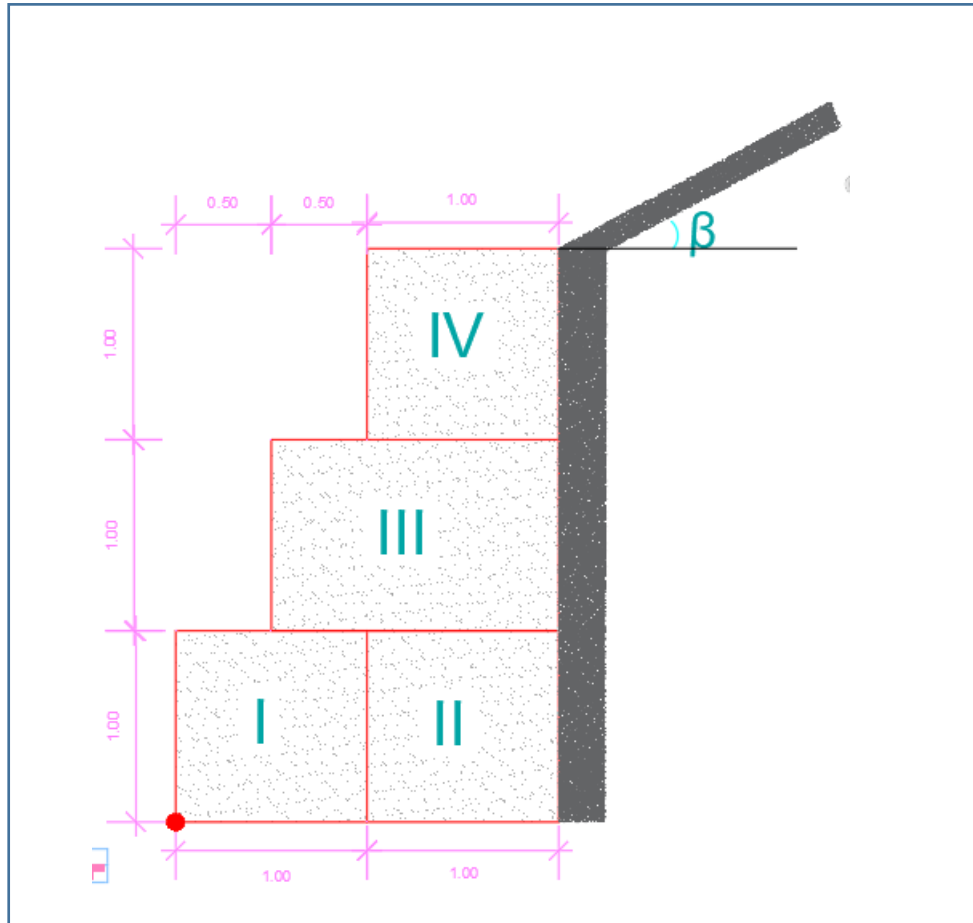


Figura 1. Factores de seguridad del talud crítico.

En la figura 1, se verifica que los factores que se obtuvieron por todos los métodos de equilibrio Limite no son aceptables, puesto que son menores a 1.

### 3.6. Diseño del sistema de estabilización:

Se decidió diseñar un muro de gaviones y luego se procedió a realizar un análisis conjunto con el talud para comprobar su estabilidad.



Altura de cada bloque :  $H_b = 1$  m  
Altura total del muro :  $H_T = 3$  m

**Predimensionamiento de la base :**

$$B: 1/2(1+H_T)$$

Dimension de la base:

$$B: 2 \text{ m}$$

Figura 2. Dimensiones del muro de gaviones.

En la Figura 2, se aprecia el perfil del muro gavión con base de 2 m y una altura de 3 m.

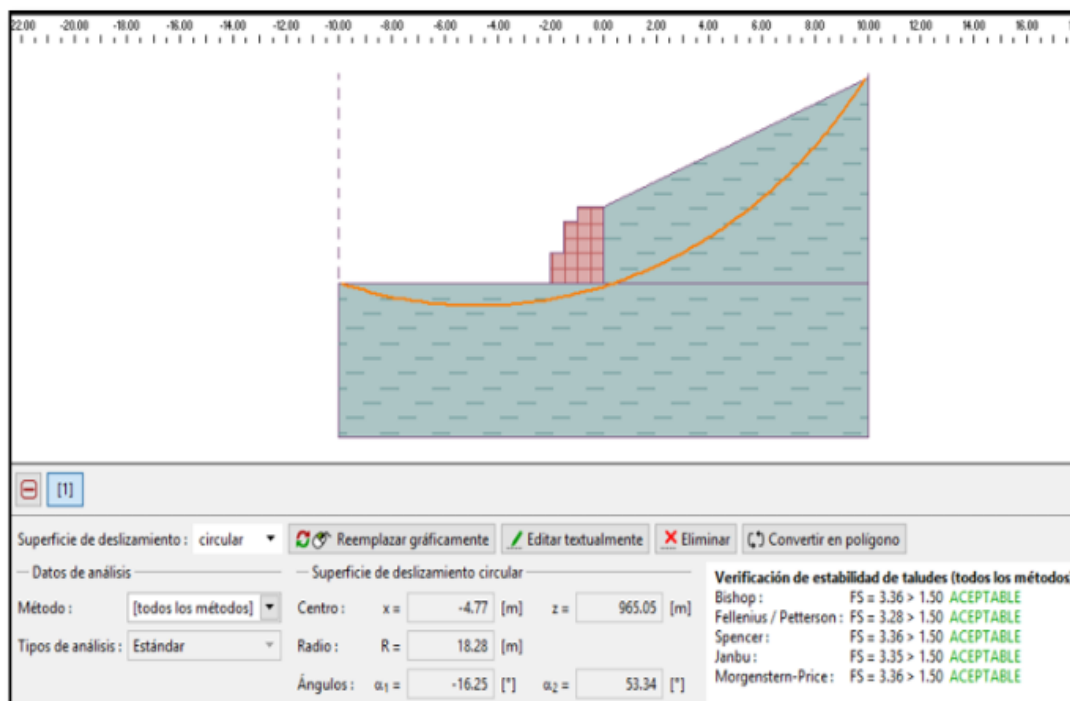


Figura 3. Análisis de estabilidad del talud crítico junto con el sistema de estabilización.

### 3.7. Método de estabilización complementario

Se propone mejorar el sistema de estabilización de gaviones mediante la posible instalación de geomallas en la superficie del talud. Esta medida se considera especialmente importante durante las temporadas de lluvia intensa en las que se registra un aumento significativo de las precipitaciones. Con esta adición, se busca optimizar el rendimiento del muro de gaviones para hacer frente de manera más eficiente a las corrientes de agua.

#### 04. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- ❖ Los resultados obtenidos guardan relación con lo que menciona el investigador (Navarro, 2008) al indicar que localizada la falla superficial no se debe vacilar en cambiar el trazo de la vía terrestre y evitar problemas ya que de no evitarse el problema los cortes y terraplenes de la vía estarán siempre en continuo movimiento, causando siempre inconvenientes, como se da en el caso de la carretera Chancay -La Grama.
  
- ❖ Se comparte la idea con (Torres, 2019), quien indica que para poder encontrar la falla y la opción de diseño más factible para estabilizar un talud se debe realizar estudios previos entre los cuales están la topografía y ensayos de suelo hidrología y otros estudios previos que sean necesarios para la zona en estudio al igual que se realizó cuando se empezó la investigación en la presente tesis.
  
- ❖ Se comparte la opinión con (Prado, Aguilar, & Cruz, 2020) al afirmar que es muy importante el uso de softwares para poder encontrar valores importantes para el análisis de los taludes en estudio, así como en esta tesis que se Utilizó el software GEO5, para poder encontrar el factor de seguridad.
  
- ❖ En esta investigación se concuerda con (Carrasco & Urbina, 2019) dado que argumentan que el factor de seguridad es un factor determinante en la estabilidad de los taludes y que existen diversos métodos para su cálculo, destacando la importancia del método de tensiones totales debido a su simplicidad y precisión en los resultados, cabe mencionar que las condiciones de estabilidad se cumplen cuando el factor de seguridad es superior a 1, lo que garantiza una adecuada estabilidad.

## 05. CONCLUSIONES

- Se llegó a la conclusión que, de todos los métodos, el diseño del muro de gaviones, era el más apropiado para estabilizar el talud, por su bajo costo y además que ingresado en el Software Geo 5, nuevamente el talud juntamente con el muro, el factor de seguridad aumento valores entre 1.30 y 1.50, en todos los métodos los cuales son más que aceptables cuando se trata de la estabilidad de taludes.
- Se concluye que los estudios previos realizados son fundamentales en este tipo de investigaciones, ya para este caso fue de gran ayuda al momento de identificar el talud más crítico de los 4 inicialmente evaluados, que se identifico que el talud critico es accidentado y que la falla que tenia es de tipo Superficial.
- Mediante el software GEO5- Estabilidad de taludes, se realizó el análisis del talud crítico para encontrar el factor de seguridad, en donde con todos los métodos arrojó que tenía un factor de seguridad menos a 1, pero después del diseño del muro de gaviones este aumento a 1.50.
- Se propuso la implementación de un muro de gaviones como solución para estabilizar el talud crítico. Posteriormente, se llevó a cabo un nuevo análisis de este muro en conjunto con el talud mediante el software GEO5- Estabilidad de taludes, y los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

## 06. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar criterios técnicos al momento de diseñar algún tipo de estabilización de taludes, ya que es muy peligroso si se realiza mal los cálculos y en algún momento falla.
- Se recomienda siempre realizar estudios previos, para poder conocer a fondo el lugar donde se realizará la investigación.
- Se sugiere utilizar programas o softwares para realizar cálculos o diseños ya ahorran tiempo y los resultados sean eficaces.
- Se sugiere la adición de geomallas en la superficie del talud como un complemento al sistema de estabilización de gaviones, con el propósito de brindar protección adicional contra las lluvias durante la temporada de invierno.

## 07. AGRADECIMIENTO

A Dios

Por ser el creador de todo lo bello y puro en el universo, siempre guiarme y estar conmigo en todo momento.

A mis padres

Por su enorme apoyo moral y económico que me brindaron para lograr mi objetivo.

A mis docentes

Por su apoyo resolviendo mis dudas cada vez que se presentaban en el desarrollo de dicha investigación.

Erica Yanileth Marin Medina

## 08. BIBLIOGRAFÍA

“*Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021*”. (2021). Llavini, Puno, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72227>

Andres, G. h. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO, ENTRE LOS SISTEMAS DE APOYO INDIVIDUAL Y TIPO PANTALLA, PARA EL REFORZAMIENTO DE UN TALUD CON ANCLAJES*. Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64866>

ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON MASONIC 39 MORI BUILDING 2-4-5 AZABUDAI, MINATO-KU TOKYO, JAPON. (1984). *MANUAL DE PROTECCION DE TALUDES*. Japon. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.jorgealvahurtado.com/files/Manual%20de%20Proteccion%20de%20TaluDES.pdf>

Barboza, H., & Zambrano, W. (2021). “*ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS BISHOP SIMPLIFICADO Y MORGENSTERN PRICE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES*”. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27636/Barboza%20Nuc3%b1ez%2c%20Humberto-%20Zambrano%20Chil%2c%20Williams%20Justo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Boiero, A. (2020). EL EFECTO DEL AGUA EN LOS TALUDES. *GEO BLOG*. Obtenido de <https://geo-webonline.com/el-efecto-del-agua-en-los-taludes/>

Breña, V. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de Lima-Peru*.  
Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323353566.pdf>

Cangana, J. (2022). *Análisis de Estabilidad de Taludes desde el Puente Posanca hasta el Poblado Licahuasi de la Carretera LM 111 en el Distrito de Arahua*.  
Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica\\_J.Reymundo\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica_J.Reymundo_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carrasco, G., & Urbina, R. (2019). *“CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICANDO TENSIONES TOTALES EN LOS TALUDES DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCA - LLACANORA, 2019”*.

Carrion, C. (2019). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD. LA LIBERTAD*.  
Obtenido de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1788/1/TL\\_CarrionAguilarCarlos.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1788/1/TL_CarrionAguilarCarlos.pdf)

COMOPA, C.A. (2022). *¿Que es la estabilizacion de taludes y como se lleva a cabo?*  
Obtenido de <https://comopaca.com/que-es-la-estabilizacion-de-taludes-y-como-se-lleva-a-cabo-guia-completa/>

Dirección General de Protección Civil y Emergencias. (2020). *Movimientos de terreno*. España.  
Obtenido de <https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-riesgos/geologicos/movimientos-terreno>

Gamarra Alvarez, E. J. (2017). *CONSTRUCCIÓN DE DIQUE COMO ESTABILIZACIÓN DE DEPOSITOS DE MATERIAL INERTE Y BOTADERO DE MATERIAL DE PRESTAMO*. Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://centrogeotecnico.com/mt-content/uploads/2018/09/itscvo-estabilidad-de-taludes-eder-jesus-gamarra-alvarez.pdf

Gomez, Y. (2019). “*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*”. Lima. Obtenido de <https://1library.co/document/y954n6dz-evaluacion-sistemas-contencion-mediante-anclajes-estabilizacion-socavacion-panamericana.html>

Guevara, J., & Vigo, O. (2021). “*ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPAASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021*”. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27910>

Hernandez, C., & Tamayo, R. (2019). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD Y OBRAS DE CONTENCIÓN*. Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/5d1325ef-eb93-48f5-b41e-79fb0466dafa/content>

Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes*. Estados Unidos. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2665/doc2665-contenido.pdf>

Hospinal, V., & Laureano, V. (2020). *PROPUESTA DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN TRAMOS*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3831/T030\\_70833862\\_T%20%20%20HOSPINAL%20VILCHEZ%20MARCO%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3831/T030_70833862_T%20%20%20HOSPINAL%20VILCHEZ%20MARCO%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Huascupe, M. (2021). “*Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021*”. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72227>

Instituto de Seguridad Minera. (2023). Seguridad minera. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/seguridad-minera-revista-2/>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. (2023). *EN QUE CONCISTE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO*. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/>

Larrague, J. (2022). Geo 5 Software Geotecnico. *Fine*. Obtenido de <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/>

Mamani, E., & Pisco, P. (2021). “*CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA Y DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO DE CARRETERA KM 40+200 – KM 44+800, DESVÍO MICHQUILLAY-QUINUAMAYO, CAJAMARCA 2021*”. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30857/Mamani%20Leiva%2c%20Eliana%20Lizabeth%20-%20Pisco%20Salazar%2c%20Pamela%20Anali.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Medina, L. (2020). *Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57421>

Mujica Maldonado, J. C., & Reymundo Cangana, J. E. (2022). *Análisis de Estabilidad de Taludes desde el Puente Posanca hasta el Poblado Licahuasi de la Carretera LM 111 en el Distrito de Arahua y*. Peru. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica\\_J.Reymundo\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica_J.Reymundo_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Navarro, S. (2008). *Estabilidad de Taludes*. Peru. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>

Navarro, S. (2008). *Estabilidad de Taludes*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>

Ojeda, k. (2019). *“ESTABILIZACION DE TALUDES A TRAVES DE PERNOS DE ANCLAJE EN LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOLLEPATA - PALLASCA”*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1516>

Pari, C. (2021). *“SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES METÁLICOS, CARRETERA CHOJATA MOQUEGUA, MOQUEGUA 2021”*. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Pari\\_Eugenio\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV_FIN_105_TE_Pari_Eugenio_2021.pdf)

Pari, E. (2021). *Sistema de estabilización de taludes de corte*. Huancayo-peru. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Pari\\_Eugenio\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV_FIN_105_TE_Pari_Eugenio_2021.pdf)

Parra, P. T., & Melo, C. Y. (2015). *ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE LA VÍA DE RED TERCIARIA DE LA VEREDA LA UNIÓN, LOCALIDAD DE USME – BOGOTÁ D.C.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, Bogota. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5456c64f-fd1c-46d9-9d4f-67656c365e5f/content>

Prado, A., Aguilar, J., & Rinath, C. (2020). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE LA CARRETERA NIC.7 EN EL KM.* NICARAGUA. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/12506/1/ADAN%20ALBERTO%20PRADO%20GONZ%20C3%81LEZ.pdf>

Prado, G., Aguilar, G., & Cruz, T. (2020). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE LA CARRETERA NIC.7 EN EL KM.* NICARAGUA. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/12506/1/ADAN%20ALBERTO%20PRADO%20GONZ%20C3%81LEZ.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *15 CE.020 SUELOS Y TALUDES DS N° 017-2012*. Lima. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365628/15%20CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf?v=1636052050>

Rivera, N. (2022). “*ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA CARRETERA CRUZ BLANCA – CHOTEN, CAJAMARCA*”. Huancayo. Obtenido de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8700/T010\\_19896380\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8700/T010_19896380_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rondoy, R. C. (2022). *Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de la Costa*. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/187919>

Ruiz, A. (2022). “*ESTABILIZACIÓN DEL TALUD, EN EL SECTOR SANTA ANA ABCISA (0+060 A 0+100), MEDIANTE EL DISEÑO DE UNA PANTALLA ATIRANTADA, CONSIDERANDO UN ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL CON CARGAS SÍSMICAS, APLICANDO EL ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO-HISTORIA, PROGRAMA MIDES GTS NX(3)*”. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22312/1/UPS%20-%20TTS739.pdf>

Salvatierra, R. (2020). “*ESTABILIDAD DE TALUDES SEGÚN EL MÉTODO DE EQUILIBRIO LÍMITE DURANTE LA EXPANSIÓN DE UN BOTADERO EN MINAS A CIELO ABIERTO, UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2009 – 2020*”. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25835/Trabajo%20de%20Investigaci%3b3n%20%28Salvatierra%20Torres%20Total.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Sanz, V. R., Sobrecases, M. S., & Diaz, O. A. (2017). *Estabilidad de Taludes*. Peru. Obtenido de [file:///C:/Users/DELL/Downloads/16157-Texto%20del%20art%C3%ADculo-64206-2-10-20170328%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/16157-Texto%20del%20art%C3%ADculo-64206-2-10-20170328%20(1).pdf)

Torres, R. (2019). *Estabilidad de Taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los*. Obtenido de file:///C:/Users/DELL/Downloads/tesis%20transitabilidad.pdf

Zanhueza Plaza, C;Rodriguez Cifuentes,L. (2013). Análisis comparativo de metodos de calculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la construccion*, 23. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v12n1/art03.pdf>

## 09. ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>¿De que manera la estabilización de taludes mejorara la transitabilidad y seguridad en el tramo crítico de la carretera Chancay-La grama?</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Estabilización de Taludes</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Diseñar un sistema de estabilización para el talud más crítico de la carretera Chancay -La Grama.</p>		<p><b>Tipo de Investigación:</b> Investigación Aplicada</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> M → P</p> <p>Donde:</p> <p>M: Lugar donde se lleva a cabo la investigación.</p> <p>P: Propuesta de solución técnica.</p>
		<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Realizar los estudios previos para la estabilidad de dos taludes en la carretera Chancay - La Grama.</li> <li>. Identificar los tipos de falla en el talud más crítico de la carretera Chancay-La Grama.</li> </ul>	<p>Estabilizando el talud más crítico, se mejorará la transitabilidad y seguridad de la carretera Chancay - La grama.</p>	
	<p><b>Variable Dependiente:</b> Transitabilidad y seguridad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Calcular el factor de seguridad mediante el método equilibrio límite, con la ayuda del software Geo 5 - Estabilidad de Taludes, del talud crítico.</li> <li>. Plantear métodos complementarios para la estabilización de taludes.</li> </ul>		<p><b>Población:</b> Los tramos críticos de la carretera Chancay -La Grama</p> <p><b>Muestra:</b> Se tomará un tramo crítico, en donde se sitúa el talud crítico con mayor índice de inestabilidad, para luego realizar el análisis y diseño del sistema de estabilización que requiera y de esta manera estabilizarlo adecuadamente.</p>

---

**Técnica de recolección de datos:**

Se realizó el estudio en el lugar de la investigación, levantamiento topográfico, excavación de calicatas y ensayos de mecánica de suelos.

**Instrumento de recolección de datos:**

GPS Satelital, Wincha, Prisma, Estación total, Copa Casagrande, Máquina de Corte Directo, Tamiz, Taras, Horno, Encuestas.

---

ANEXO 02: Instrumento



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITA	MARIN MEDINA ERICA YANILETH		
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.		
LUGAR	LA GRAMA, CAJAMARCA	NIVEL FREÁTICO (m.)	NP
FECHA	04/12/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

**SOLICITA** : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**MATERIAL** : CALICATAS  
**LUGAR** : LA GRAMA CAJAMARCA  
**FECHA** : 04/12/2024

CALICATA-1

P.E. Bulk (Base Seca) :  
P.E. Bulk (Base Saturada) :  
P.E. Aparente (Base Seca) :  
Absorción (%) :

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128

**NOTA** : La muestra fue traída por personal técnico de este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DISEÑADOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**SOLICITA** : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**MATERIAL** : CALICATAS  
**LUGAR** : LA GRAMA CAJAMARCA  
**FECHA** : 04/12/2024.

ENSAYO N°	C - 1	C - 2
Peso de tara + MH		
Peso de tara + MS		
Peso de tara		
Peso del agua		
MS		
Contenido de humedad (%)		

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

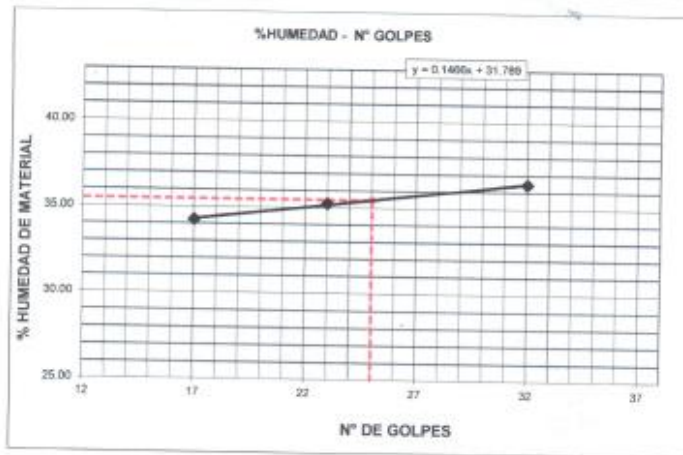
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA  
 CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA,CAJAMARCA,2023.  
 MUESTRA : SUELO NATURAL  
 LUGAR : LA GRAMA- CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 CALICATA : 1

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)						
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)						
PESO DE LA TARA (gr.)						
PESO DEL AGUA (gr.)						
PESO SUELO SECO (gr.)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
Nro. DE GOLPES						



**LIMITE LIQUIDO**  
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)  
LL : %

**LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)  
LP : %

**INDICE DE PLASTICIDAD**  
ASTM D-438  
IP : %

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Laboratorio Profesional de Ingeniería Civil





**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO**

**SOLICITA :** MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y  
 Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**LUGAR :** LA GRAMA-CAJAMARCA  
**MATERIAL :** TERRENO NATURAL  
**FECHA :** 04/12/2023

**DATOS DEL ENSAYO**

P = Peso del frasco con arena seca antes de empezar la operación..... gramos  
 P' = Peso de la arena necesaria para llenar el embudo mayor..... gramos  
 P'' = Peso del frasco con arena que sobró..... gramos  
 Wh = Peso húmedo de la muestra extraída..... gramos  
 Ws = Peso de la tierra seca al horno..... gramos  
 W = contenido de humedad..... %  
 V = Volúmen de la muestra de tierra extraída..... cm<sup>3</sup>

MUESTRA N°	C-1	C-2
Peso de la muestra húmeda + tara		
Peso de la muestra seca + tara		
Peso de la tara		
Peso del agua		
Peso del suelo seco		
w%		
P		
P'		
p		
V		
Wh		
Ws		
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		

**OBSERVACIONES :** La densidad N° 1 se realizó en calicata C-1 a 1.50 mts de profundidad.  
 La densidad N° 2 se realizó en calicata C-2 a 1.50 mts de profundidad.  
**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos se realizaron según norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
 DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA - CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 NOMBRE DE MUESTRA = C-1 - PROFUNDIDAD =  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

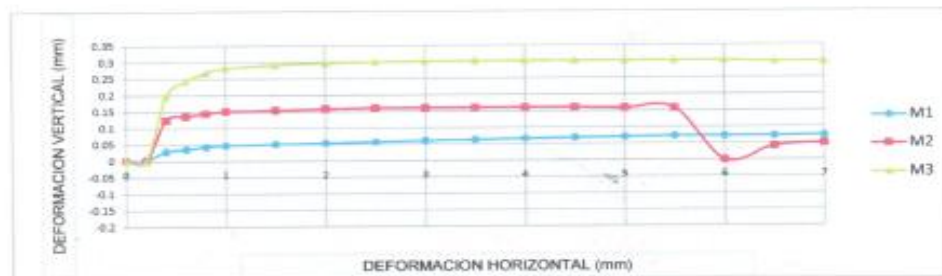
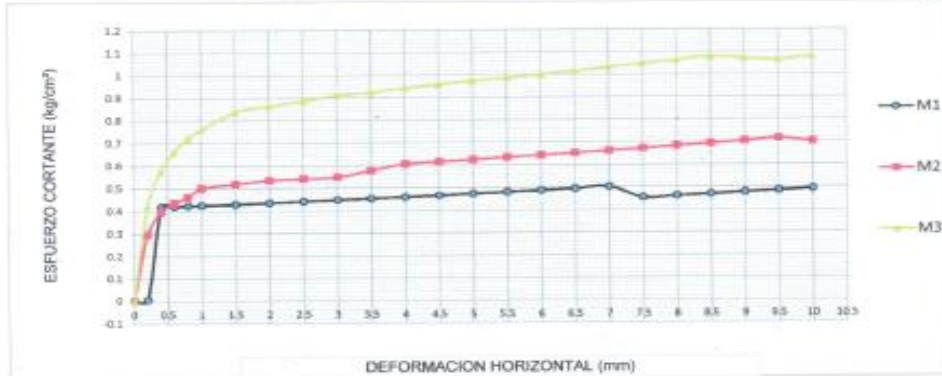
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	
Altura	
Área	
Volumen	

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	
Peso Unitario Húmedo	
Contenido de Humedad	
Peso Unitario Seco	

VELOCIDAD DE DEFORMACION =

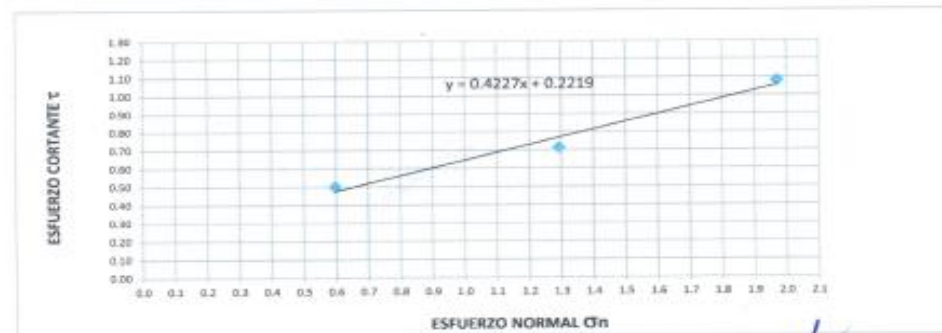
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. ÁREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
0.20													
0.40													
0.60													
0.80													
1.00													
1.50													
2.00													
2.50													
3.00													
3.50													
4.00													
4.50													
5.00													
5.50													
6.00													
6.50													
7.00													
7.50													
8.00													
8.50													
9.00													
9.50													
10.00													
10.50													
11.00													
11.50													

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)			
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )			
σ <sub>n</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )			
τ(kg/cm <sup>2</sup> )			

Cohesión	
Ángulo de fricción interna	



*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## ANEXO 03: Datos generales

### 3.1. Ubicación y descripción de la zona de estudio.

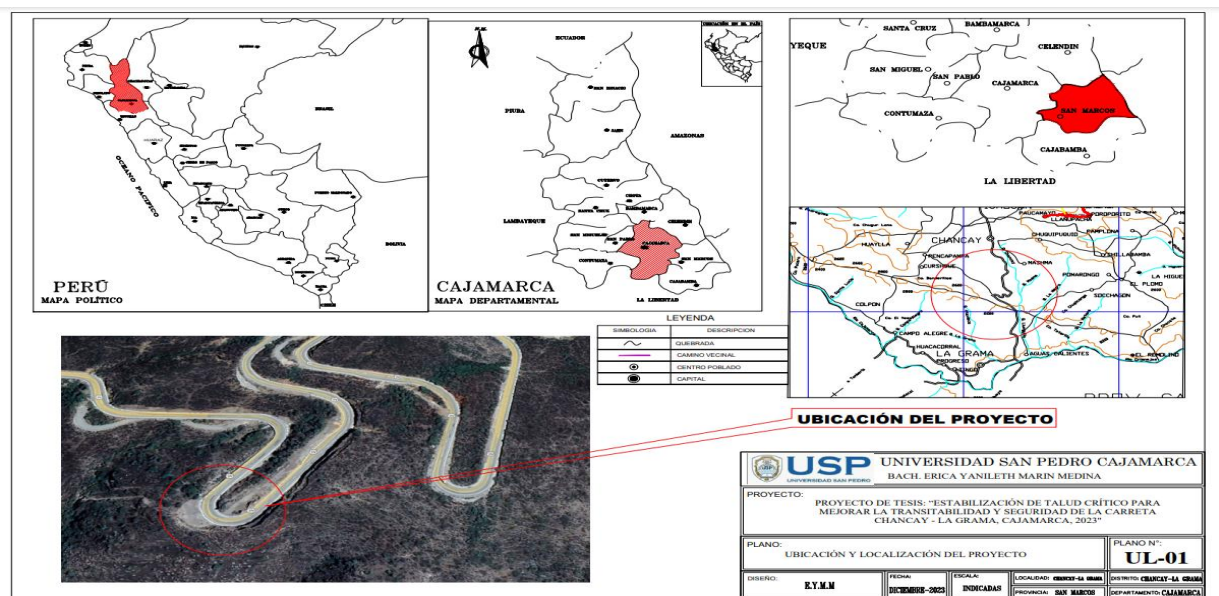
La presente investigación se desarrolla en el tramo Chancay - La grama, el cual forma parte de la carretera que comunica al departamento de Cajamarca con el departamento de La Libertad, La Grama es un distrito muy concurrido ya que tiene un balneario de aguas termales. Las características geodésicas del lugar en estudio son:

-N 9178168.66

- E 817880.03

- Altitud 2360 m.s.n.m

Regionalmente se ubica en: Los Distritos de Chancay y La Grama, Provincia de San Marcos, Departamento Cajamarca.



### 3. Topografía

#### 3.2.1 Levantamiento Topográfico

Se llevó a cabo la topografía de la zona crítica del talud mediante el empleo de una estación total Leica FlexLine TS02. El objetivo principal de este proceso fue obtener los puntos topográficos necesarios, los cuales posteriormente fueron procesados utilizando el software Civil 3D. Esto permitió la generación de planos topográficos y de las secciones transversales del talud natural.

El levantamiento se realizó buscando encontrar el más crítico, de esta manera se estableció el tipo de relieve que estos tienen se clasifican según su orografía en:

Tabla 6.

*Coordenadas UTM del levantamiento topográfico*

<b>TALUD 2 (MAYOR INDICE DE INESTABILIDAD)</b>				
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	817896	9178218	2368	E1
2	817865.821	9178240.83	2377.9361	T
3	817860.182	9178245.11	2380.6218	T
4	817862.443	9178245.18	2384.4555	T
5	817870.769	9178238.77	2372.6322	T
6	817880.605	9178241.71	2377.3728	T
7	817877.635	9178246.33	2379.8484	T
8	817877.17	9178247.41	2384.224	T
9	817882.106	9178239.85	2372.9303	T
10	817896.414	9178239.72	2376.6765	T
11	817896.822	9178242.84	2378.661	T
12	817897.724	9178244.96	2383.2735	T
13	817896.627	9178236.03	2369.6849	T
14	817902.91	9178238.66	2376.3023	DESLIZAM
15	817906.083	9178244.08	2383.5839	DESLIZAM
16	817908.86	9178243.41	2382.6023	DESLIZAM
17	817907.45	9178240.63	2378.147	DESLIZAM
18	817906.304	9178238.34	2375.218	DESLIZAM
19	817910.83	9178235.25	2375.6224	DESLIZAM
20	817911.717	9178240.62	2381.727	DESLIZAM
21	817908.446	9178235.13	2371.7532	DESLIZAM
22	817905.595	9178234.21	2370.6746	DESLIZAM
23	817902.895	9178237.97	2372.7928	DESLIZAM

*Continuación de la tabla 6*

**TALUD 2 (MAYOR INDICE DE INESTABILIDAD)**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
24	817909.4244	9178234.969	2373.0747	DESLIZAM
25	817910.91	9178233.187	2368.7298	DESLIZAM
26	817897.3508	9178235.832	2370.1238	DESLIZAM
27	817915.9036	9178233.002	2375.418	T
28	817918.5792	9178235.099	2377.0073	T
29	817919.3662	9178235.695	2381.838	T
30	817918.7747	9178235.289	2378.5581	T
31	817915.0985	9178232.538	2373.1083	T
32	817914.2721	9178231.907	2368.1607	T
33	817935.4673	9178233.013	2383.289	T
34	817928.1494	9178230.151	2373.8089	T
35	817924.8104	9178228.892	2368.6923	T
36	817938.0987	9178226.328	2366.5511	T
37	817940.9958	9178226.953	2373.5491	T
38	817949.8458	9178228.69	2378.6779	T
39	817950.9555	9178228.863	2382.176	T
40	817937.743	9178226.279	2366.0502	T
41	817951.1601	9178221.08	2364.9733	T
42	817952.0156	9178221.089	2370.9021	T
43	817957.8458	9178221.439	2380.1461	T
44	817925.2534	9178228.086	2366.0687	T
45	817908.4838	9178233.305	2367.4319	T
46	817902.0288	9178233.831	2367.7098	T
47	817876.9635	9178237.413	2368.0608	SENIAL
48	817877.0218	9178237.851	2368.0499	R
49	817876.7623	9178236.803	2367.9986	CUN
50	817876.6901	9178236.703	2367.7113	CUN
51	817876.6318	9178235.752	2368.081	CRR
52	817876.1365	9178227.584	2368.0328	CRR
53	817895.4388	9178223.695	2366.9621	CRR

*Continuación de la tabla 6*

54	817896.6995	9178231.747	2366.981	CRR
55	817897.0895	9178233.013	2366.5969	CUN
56	817897.1087	9178233.012	2366.8867	CUN
57	817897.0328	9178234.307	2367.2792	T
58	817917.1345	9178229.641	2365.9799	SENIAL
59	817917.5363	9178230.131	2366.1917	T
60	817917.1633	9178229.36	2365.9112	CUN
61	817917.173	9178229.329	2365.6085	CUN
62	817917.0653	9178228.018	2365.9878	CUN
63	817943.0395	9178224.465	2364.7534	T
64	817942.9924	9178224.182	2364.7025	CUN
65	817942.9642	9178224.132	2364.7048	CUN
66	817943.0004	9178224.072	2364.4087	CUN
67	817942.7612	9178222.122	2364.7545	CUN
68	817930.7913	9178196.839	2365.5121	E2
69	817904.1766	9178231.778	2366.5365	BM1
93	817945.8285	9178194.696	2364.716	EXVIA
94	817945.3233	9178190.966	2364.7708	EXVIA
95	817944.2884	9178200.743	2365.0492	EXVIA
96	817934.1328	9178199.885	2365.5058	EXVIA
97	817930.4057	9178200.649	2365.9909	R
98	817923.8441	9178205.423	2366.1672	R
99	817922.5639	9178211.244	2373.5695	R
100	817923.9822	9178208.76	2369.4974	R
101	817930.571	9178207.281	2369.6532	R
102	817930.5252	9178209.404	2373.6318	R
103	817930.5253	9178209.404	2373.6317	R
104	817930.5259	9178209.403	2373.6313	R
105	817938.2702	9178206.556	2373.3577	R
106	817940.2645	9178206.385	2370.9183	R
107	817940.1462	9178206.266	2369.4031	R
108	817938.1286	9178204.232	2367.636	R

*Continuación de la tabla 6*

109	817942.5852	9178205.422	2368.7792	R
110	817961.8747	9178204.076	2363.5117	CUN
111	817948.153	9178201.609	2362.796	CUN
112	817949.2849	9178196.888	2362.3606	CUN
113	817948.8527	9178191.483	2361.9073	CUN
114	817946.2652	9178201.454	2363.0359	T
115	817947.2775	9178197.751	2362.9271	T
116	817947.2861	9178197.654	2362.9267	T
117	817946.7712	9178192.581	2362.7929	T
118	817962.0893	9178188.175	2362.7468	BM2

*Nota.* Elaboración propia

Descripción:

E1 : Estación

CR : Carretera

B : Borde de carretera

T : Terreno de talud

TC : Terreno de cultivo

C1 : Calicata 1

C2 : Calicata 2

CM : Camino

CUN:Cuneta

### 3.2.2. Orografía

Realizado el levantamiento topográfico del talud más crítico podemos determinar el tipo de relieve existente en dicha zona de estudio, clasificándolo por su orografía según el Manual de Carreteras: “Diseño Geométrico DG- 2018”

Tabla 7.  
*Clasificación Orográfica*

<b>PARAMETROS</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>% TIPO</b>
Terreno plano	≤ 10	1
Terreno ondulado	18568	2
Terreno accidentado	51-100	3
Terreno escarpado	> 100	4

*Nota.* Manual de carreteras: “Diseño Geométrico 2018”

Tabla 8.  
*Resultados de la topografía del talud 2*

<b>TALUD N° 01</b>				
Terreno escarpado	>100	4	250	%
<b>TALUD N° 02</b>				
Terreno escarpado	>100	4	150.42	%
<b>TALUD N° 03</b>				
Terreno accidentado	51-100	3	55.3	%
<b>TALUD N° 04</b>				
Terreno escarpado	>100	4	120	%

*Nota.* Desarrollado por el investigador.

La tabla 8, clasifica a la topografía del TALUD 1 con pendiente de 250 %, como un terreno escarpado.

### 3.3. Zona de riesgo

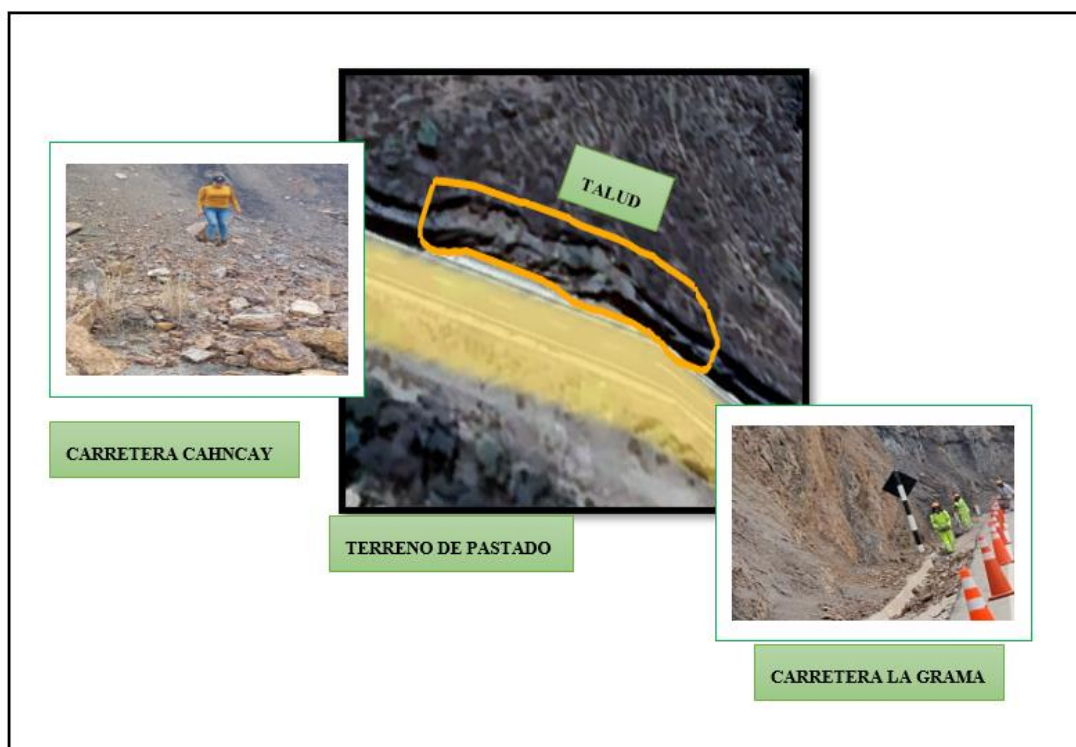


Figura 3: Zonas en riesgo.

## 5. Hidrología

En este estudio, se hizo uso de los registros proporcionados por la estación meteorológica del SENAMHI situada en el centro poblado El Espinal, el cual se encuentra en las cercanías de la zona de investigación. Estos datos comprenden el periodo entre los años 2014 y 2017, siendo empleados para realizar el análisis e interpretación de las precipitaciones registradas en dicho espacio. Estas precipitaciones experimentan variaciones tanto mensuales como anuales. Asimismo, se tomó en cuenta la clasificación correspondiente al índice respectivo.

Tabla 9.  
*Ubicación de la estación meteorológica*

<b>ESTACION: SAN MARCOS, Tipo Automática - Meteorológica</b>		
Region: Cajamarca	Provincia: San Marcos	Distrito: Pedro Galvez
Latitud: 6°19'20.97"	Latitud: 78° 10'21.68"	Altitud: 2293

*Nota.* Fuente senamhi

Tabla 10.  
*Clasificación del índice modificado de Fournier*

<b>DESCRIPCION</b>	<b>PARAMETROS(mm)</b>	<b>CLASE</b>
Muy bajo	<60	1
Bajo	60-90	2
Moderado	90-120	3
Alto	120-160	4
Muy Alto	>160	5

*Nota.* Arnoldus, 2005

Tabla 11.

*Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2021*

AÑO 2021	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	116.2	17.5	58.8	6.6	8.5	0	7.3	0	0.1	30.4	90.1	78.9

*Nota.* Fuente Senamhi

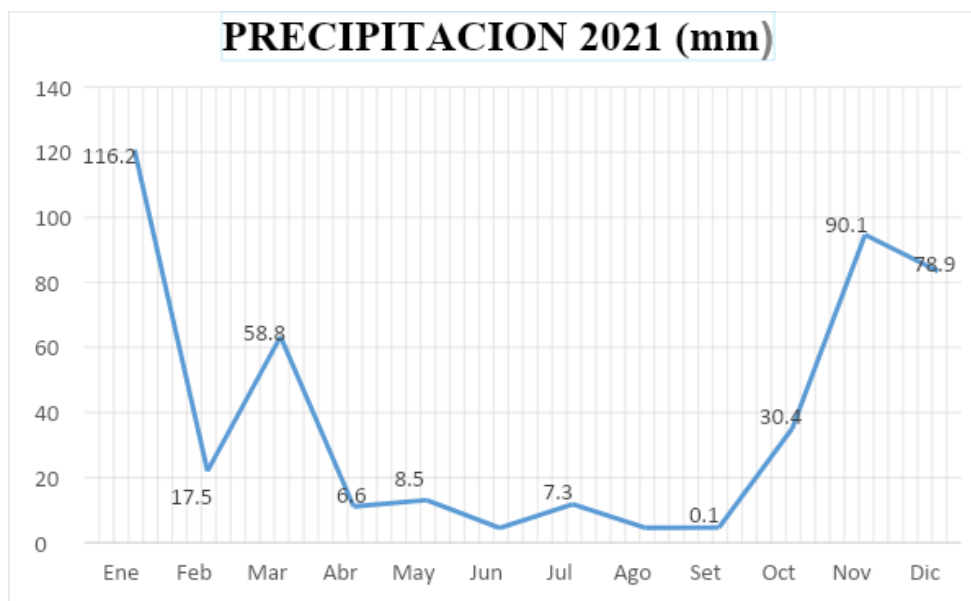


Figura 6. *Precipitaciones meteorológicas del año 2021*

La Figura 6 muestra que el mes de marzo registró la precipitación máxima, alcanzando un valor de 198.00 mm. Esta cantidad de precipitación se clasifica como moderada, correspondiendo a la clase 3 según el índice modificado de Fournier, como se detalla en la Tabla N°10.

Tabla 12.

*Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2022*

AÑO 2022	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	57.9	117.5	198	61.8	0.1	0.8	0	0	0.6	2.2	0	11.2

Nota. Fuente Senamhi

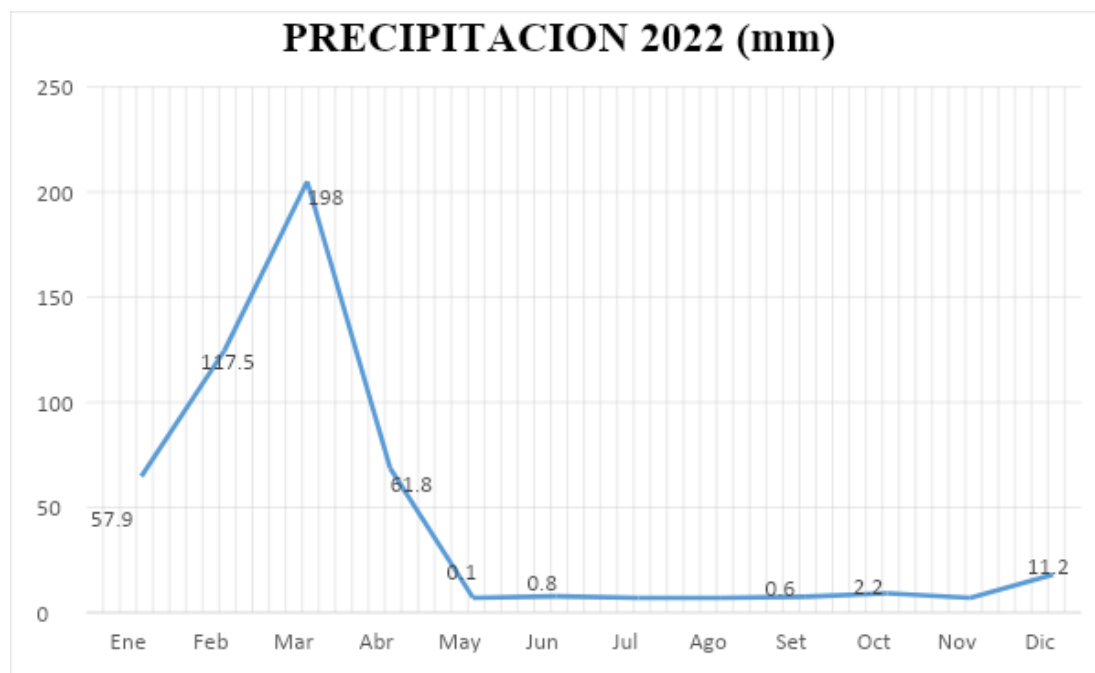


Figura 7. *Precipitaciones meteorológicas del año 2022* La Figura 7 revela que la máxima cantidad de precipitación alcanzada es de 198.00 mm durante el mes de marzo, siendo clasificada como una precipitación de nivel muy alto (clase 5) según la adaptación del índice de Fournier, tal como se detalla en la Tabla N°10.

Tabla 13.

*Precipitaciones meteorológicas del SENAMHI-2022*

AÑO 2023	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	63.6	6.7	20.5	11.4	0	0	0	0	0	0	0	69.2

*Nota.* Fuente Senamhi

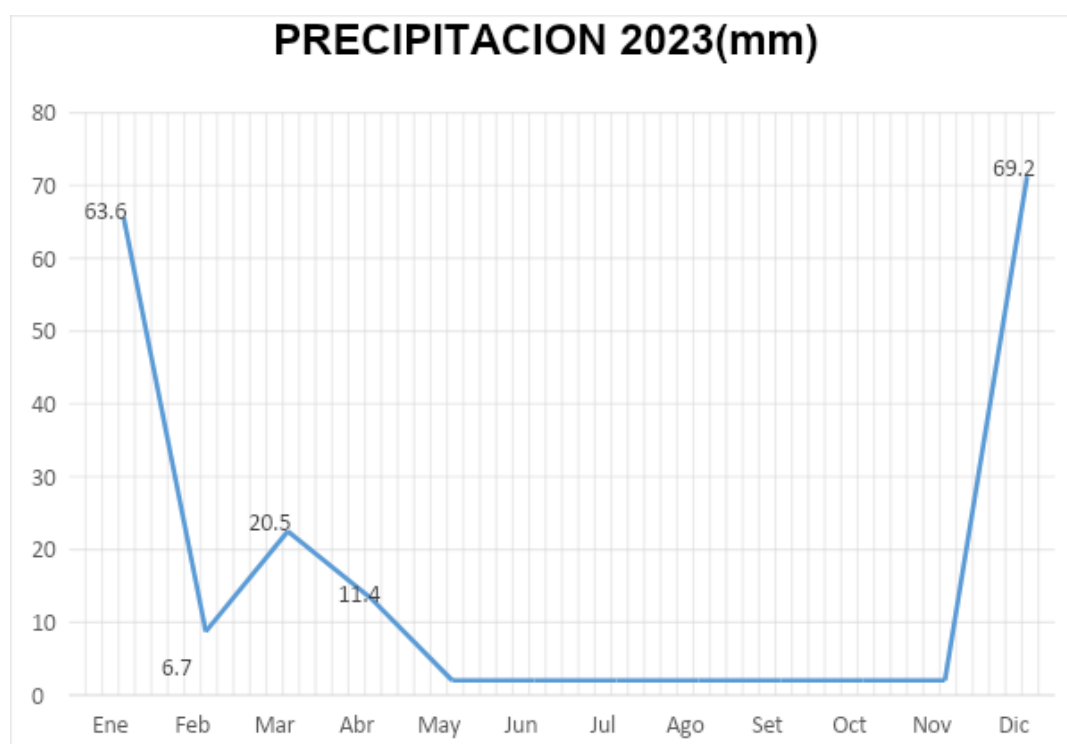


Figura 8. *Precipitaciones meteorológicas del año 2023*

En la Figura 8, se evidencia que la máxima cantidad de precipitación registrada es de 69.20 mm durante el mes de diciembre, categorizándose como precipitación de nivel bajo (clase 2) según la adaptación del índice modificado de Fournier, según lo detallado en la Tabla N°10.

## 5. Mecánica de suelos

### 3.5.1 Calicatas

Se eligió el talud más susceptible, identificado como TALUD 2, para realizar el muestreo. En este contexto, se realizaron dos excavaciones a una profundidad de 1.50 metros cada una, con la extracción de muestras destinadas a un análisis posterior en el entorno de laboratorio.



Figura 9. Calicatas C1 y C2 de 1.50 m. de profundidad.

### 3.5.2 Resultados de laboratorio de mecánica de suelos

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

#### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	MARIN MEDINA ERICA YANILETH		
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.		
LUGAR	LA GRAMA, CAJAMARCA	NIVEL FREÁTICO (m.)	NP
FECHA	04/12/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
GM		1.50	E-1	1.545 gr/cm <sup>3</sup>	De -0.00 a -1.50 m. Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas en estado saturado color <i>barro</i>

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote  
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762  
Email: [imsyem@usanpedro.edu.pe](mailto:imsyem@usanpedro.edu.pe)



### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

**SOLICITA** : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**MATERIAL** : CALICATAS  
**LUGAR** : LA GRAMA CAJAMARCA  
**FECHA** : 04/12/2024

		CALICATA-1
P.E. Bulk (Base Seca)	:	2.477
P.E. Bulk (Base Saturada)	:	2.488
P.E. Aparente (Base Seca)	:	2.504
Absorción (%)	:	0.44

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128  
**NOTA** : La muestra fue traída por personal técnico de este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Salar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

**SOLICITA** : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**MATERIAL** : CALICATAS  
**LUGAR** : LA GRAMA CAJAMARCA  
**FECHA** : 04/12/2024

		CALICATA-2
P.E. Bulk (Base Seca)	:	2.496
P.E. Bulk (Base Saturada)	:	2.508
P.E. Aparente (Base Seca)	:	2.528
Absorción (%)	:	0.50

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128


**NOTA** : La muestra fue traída por personal técnico de este laboratorio.

  
**Ing. Miguel Solar Jara**  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITA	MARIN MEDINA ERICA YANILETH		
TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.		
LUGAR	LA GRAMA, CAJAMARCA	NIVEL FREÁTICO (m.)	NP
FECHA	04/12/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
GC		1.50	E-1	1.519 gr/cm <sup>3</sup>	De -0.00 a -1.50 m Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla., de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas en estado saturado color naranja

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Cajamarca  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**SOLICITA** : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
**MATERIAL** : CALICATAS  
**LUGAR** : LA GRAMA CAJAMARCA  
**FECHA** : 04/12/2024

ENSAYO N°	C - 1	C - 2
Peso de tara + MH	859.20	760.60
Peso de tara + MS	826.30	732.20
Peso de tara	209.10	168.80
Peso del agua	32.90	28.40
MS	617.20	563.40
Contenido de humedad (%)	5.33	5.04

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

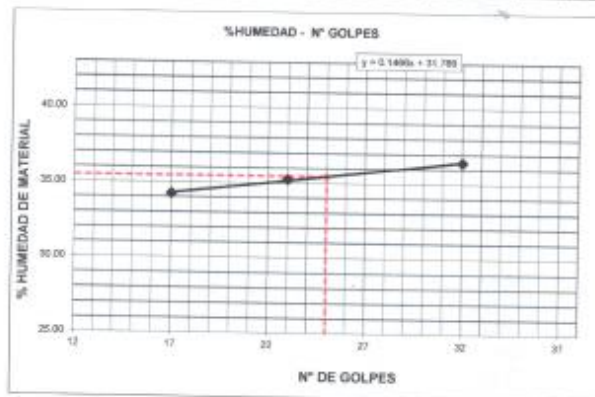
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
**Ing. Miguel Solar Jara**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA  
 CARRETERA CHANGAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 MUESTRA : SUELO NATURAL  
 LUGAR : LA GRAMA - CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 CALICATA : 1

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	36.70	36.90	36.70	20.50	23.90	24.30
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	32.80	32.20	32.90	20.10	23.40	23.80
PESO DE LA TARA (gr.)	22.10	21.70	21.80	18.50	21.30	21.40
PESO DEL AGUA (gr.)	3.90	3.70	3.80	0.40	0.50	0.50
PESO SUELO SECO (gr.)	10.70	10.50	11.10	1.60	2.10	2.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.45	35.24	34.23	25.00	23.81	20.83
Nro. DE GOLPES	32	23	17	23.21		



<b>LIMITE LIQUIDO</b> (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	35.45
<b>LIMITE PLASTICO</b> (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	23.21
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> ASTM D-438	
IP : %	12.24

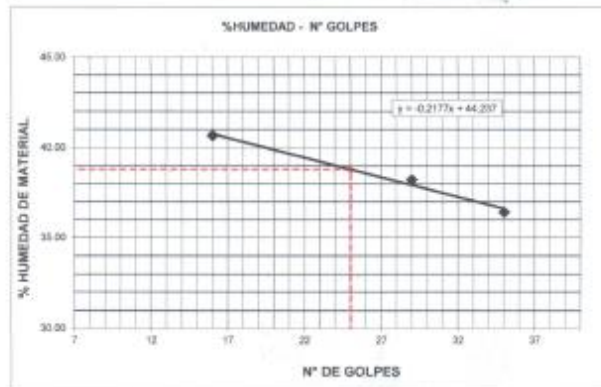
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Servicio Profesional de Ingeniería Civil



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACION DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA  
 CARRETERA CHANGAY - LA GRAMA,CAJAMARCA,2023  
 MUESTRA : SUELO NATURAL  
 LUGAR : LA GRAMA- CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 CALICATA : 2

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	43.40	44.10	45.10	19.10	24.10	18.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	36.70	36.80	37.70	18.40	23.10	17.60
PESO DE LA TARA (gr.)	18.30	17.70	19.50	14.90	18.60	14.20
PESO DEL AGUA (gr.)	6.70	7.30	7.40	0.70	1.00	0.80
PESO SUELO SECO (gr.)	18.40	19.10	18.20	3.50	4.50	3.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.41	38.22	40.66	20.00	22.22	23.53
Nro. DE GOLPES	35	29	16	21.92		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 38.79

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 21.92

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 16.86

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA  
 CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA, CAJAMARCA  
 MATERIAL : C-1  
 FECHA : 04/12/2023

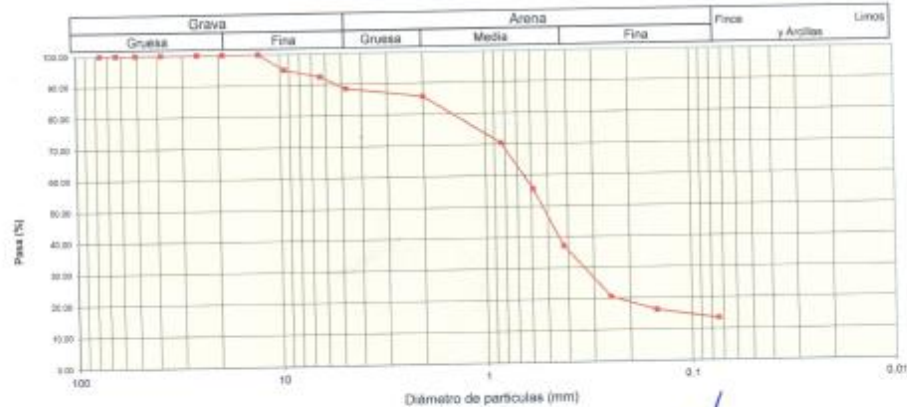
Peso Seco Inicial	3001	gr
Peso Seco Lavado	2594.5	gr
Peso perdido por lavado	406.5	gr

CALICATA	: 1
MUESTRA	: M - 1
PROF:	1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
Nº	(mm)				Material granular
5"	127.00	0.0	0.0	100.0	Excelente a bueno como subgrado
4 1/2"	114.30	0.0	0.0	100.0	A-2-6 Grava y arena profusa o limosa
4"	101.60	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	151.8	5.1	94.9	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo suco)
1 1/2"	37.50	72.4	2.4	92.5	Grava limosa con arena con limos (G)
1"	25.40	118.3	3.9	88.6	
3/4"	19.00	85.1	2.8	85.8	
3/8"	9.50	457.6	15.2	70.5	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 55.7
Nº 4	4.75	444.2	14.8	44.3	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 13.5
Nº 10	2.00	556.1	18.5	37.2	D60 (mm) : 5.80
Nº 40	0.425	493.9	16.5	79.3	D30 (mm) : 0.740
Nº 80	0.177	130.8	4.4	83.6	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	84.3	2.8	86.5	Cu
< 200		406.5	13.5	100.0	Cc
Total		3001.0		100.0	

Límite líquido LL	: 35.45
Límite plástico LP	: 23.21
Índice plasticidad IP	: 12.24

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIV.   
**Ing. Miguel Solar Jara**  
 Docente  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

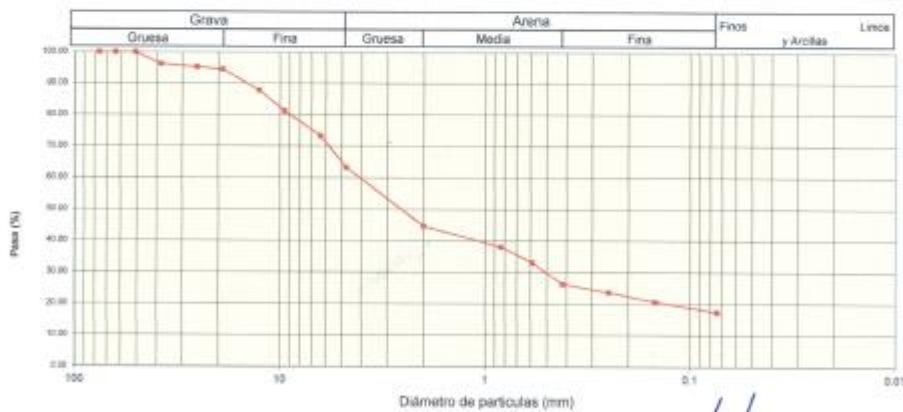
SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA  
 CARRETERA CHANCA Y - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA, CAJAMARCA  
 MATERIAL : C-2  
 FECHA : 04/12/2023

Peso Seco Inicial	3010.3	gr.
Peso Seco Lavado	2487.3	gr.
Peso perdido por lavado	523.0	gr.

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
Nº 2 1/2" (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa
2" (50.80)	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2" (37.50)	113.4	3.8	3.8	96.2	
1" (25.40)	28.9	1.0	4.7	95.3	Valor de índice de grupo (IG) : 0 Clasificación (S.U.C.S.)
3/4" (19.00)	22.0	0.7	5.5	94.5	
1/2" (12.50)	198.9	6.6	12.1	87.9	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con fino (suelo arenoso). Grava arcillosa con arena (G)
3/8" (9.50)	200.2	6.7	18.7	81.3	
1/4" (6.30)	239.6	8.0	26.7	73.3	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 63.4 Pasa tamiz Nº 200 (%) : 17.4
Nº 4 (4.75)	300.2	10.0	36.6	63.4	
Nº 10 (2.00)	558.8	18.6	55.2	44.8	D60 (mm) : 4.26 D30 (mm) : 0.512 D10 (mm) : -
Nº 20 (0.850)	200.3	6.7	61.9	38.1	
Nº 30 (0.600)	150.6	5.0	66.9	33.1	Cu : 17.4 Cc : 0.0
Nº 40 (0.425)	206.4	6.9	73.7	26.3	
Nº 60 (0.250)	80.4	2.7	76.4	23.6	Límite líquido LL : 38.79 Límite plástico LP : 21.92 Índice plasticidad IP : 16.87
Nº 100 (0.150)	88.6	2.9	79.3	20.7	
Nº 200 (0.075)	99.0	3.3	82.6	17.4	
< 200	523.0	17.4	100.0	0.0	
Total	3010.3			100.0	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO**

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y  
 Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA-CAJAMARCA  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL  
 FECHA : 04/12/2023

**DATOS DEL ENSAYO**

P = Peso del frasco con arena seca antes de empezar la operación..... gramos  
 P' = Peso de la arena necesaria para llenar el embudo mayor..... gramos  
 P'' = Peso del frasco con arena que sobró..... gramos  
 W<sub>h</sub> = Peso húmedo de la muestra extraída..... gramos  
 W<sub>s</sub> = Peso de la tierra seca al horno..... gramos  
 W = contenido de humedad..... %  
 V = Volumen de la muestra de tierra extraída..... cm<sup>3</sup>

MUESTRA N°	C-1	C-2
Peso de la muestra húmeda + tara	1058.90	1025.30
Peso de la muestra seca + tara	1024.90	978.80
Peso de la tara	210.50	172.30
Peso del agua	34.00	46.50
Peso del suelo seco	814.40	806.50
w%	4.17	5.77
P	6748.00	6620.00
P'	2580.00	2600.00
P''	1374.00	1374.00
V	2084.44	1960.00
W <sub>h</sub>	3354.00	3148.00
W <sub>s</sub>	3219.59	2976.39
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.545	1.519

OBSERVACIONES : La densidad N° 1 se realizó en calicata C-1 a 1.50 mts de profundidad.  
 La densidad N° 2 se realizó en calicata C-2 a 1.50 mts de profundidad.  
 ESPECIFICACIONES : Los ensayos se realizaron según norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela de Ingeniería de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
 DE LA CARRETERA CHANÇAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA - CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 NOMBRE DE MUESTRA = C-1 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

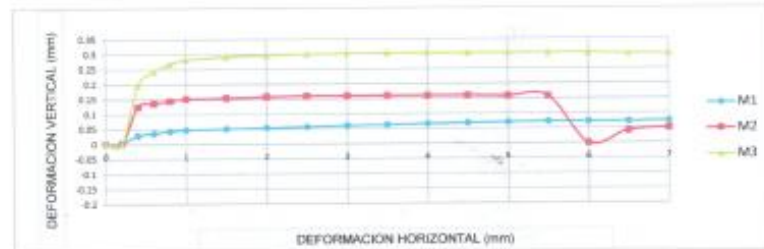
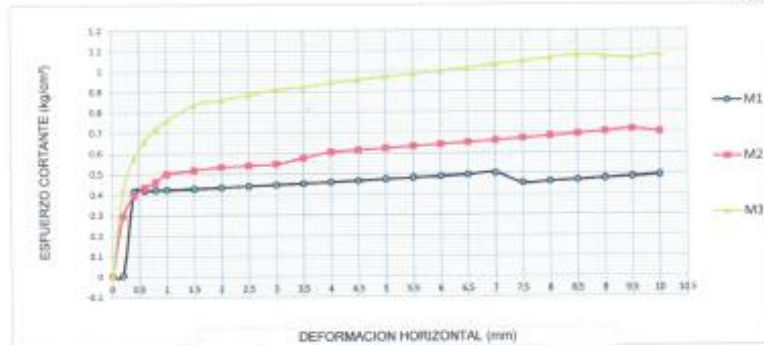
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm <sup>2</sup>
Volumen	50.8734 cm <sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	89.6 gr
Peso Unitario Húmedo	1.76 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	6.22 %
Peso Unitario Seco	1.66 gr/cm <sup>3</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

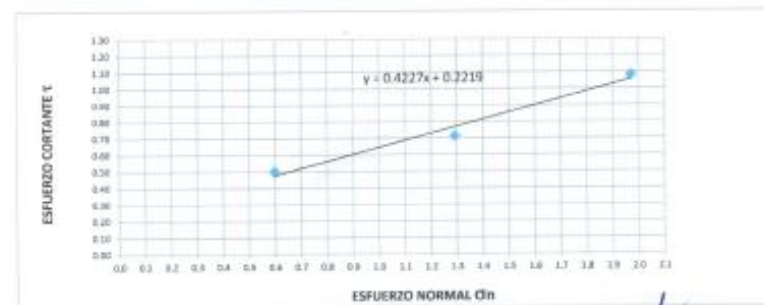
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
mm	Div.			mm			kg			cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		
0.20	7.887	4.986	8.054	0.005	0.00	0.00	8.379	5.986	8.516	20.17	0.005	0.297	0.422
0.40	7.887	7.343	11.72	0.029	0.12	0.20	8.379	7.93	11.54	20.07	0.417	0.395	0.575
0.60	7.887	8.274	13.74	0.036	0.14	0.24	8.379	8.698	13.2	19.96	0.420	0.436	0.661
0.80	7.887	8.827	15.05	0.043	0.14	0.27	8.379	9.154	14.28	19.86	0.422	0.461	0.719
1.00	7.887	9.7	15.93	0.047	0.15	0.28	8.379	9.874	15.01	19.76	0.424	0.500	0.760
1.50	7.887	9.991	17.53	0.051	0.15	0.29	8.379	10.11	16.33	19.51	0.429	0.518	0.837
2.00	7.887	10.19	17.88	0.054	0.16	0.30	8.379	10.27	16.62	19.25	0.435	0.534	0.863
2.50	7.887	10.19	18.14	0.057	0.160	0.30	8.379	10.27	16.84	19	0.441	0.541	0.886
3.00	7.887	10.19	18.41	0.061	0.160	0.30	8.379	10.27	17.06	18.75	0.447	0.548	0.910
3.50	7.887	10.67	18.41	0.063	0.160	0.302	8.379	10.67	17.06	18.49	0.453	0.577	0.923
4.00	7.887	11.14	18.59	0.066	0.160	0.303	8.379	11.06	17.2	18.24	0.459	0.606	0.943
4.50	7.887	11.14	18.64	0.068	0.160	0.302	8.379	11.06	17.25	17.99	0.466	0.615	0.959
5.00	7.887	11.14	18.64	0.070	0.158	0.30	8.379	11.06	17.25	17.73	0.473	0.624	0.973
5.50	7.887	11.14	18.64	0.072	0.157	0.30	8.379	11.06	17.25	17.48	0.479	0.633	0.987
6.00	7.887	11.14	18.64	0.072	0.157	0.30	8.379	11.06	17.25	17.23	0.486	0.642	1.001
6.50	7.887	11.14	18.64	0.072	0.041	0.30	8.379	11.06	17.25	16.98	0.493	0.651	1.016
7.00	7.887	11.14	18.64	0.074	0.050	0.30	8.379	11.06	17.25	16.72	0.501	0.661	1.032
7.50	6.794	11.14	18.64	0.074	0.046	0.29	7.477	11.06	17.25	16.47	0.454	0.671	1.047
8.00	6.794	11.14	18.64	0.075	0.028	0.20	7.477	11.06	17.25	16.22	0.461	0.682	1.063
8.50	6.794	11.14	18.62	0.075	0.039	-0.10	7.477	11.06	17.23	15.97	0.468	0.692	1.079
9.00	6.794	11.14	18.14	0.075	0.041	-0.11	7.477	11.06	16.84	15.72	0.476	0.703	1.071
9.50	6.794	11.14	17.7	0.075	0.034	-0.13	7.477	11.06	16.47	15.47	0.483	0.715	1.065
10.00	6.794	10.67	17.7	0.074	0.036	-0.14	7.477	10.67	16.47	15.22	0.491	0.701	1.082
10.50	6.794	10.67	17.52							14.97			
11.00	6.794	10.67	17.26							14.72			
11.50	6.794	10.67	16.82							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
**Ing. Miguel Sojar Jara**  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )	16.72	15.47	15.22
σ <sub>n</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0.60	1.29	1.97
τ(kg/cm <sup>2</sup> )	0.5010	0.72	1.08

Cohesión	0.0047 kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción interna	22.91 °



*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA : MARIN MEDINA ERICA YANILETH  
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD  
 DE LA CARRETERA CHANCA Y - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023.  
 LUGAR : LA GRAMA- CAJAMARCA  
 FECHA : 04/12/2023  
 NOMBRE DE MUESTRA = C-2 PROFUNDIDAD = 1.50 mts  
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA NO DRENADA

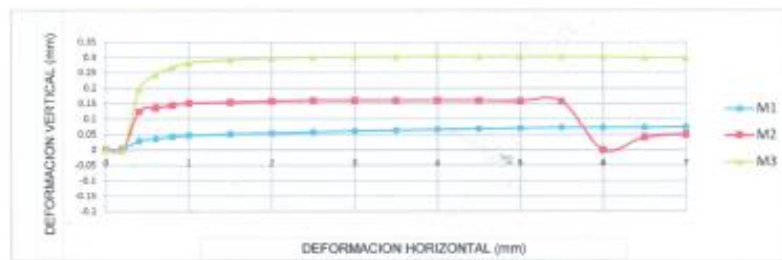
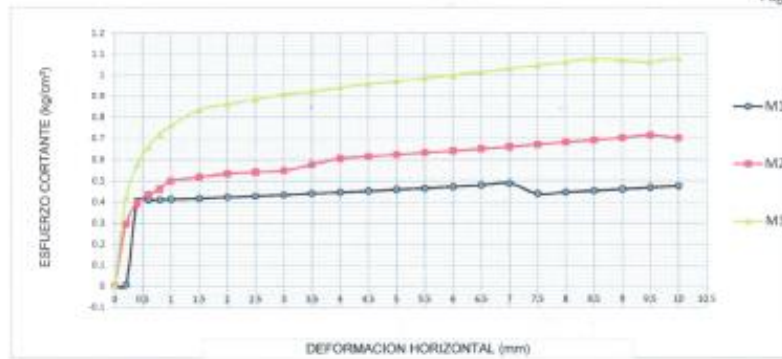
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.2683 cm <sup>2</sup>
Volumen	50.8734 cm <sup>3</sup>

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	88.8 gr
Peso Unitario Húmedo	1.74 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	7.45 %
Peso Unitario Seco	1.62 gr/cm <sup>3</sup>

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

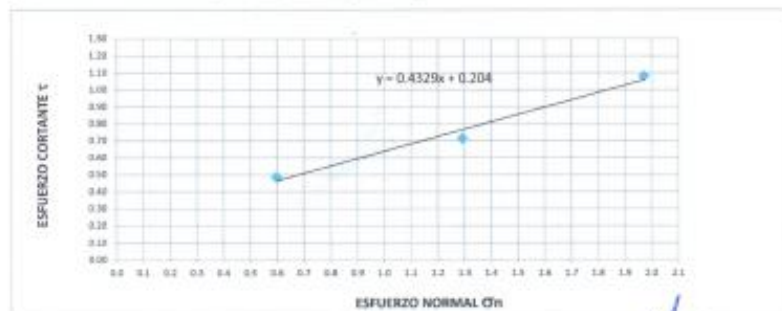
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC. AREA	ESFUERZO CORTANTE t		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	Div.			mm			kg				kg/cm <sup>2</sup>		
0.20	7.592	4.986	8.054	0.005	0.00	0.00	8.135	5.986	8.516	20.17	0.005	0.297	0.422
0.40	7.592	7.343	11.72	0.029	0.12	0.20	8.135	7.93	11.54	20.07	0.405	0.395	0.575
0.60	7.592	8.274	13.74	0.036	0.14	0.24	8.135	8.698	13.2	19.96	0.408	0.436	0.661
0.80	7.592	8.827	15.05	0.043	0.14	0.27	8.135	9.154	14.28	19.86	0.410	0.461	0.719
1.00	7.592	9.7	15.93	0.047	0.15	0.28	8.135	9.874	15.01	19.76	0.412	0.500	0.760
1.50	7.592	9.991	17.53	0.051	0.15	0.29	8.135	10.11	16.33	19.51	0.417	0.518	0.837
2.00	7.592	10.19	17.88	0.054	0.16	0.30	8.135	10.27	16.62	19.25	0.423	0.534	0.863
2.50	7.592	10.19	18.14	0.057	0.160	0.30	8.135	10.27	16.84	19	0.428	0.541	0.886
3.00	7.592	10.19	18.41	0.061	0.160	0.30	8.135	10.27	17.06	18.75	0.434	0.548	0.910
3.50	7.592	10.67	18.41	0.063	0.160	0.302	8.135	10.67	17.06	18.49	0.440	0.577	0.923
4.00	7.592	11.14	18.59	0.066	0.160	0.303	8.135	11.06	17.2	18.24	0.446	0.606	0.943
4.50	7.592	11.14	18.64	0.068	0.160	0.302	8.135	11.06	17.25	17.99	0.452	0.615	0.959
5.00	7.592	11.14	18.64	0.070	0.158	0.30	8.135	11.06	17.25	17.73	0.459	0.624	0.973
5.50	7.592	11.14	18.64	0.072	0.157	0.30	8.135	11.06	17.25	17.48	0.465	0.633	0.987
6.00	7.592	11.14	18.64	0.072	0.157	0.30	8.135	11.06	17.25	17.23	0.472	0.642	1.001
6.50	7.592	11.14	18.64	0.072	0.041	0.30	8.135	11.06	17.25	16.98	0.479	0.651	1.016
7.00	7.592	11.14	18.64	0.074	0.050	0.30	8.135	11.06	17.25	16.72	0.487	0.661	1.032
7.50	6.499	11.14	18.64	0.074	0.046	0.29	7.234	11.06	17.25	16.47	0.439	0.671	1.047
8.00	6.499	11.14	18.64	0.075	0.028	0.20	7.234	11.06	17.25	16.22	0.446	0.682	1.063
8.50	6.499	11.14	18.62	0.075	0.039	-0.10	7.234	11.06	17.23	15.97	0.453	0.692	1.079
9.00	6.499	11.14	18.14	0.075	0.041	-0.11	7.234	11.06	16.84	15.72	0.460	0.703	1.071
9.50	6.499	11.14	17.7	0.075	0.034	-0.13	7.234	11.06	16.47	15.47	0.468	0.715	1.065
10.00	6.499	10.67	17.7	0.074	0.036	-0.14	7.234	10.67	16.47	15.22	0.475	0.701	1.082
10.50	6.499	10.67	17.52							14.97			
11.00	6.499	10.67	17.26							14.72			
11.50	6.499	10.67	16.82							14.48			

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm <sup>2</sup> )	16.72	15.47	15.22
$\sigma_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.60	1.29	1.97
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4870	0.72	1.08

Cohesión	0.0047 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción interna	23.41 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

*Ing. Miguel Soler Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## 6. Tipo de falla

El (Instituto de Seguridad Minera, 2023) Indica que un deslizamiento superficial representa un desplazamiento gradual, generalmente lento, hacia abajo en la superficie de algunas pendientes naturales. Este tipo de movimiento suele estar vinculado a estratigrafías cuya inclinación es en dirección al talud, y su velocidad se ve afectada positivamente por la presencia de flujos de agua en el interior del talud.



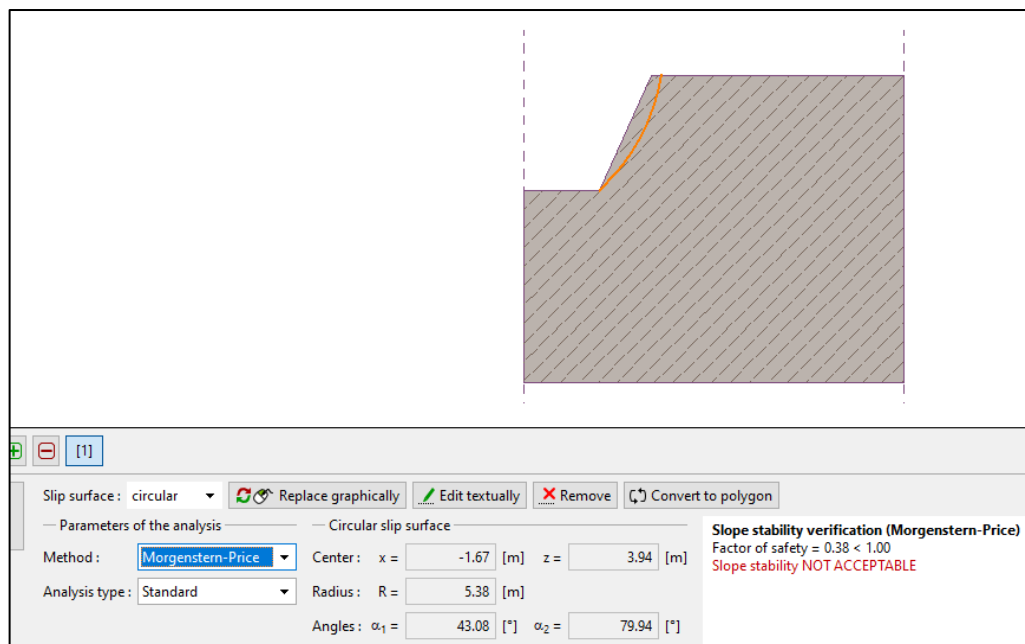
Figura 10. *Deslizamiento lento y continuo.*

## 6. Cálculo del factor de seguridad

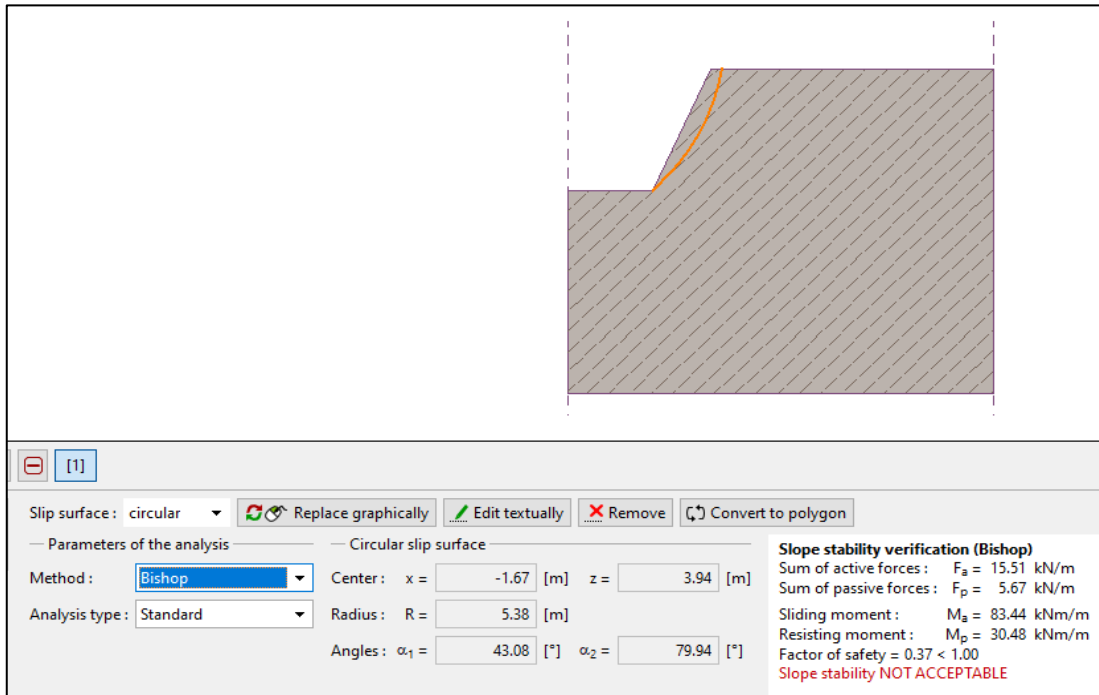
En la aplicación "Geo5-Estabilidad de taludes", se llevó a cabo la evaluación de la estabilidad del talud más vulnerable mediante el empleo de todos los métodos de Equilibrio Límite (Morgenstern Price, Janbu, Spencer, Bishop y Fellenius). Los resultados obtenidos en todos los escenarios fueron considerados como no satisfactorios.

### 6.1. Equilibrio limite

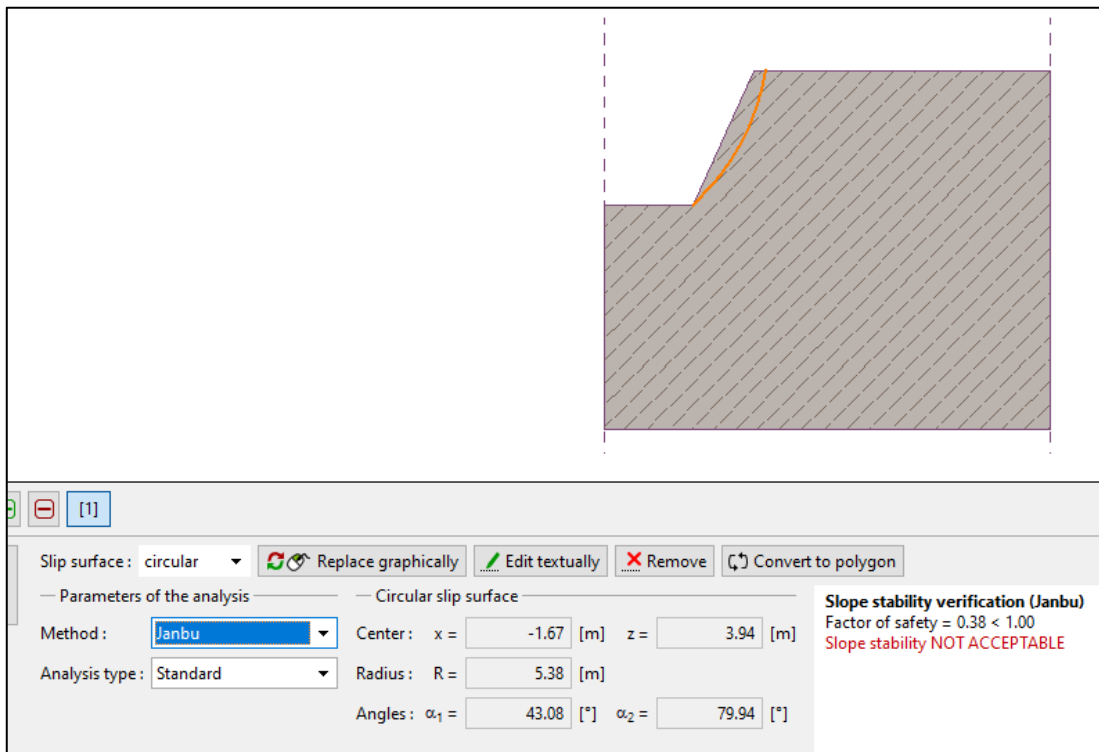
#### a) Morgenstern Price



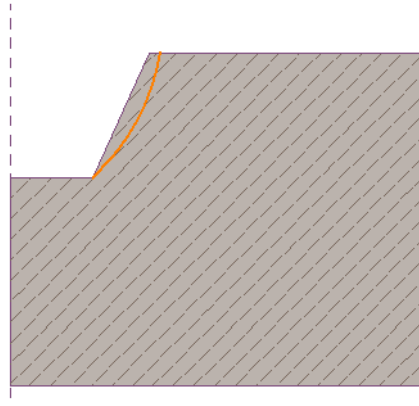
b) Bishop



c) Janbu



d) Petterson



[-] [1]

Slip surface: circular ↻ Replace graphically ✎ Edit textually ✖ Remove ↺ Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method: Fellenius / Petterson

Analysis type: Standard

Circular slip surface

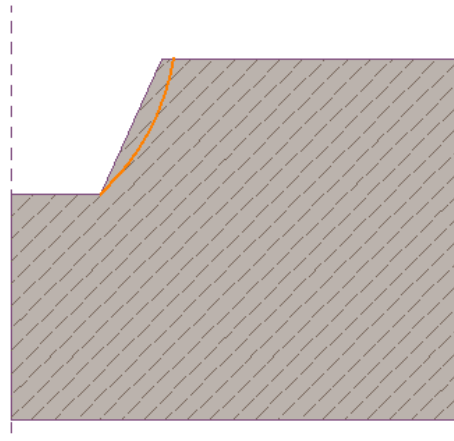
Center: x = -1.67 [m] z = 3.94 [m]

Radius: R = 5.38 [m]

Angles:  $\alpha_1 = 43.08$  [°]  $\alpha_2 = 79.94$  [°]

**Slope stability verification (Fellenius / Petterson)**  
 Sum of active forces:  $F_a = 15.51$  kN/m  
 Sum of passive forces:  $F_p = 5.43$  kN/m  
 Sliding moment:  $M_a = 83.44$  kNm/m  
 Resisting moment:  $M_p = 29.23$  kNm/m  
 Factor of safety =  $0.35 < 1.00$   
 Slope stability NOT ACCEPTABLE

e) Spencer



[-] [1]

Slip surface: circular ↻ Replace graphically ✎ Edit textually ✖ Remove ↺ Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method: Spencer

Analysis type: Standard

Circular slip surface

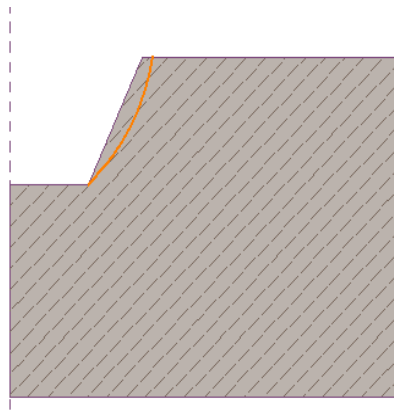
Center: x = -1.67 [m] z = 3.94 [m]

Radius: R = 5.38 [m]

Angles:  $\alpha_1 = 43.08$  [°]  $\alpha_2 = 79.94$  [°]

**Slope stability verification (Spencer)**  
 Factor of safety =  $0.36 < 1.00$   
 Slope stability NOT ACCEPTABLE

f) Todos los métodos



[-] [1]

Slip surface: circular Replace graphically Edit textually Remove Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method: [all methods] Circular slip surface

Center: x = -1.67 [m] z = 3.94 [m]

Analysis type: Standard Radius: R = 5.38 [m]

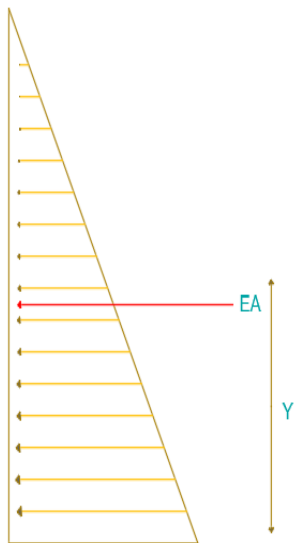
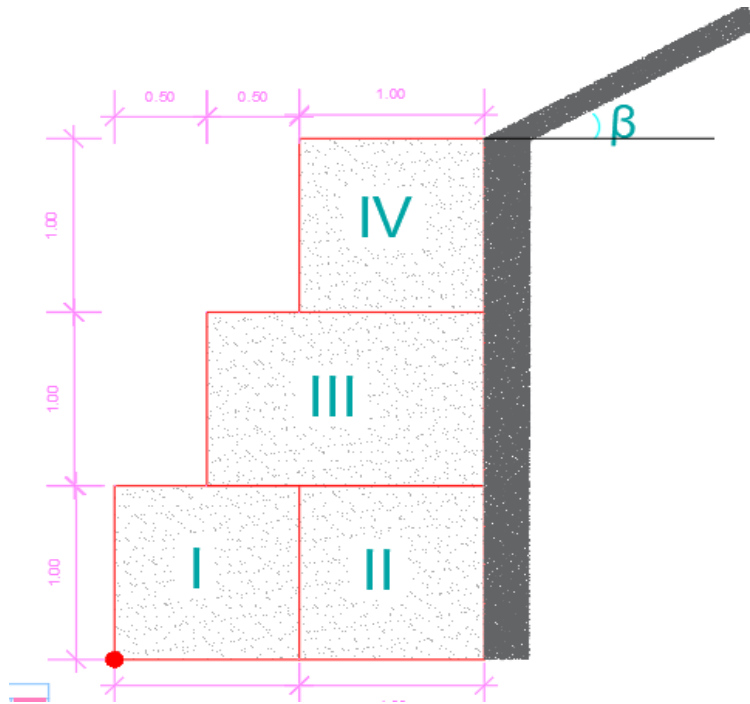
Angles:  $\alpha_1 = 43.08$  [°]  $\alpha_2 = 79.94$  [°]

**Slope stability verification (all methods)**

Bishop :	FS = 0.37 < 1.00	NOT ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 0.35 < 1.00	NOT ACCEPTABLE
Spencer :	FS = 0.36 < 1.00	NOT ACCEPTABLE
Janbu :	FS = 0.38 < 1.00	NOT ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 0.38 < 1.00	NOT ACCEPTABLE

Figura 11. Se observa en las imágenes anteriores y en la figura 11 que el factor de seguridad es menor a 1 o 1.50 en todos los métodos.

## 7. DISEÑO DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN





## DISEÑO DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO

Peso del terreno :	$\gamma_s$	=	1.74
Peso de la piedra :	$\gamma_p$	=	2.6
Angulo de friccion :	$\phi$	=	23.41
Angulo que forma el relleno :	$\beta$	=	2.35
Capacidad portante :	$\sigma_s$	=	0.96

### DIMENSIONES DEL MURO DE GAVIONES:

Altura de cada bloque :	$H_B$	=	1	m
Altura total del muro :	$H_T$	=	3	m

Predimensionamiento de la base : B:  $1/2(1+H_T)$

Dimension de la base: B: 2 m

### CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO:

*EMPUJE ACTIVO:*

#### Coefficiente de empuje activo:

$$K_a = \frac{\cos \beta (\cos \beta - \nu \cos \phi^2 - \cos \phi^2)}{\cos \beta + \nu \cos \beta^2 - \cos \phi^2}$$

$$K_a = 0.42064$$

#### Calculo del empuje activo:

$$E_A = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma_s \times H_T^2$$

$$E_A = 3.2936$$

#### Altura de aplicación del empuje activo:

$$\gamma = \frac{H_T}{3} = 1 \text{ m}$$

**ANALISIS DE LA ESTABILIDAD:**

CALCULO DEL PESO TOTAL Y MOMENTO RESISTENTE:

FIG	TIPO	AREA (m2)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
1	Gavion	1.00	2.60	2.60	0.500	1.3000
2	Gavion	1.00	2.60	2.60	1.500	3.9000
2	Gavion	1.50	2.60	3.90	1.250	4.8750
4	Gavion	1.00	2.60	2.60	1.500	3.9000
			$\Sigma =$	11.70	$\Sigma =$	13.9750

P= 11.70 tn      Mr = 13.98 tn-m

**CALCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCION:**

Momento producido por el empuje activo:  $M_A = E_A \times \gamma$

MA= 3.3719 x 1

MA= 3.294 tn-m

**VERIFICACION POR DESLIZAMIENTO: FSD= 1.50**

$\frac{f \times P}{E_A} \geq F_{SD}$  ; donde:  $f = \text{tg } \phi \leq 0.6$   
f = 0.44

FSD = 1.56 > 1.50 ....Conforme

**VERIFICACION POR VOLTEO: FSV= 2.00**

$\frac{M_r}{M_A} \geq F_{SV}$       FSV = 4.24 > 2 ....Conforme

**VERIFICACION DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:**

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 0.91 \text{ m}$

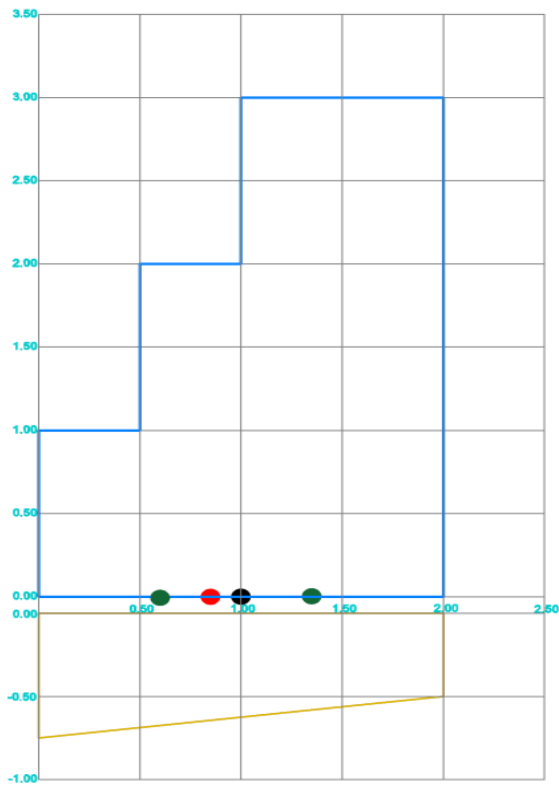
Excentricidad de la fuerza resultante:

$e = \frac{B}{2} - x_0 = 0.0871 \text{ m}$

Se debe cumplir que:  $e < \frac{B}{6} = 0.33$  ... Conforme esta dentro del tercio central

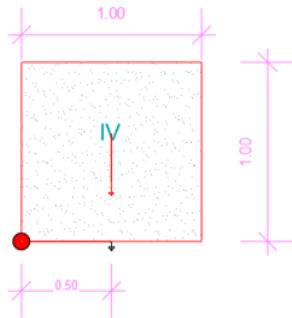
Verificamos las presiones de concreto entre el suelo y el muro:

$\sigma = \frac{P}{B} \left( 1 \pm \frac{6xe}{B} \right)$        $\sigma_1 = 0.74 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_1 = 0.96 \text{ kg/cm}^2$  ....Conforme  
 $\sigma_2 = 0.43 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_2 = 0.96 \text{ kg/cm}^2$  ....Conforme



**VERIFICACION ENTRE BLOQUE Y BLOQUE:**

**PRIMER BLOQUE:**



Fuerzas estabilizantes:

Peso (4) = 1.00 x 1.00 x 2.6 = 2.6000 tn

Momento Mr (4) = 2.6000 x 0.5 = 1.3 tn-m

Fuerzas destabilizantes:

Empuje =  $E_A = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma_s \times H_T^2$  = 0.3654 tn

Momento =  $M_A = E_A \times \gamma$  = 0.0609 tn-m

Verificación por deslizamiento: FSD = 1.5

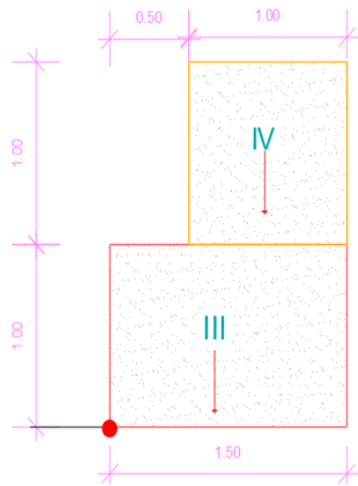
$$\frac{f \times P}{E_A} \geq F_s D \quad f = 0.44$$

FSD = 3.13 > 1.5 ....Conforme

Verificación por volteo: FSV = 2

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad FSV = 21.35 > 2 \quad \dots\text{Conforme}$$

**SEGUNDO BLOQUE:**



Fuerzas estabilizantes:

Peso (4) =	1.00	x	1.00	x	2.6	=	2.6000	tn
Peso (3) =	1.00	x	2.00	x	2.6	=	5.2000	tn
						Σ	7.8000	

$$\begin{aligned} \text{Momento } M_r (4) &= 2.6000 \times 1 = 2.6 \text{ tn-m} \\ \text{Momento } M_r (3) &= 5.2000 \times 0.75 = \frac{3.9}{\Sigma 6.5000} \text{ tn-m} \end{aligned}$$

Fuerzas destabilizantes:

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma_s \times H_T^2 = 1.4636 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A \times \gamma = 0.97 \text{ tn-m}$$

Verificación por deslizamiento: FSD = 1.5

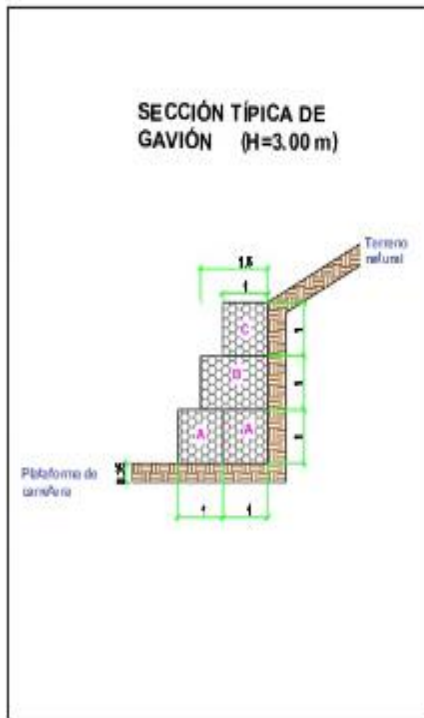
$$\frac{f \times P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.44$$

FSD = 2.34 > 1.5 ...Conforme

Verificación por volteo: FSV = 2

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV \quad FSV = 6.70 > 2 \text{ ...Conforme}$$

## 8. Plano de sección típica de gavión

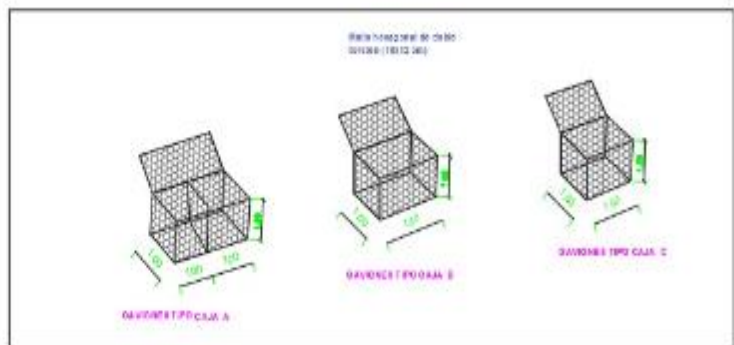


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>Red Metálica</b>	
Abertura de malla	25 x 25 cm
Diámetro de alambre de malla	2.75mm (P.D. 0.49 mm diámetro de alambre)
Diámetro de alambre de borde	3.45mm (P.D. 0.59 mm diámetro de alambre)
Diámetro de alambre de anclaje	3.50mm (P.D. 0.58 mm diámetro de alambre)
Resistencia de malla	200 (P.A.M.M. 1570) 1.050
<b>CAJONES</b>	
<b>Geometría de caja</b>	<b>Dimensiones</b>
TIPO A	1.50 x 2.0 x 2.0 m
TIPO B	1.50 x 2.50 x 2.0 m
TIPO C	1.50 x 2.0 x 2.0 m
P.D. 0.4: El tamaño de la piedra para los gaviones se muestra representado como 3" x 3".	

Detalle de la unión mecánica de la malla con el alambre de borde



Detalle de Anclamiento



URP			
			A-02

9. Panel fotográfico

1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Figura 10. Levantamiento topográfico del talud.



Figura 11. Levantamiento topográfico del talud



Figura 12. Ubicación de CALICATA N° 01 – Del Talud



Figura 13. Ubicación de CALICATA N° 02 – Del Talud



Figura 14. *Excavación de CALICATA N° 01 – Del Talud*



Figura 15. *Ensayo de Mecánica de suelos - Contenido de humedad*



Figura 16. *Ensayo de Mecánica de suelos - Granulometría por tamizado.*



Figura 17. *Ensayo de Mecánica de suelos – Separación de muestras para el secado en el Horno.*





## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

### HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023**" del (a) estudiante: **MARIN MEDINA ERICA YANILETH**, identificado(a) con Código N° **2815200016**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **26%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 29 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**NOTA:** Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

# ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://centrogeotecnico.com">centrogeotecnico.com</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%

9	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.continental.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Submitted on 1689290372114

Trabajo del estudiante

<1 %

22

Submitted to Universidad Cientifica del Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

23

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

24

www.repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

rcta.unah.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

29

www.noticiasjuridicas.es

Fuente de Internet

<1 %

30

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

31

gentealternativa.galeon.com

Fuente de Internet

<1 %

32

[repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

[www.ccre.org](http://www.ccre.org)

Fuente de Internet

<1 %

34

[dspace.unitru.edu.pe](http://dspace.unitru.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

35

[espresso.gestion.pe](http://espresso.gestion.pe)

Fuente de Internet

<1 %

36

[www.dicat.csic.es](http://www.dicat.csic.es)

Fuente de Internet

<1 %

37

[www.grafiati.com](http://www.grafiati.com)

Fuente de Internet

<1 %

38

[www.jove.com](http://www.jove.com)

Fuente de Internet

<1 %

39

[www.repositorio.usac.edu.gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

<1 %

40

[9dok.org](http://9dok.org)

Fuente de Internet

<1 %

41

[dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

42

[dspace.ueb.edu.ec](http://dspace.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

43	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.semanticscholar.org">www.semanticscholar.org</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo

# ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023

*por* Erica Marin Medina

---

**Fecha de entrega:** 29-dic-2023 05:00p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2265561171

**Nombre del archivo:** TESIS\_MARIN\_MEDINA\_291223.docx (437.9K)

**Total de palabras:** 7994

**Total de caracteres:** 47375

**4**  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**Título.**

**ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA  
CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023**

**Autor:**

Marín Medina, Erica Yanileth

**Asesor:**

Salazar Sánchez, Dante

Código ORCID

XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

**Cajamarca – Perú**

**2023**

## TITULO

44  
Estabilización de un talud crítico para mejorar la transitabilidad y seguridad de la  
carretera tramo Chancay - La Grama, Cajamarca, 2023

## RESUMEN

Lo con la presente investigación, se pretende mejorar la transitabilidad y seguridad vehicular y peatonal en un tramo de la carretera Chancay - la Grama estabilizando el talud más crítico con ayuda del software Geo 5.

Para este proyecto de investigación se empleará una metodología descriptiva aplicada, utilizando el método más adecuado, estudiando las características geológicas, físicas <sup>46</sup> del talud más crítico, en la zona de estudio.

Lo que se plantea es buscar una alternativa de solución para poder estabilizar el talud más crítico que perjudica la transitabilidad y seguridad <sup>42</sup> de la zona de estudio.

Se pretende hacer, pruebas, métodos y así encontrar resultados que contribuyan a la investigación.

**ABSTRACT**

The present investigation aims to improve the trafficability and vehicular and pedestrian safety in a section of the Chancay - La Grama highway by stabilizing the most criticized slope with the help of the Geo 5 software.

For this research project, an applied descriptive methodology will be used, using the most appropriate method, studying the geological and physical characteristics of the most critical slope in the study area.

What is proposed is to find an alternative solution to stabilize the most critical slope that harms in the study area.

The aim is to carry out tests, methods and thus find results that contribute to the research.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis tuvo como antecedentes los siguientes trabajos de investigación:

### Internacionales

(Prado, Agular, & Rinath, 2020) realizaron un trabajo con el propósito central de evaluar la estabilidad del talud localizado en la región de Chontales. Realizaron un análisis detallado de la geología del talud y así comprendieron las características del suelo y las rocas presentes. Utilización programas como AutoCAD y Slide, para crear un modelo de estabilidad del talud, implementando modificaciones en la geometría de las secciones y reduciendo la pendiente, resultando en un modelo parcialmente estabilizado del talud. A pesar de aplicar tres métodos distintos, el factor de seguridad persistió siendo inferior a 0.5. Por lo que concluyeron que la estrategia más idónea para estabilizar el talud podría involucrar la remoción prácticamente completa del terreno, aunque el factor de seguridad continuaría siendo inferior a 0.5. Al ajustar la geometría del talud, se lograría minimizar la cantidad de material propenso a deslizarse, disminuyendo así el riesgo en esa sección de la carretera.

(Hernandez & Tamayo, 2019) En su investigación evaluaron la estabilidad de los taludes con el objetivo de asegurar el óptimo desempeño de la vía secundaria proyectada en el Municipio de Dabeiba, utilizando los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto. Tras realizar la modelación en el software Slide, se determinaron las posibles superficies de fallas y se calculó el grado de estabilidad del talud. Los resultados indicaron que, empleando los métodos de estabilidad adecuados, era viable diseñar una vía secundaria con una vida útil de 10 años y costos de mantenimiento reducidos.

(Ruiz, 2022) en tu trabajo de investigación llevo a cabo estudios que han identificado irregularidades que incrementan el riesgo sísmico en la región de Santa Ana, y se han observado una serie de movimientos de tierra en el área. Con el propósito de abordar estos problemas, se propuso diseñar una Pantalla Atirantada considerando un análisis tridimensional, aplicando el programa

MIDAS nx(3D). Para lograr la estabilización del talud con su diseño, se utilizarán investigaciones anteriores realizadas por institutos geofísicos y datos de investigaciones locales.

(Ojeda, 2019)<sup>36</sup> en su tesis busco examinar los efectos de las estrategias de consolidación en el marco del proyecto de recuperación y mejora de la carretera Mollepatá, ubicada en Pallasca, Apurímac. Adoptó un enfoque metodológico que comprendió desde la realización de estudios de perforación en el terreno hasta una exhaustiva revisión de la literatura especializada y la recopilación de datos existentes. Posteriormente, se llevó a cabo la modelación y análisis mediante el programa informático Rockscience Slide. Los resultados obtenidos destacaron que la carga aplicada a los anclajes fue de 118.20 kilonewtons, con un diámetro de anclaje de 32.00 milímetros y un diámetro mínimo de perforación de 54.00 milímetros. La profundidad de la falla superficial se estimó en 9.00 metros, mientras que la longitud operativa del anclaje fue de 1.64 metros. La longitud mínima calculada para el anclaje fue de 10.64 metros, y la longitud del anclaje adoptada fue de 12.00 metros. En conclusión, se determinó que los pernos de anclaje, mediante la aplicación de la tecnología Soil Nailing, ofrecen la estabilidad necesaria para el desarrollo exitoso del proyecto.

(Pari, 2021)<sup>5</sup> en su investigación tuvo el propósito fundamental de analizar la estabilidad de los taludes de corte a lo largo de la vía Chojata-Moquegua mediante la aplicación de anclajes metálicos. Se empleó un enfoque científico en una investigación aplicada, con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental.<sup>26</sup> La metodología comprendió visitas al sitio para la recopilación de datos y la extracción de muestras de suelo, seguidas de análisis en laboratorio.<sup>1</sup> Posteriormente, se llevó a cabo la modelación en el programa informático Slide, teniendo en cuenta condiciones tanto húmedas como sísmicas, encontró un factor de seguridad que superó el umbral mínimo establecido. Los resultados indicaron que los taludes 01, 02 y 03 se estabilizaron en un área de 2.25 metros cuadrados cada uno mediante el uso de anclajes metálicos tipo activo permanente con una inclinación de 15°, logro un factor de seguridad de 1.266. Este estudio demuestra

con <sup>1</sup> que la estabilización de los taludes de corte mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata-Moquegua puede lograrse en áreas específicas de 2.25 metros cuadrados por anclaje, al emplear tensiones y ángulos de anclaje óptimos. Este hallazgo contribuye significativamente al conocimiento de ingeniería en la Región Moquegua, especialmente en su zona montañosa.

### Nacionales

(Hospinal & Laureano, 2020) En su tesis buscaban proponer una recomendación para asegurar <sup>3</sup> la estabilidad de los taludes sinuosos <sup>1</sup> en el tramo de la carretera Mollepata- Pallasca entre el km 27+000 y el km 29+000, sugiriendo el uso de ángulos de inclinación superiores a 80°. Se planteó la aplicación del método de Soil Nailing a través del programa SLIDE, incorporando un análisis probabilístico como enfoque para abordar los desafíos específicos presentes en dicha carretera. Después de finalizar el diseño de los pernos, se constató que la sección crítica se encuentra en el tramo 27+350, dado su mayor nivel de elevación, lo cual implica la necesidad de pernos <sup>1</sup> con una carga máxima más elevada <sup>1</sup> para asegurar la estabilidad del talud. Adicionalmente, se realizó una simulación minuciosa del proceso constructivo, evaluando la excavación y la instalación de los pernos en cada tramo. A partir de este análisis, se concluyó que una profundidad de 3 metros es imperativa para prevenir cualquier riesgo de desprendimiento o deslizamiento durante cada fase de corte en el proceso constructivo.

(Torres, 2019) Afirmó que con su investigación de tesis tuvo como objetivo desarrollar un enfoque específico para garantizar la resistencia del talud más propenso y con más <sup>2</sup> inestabilidad en los tramos críticos de la carretera en cuestión. Se llevaron a cabo análisis preliminares para identificar las categorías de fallas en estos taludes críticos, utilizando <sup>2</sup> el software GEO5 - ESTABILIDAD DE TALUDES para calcular el factor de seguridad, concentrándose en el talud más inestable. Al finalizar la investigación, se determinó que <sup>2</sup> el material del talud era arcilla de baja plasticidad con arena, calificado como deficiente según la normativa AASHTO. Como medida para fortalecer el talud más crítico, se

propuso la implementación de un sistema de gaviones, y esta propuesta se evaluó junto con el talud mediante el software, obteniendo resultados satisfactorios. La elección de este sistema se basó en su idoneidad para la zona, considerando especialmente la proximidad del río Zaña, que facilita el suministro de piedra de canto necesaria para implementar los gaviones.

**(Rondoy, 2022)** En su tesis se centró en la evaluación de 23 tramos a lo largo de la Costa Verde, desde San Miguel hasta Chorrillos. En cada uno de estos tramos, se determinó el nivel de seguridad mediante la aplicación del método de equilibrio límite de Spencer, y se llevó a cabo el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de fallas tanto en situaciones estáticas como pseudoestáticas. La probabilidad de falla se fundamentó en la variabilidad de los parámetros del suelo, considerando aspectos como la cohesión, el ángulo de fricción y el peso específico. A partir de estos datos, se analizaron los niveles de riesgo asociados a cada sección y se estimaron los costos relacionados con posibles eventos. Es relevante destacar que el estudio se enfocó únicamente en fallas de tipo global. Sin embargo, para determinar la probabilidad de falla en un año, se recopilaron registros de deslizamientos en la Costa Verde hasta la fecha de finalización de la tesis, siendo el último de estos eventos registrado en septiembre de 2021. Con esta información, se pudo calcular la probabilidad de que al menos un evento ocurra en un año, la cual se multiplicó por la probabilidad de falla para obtener una estimación anualizada. En el caso del enfoque pseudoestático, se consideró adicionalmente la probabilidad de excedencia del sismo utilizado para determinar la probabilidad de falla anual

**(Huascope, 2021)** En su trabajo se propuso como objetivo principal de este evaluar la estabilidad de taludes naturales mediante enfoques convencionales, aplicando una metodología basada en el método científico. Se aborda el desafío de la inestabilidad de los suelos en laderas, con la intención de verificar las propiedades físico-mecánicas de dichos suelos. Recolecto sus datos en enero de 2021, y la investigación sigue un enfoque aplicativo y explicativo, buscando resolver de manera efectiva el problema identificando las causas de sucesos y

fenómenos físicos. El análisis se centra en factores de seguridad y condiciones de suelo en laderas, utilizando un diseño experimental para la manipulación deliberada de variables y demostrar variaciones en los valores del factor de seguridad.

(Cangana, 2022) en su investigación llevó a cabo un análisis exhaustivo de la estabilidad en los taludes críticos de la carretera LM 111, abordando específicamente taludes de gran altura con inclinaciones pronunciadas en las progresivas 0+400, 0+600 y 3+300. Para este análisis, se realizaron tres levantamientos topográficos y se empleó el software Geo5 utilizando el método de equilibrio límite. La evaluación se centró en el factor de seguridad mínimo, utilizando un método que considera diez aspectos críticos para las condiciones de estabilidad del talud. Como medida para mejorar la estabilidad, se proponen dos enfoques: la corrección geométrica en banquetas y la introducción de vegetación. La implementación de estos métodos resultó en un notable aumento del 48.16% en el factor de seguridad de los taludes. En conclusión, se determinó que se requiere un ángulo de inclinación de 30 grados para garantizar la seguridad en condiciones sísmicas.

(Gomez, 2019) En su investigación tuvo como objetivo central determinar la mejor opción para estabilizar los taludes expuestos a la socavación en el tramo 10+480 a 10+550 de la carretera Panamericana Norte en Lima. Se siguió un enfoque explicativo que involucró la caracterización geotécnica del talud, un análisis de estabilidad sin refuerzo mediante el software PLAXIS y un método numérico de elementos finitos. Los resultados resaltaron que la Propuesta II, que incorpora una pantalla de pilotes con una fila de anclajes, fue la alternativa más efectiva, con requisitos específicos de empotramiento, diámetro de pilotes y disposición de anclajes. En contraste, la Propuesta I, que consideraba una pantalla de pilotes con cabeza fija, tenía requisitos diferentes. En conclusión, se determinó que el sistema de pantalla de pilotes con una fila de anclajes era la opción más eficiente para estabilizar los taludes en condiciones de socavación en el tramo mencionado de la carretera Panamericana Norte en Lima.

<sup>8</sup> (Medina, 2020) en la tesis denominada “Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020” El propósito central fue examinar la estabilidad de taludes de gran magnitud en la carretera, durante el año 2020. Se adoptó un enfoque deductivo con aplicación práctica y nivel descriptivo-explicativo. Los resultados obtenidos evidenciaron factores de seguridad en condiciones normales y durante precipitaciones, tanto en análisis estático como pseudoestático, para diversos tramos de la carretera. Se destaca la inestabilidad del talud más crítico entre km 27+560 y km 27+680 en ambas condiciones, con factores de seguridad por debajo de los criterios establecidos. Además, se observó que a medida que aumenta la altura del talud, su estabilidad tiende a disminuir, manifestada en la reducción del factor de seguridad.

<sup>3</sup> (Salvatierra, 2020) En el trabajo de investigación titulado “ESTABILIDAD DE TALUDES SEGÚN EL MÉTODO DE EQUILIBRIO LÍMITE DURANTE LA EXPANSIÓN DE UN BOTADERO EN MINAS A CIELO ABIERTO, UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2009 – 2020” El propósito principal de esta investigación es brindar detalles sobre las amenazas vinculadas a posibles deslizamientos de taludes durante la fase de expansión de un depósito en una mina a cielo abierto. Inicialmente, se realizará un análisis completo de la literatura existente en relación con este tema de investigación, con el objetivo de profundizar en la comprensión y la reducción de los riesgos inherentes a la ampliación de estos depósitos en la industria minera a cielo abierto.

### Locales

<sup>6</sup> (Breña, 2019) Afirma que; para su investigación llevó a cabo un análisis detallado de los parámetros geotécnicos que afectan la interacción entre roca y suelo, especialmente en la estabilidad de taludes en secciones específicas de una carretera determinada. El propósito fundamental era proponer medidas de mantenimiento a las autoridades del Ministerio de Transportes, centrándose en áreas específicas. Se evaluó la relación entre diversos parámetros, como el peso

unitario, el ángulo de fricción interna, la cohesión, los límites de Atterberg y la hidrología, en función de la estabilidad de los taludes. Al concluir la investigación, se identificaron aspectos tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con juntas o fallas regionales y locales, así como micro-fallas que evidencian desplazamientos en los materiales de suelo y roca en los taludes de la carretera Cochabamba-Chiple en el departamento de Cajamarca.

(Rivera, 2022) Menciono que en su investigación, analizó la relación entre las fuerzas de resistencia y las fuerzas desestabilizadoras en los taludes de la carretera Cruz Blanca-Choten, que abarca un tramo de 14 kilómetros. Para ello, se inició identificando las causas fundamentales de las fallas geotécnicas en estos taludes y categorizando las diversas manifestaciones de dichas fallas. Posteriormente, se elaboraron detalladas secciones transversales de las áreas propensas a colapsos y se diseñaron correspondientes medidas de estabilización. Este análisis permitió la identificación y evaluación de las zonas críticas con un alto riesgo de deslizamientos, información esencial para que las autoridades locales y regionales tomen las precauciones necesarias y apliquen medidas de seguridad adecuadas para prevenir consecuencias graves. Como resultado de la investigación, estableció una conexión significativa entre la identificación de diversas fallas geotécnicas en los taludes y se resaltó que las formaciones geológicas de Santa, Pariatambo y los depósitos cuaternarios presentan un riesgo considerablemente mayor de generar deslizamientos, según los resultados obtenidos en relación con el Factor de Seguridad.

(Carrion, 2019) En su informe de investigación llevo a cabo un análisis minucioso, considerando diversos factores que afectan la estabilidad de un talud. Se utilizaron teorías de mecánica de suelos y métodos de estudio no invasivos para evaluar su condición. El objetivo fundamental consistio en identificar soluciones efectivas para prevenir posibles deslizamientos y garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de la infraestructura vial en las áreas de Sausacocho y

Pallar, ubicadas en la provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. Este enfoque busca asegurar un flujo vehicular sin contratiempos, al tiempo que previene pérdidas humanas y materiales. Además, se ha realizado un detallado estudio de mecánica de suelos, revelando la presencia de cuatro estratos distintos en el talud, que van desde depósitos de material reciente y fragmentos rocosos coluviales hasta material gravoso con arcilla limosa, así como la roca madre.

(Guevara & Vigo, 2021) en su tesis llevaron a cabo una evaluación minuciosa de 30 laderas, dividiéndolas en taludes de roca y taludes de suelo (aluviales y coluviales). Los taludes rocosos fueron caracterizados por un Índice de Masa de Roca (RMR) promedio de 30.47, clasificándolos como de calidad baja (clase V), y un Índice de Estructura Geológica (GSI) con una media de 49.9, indicando una condición de calidad media. Se identificaron fallas de cuña y vuelco en cuatro estaciones, con un Índice de Riesgo de Roca (SMR) promedio de 44.25. En cuanto a los taludes de suelo, clasificados como aluviales y coluviales, mostraron un notorio grado de erosión debido a la intervención humana y a las intensas precipitaciones en la región. Se realizó el análisis de estabilidad con el software Slide V6 y Autocad 2019, revelando que 16 taludes rocosos eran estables en condiciones estáticas, mientras que todos los taludes de suelo resultaron inestables. Bajo condiciones pseudoestáticas con un factor sísmico de 0.35, 19 taludes rocosos continuaron siendo estables, aunque los taludes de suelo seguían siendo inestables. Se sugirieron medidas de control, como el terraceo para algunos taludes y la implementación de anclajes de diversas longitudes y capacidades de carga para otros.

(Barboza & Zambrano, 2021) En su buscaron explorar la aplicabilidad de los enfoques simplificados de Bishop y Morgenstern-Price para evaluar la estabilidad de los taludes. La metodología empleada se caracterizó por ser cualitativa en una investigación descriptiva sin diseño experimental. Durante la revisión sistemática, se abordaron las características geotécnicas de los taludes, considerando aspectos

como tipo de suelo o roca, altura del talud, ángulo natural y del talud, RMR, GSI, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario y resistencia a la compresión uniaxial. Se obtuvieron valores promedio de estas características geotécnicas, proporcionando una visión detallada para la evaluación de la estabilidad de los taludes.

(Mamani & Pisco, 2021) en tesis realizaron una investigación con el objetivo de recopilar información sobre las propiedades geomecánicas de los macizos rocosos en un tramo de carretera específico en Cajamarca durante el año 2021. La focalización de la investigación incluyó la caracterización geomecánica de ocho estaciones identificadas en la zona de estudio. Para lograr esto, se emplearon indicadores como RQD, la clasificación de Bieniawski RMR - 1989 y el Índice de Estructura Geológica (GSI), proporcionando así una comprensión detallada del comportamiento geomecánico los macizos rocosos en la región evaluada

(Carrasco & Urbina, 2019) en el proyecto de investigación tuvieron como propósito central realizar el cálculo del factor de seguridad considerando las tensiones totales en los taludes presentes en la carretera Baños del Inca - Llacanora. La población objeto de análisis se compone de los taludes ubicados en dicha carretera, y la muestra seleccionada se refiere específicamente al macizo rocoso de los taludes que abarcan desde el kilómetro 6+00 hasta el kilómetro 6+350 de la mencionada vía. Los hallazgos obtenidos en este estudio indican de manera concluyente que el factor de seguridad ejerce una influencia directa en la estabilidad de los taludes. Se destacan diversos métodos para calcular este factor, siendo el enfoque de tensiones totales un método de alta prioridad debido a su facilidad de aplicación y su capacidad para proporcionar resultados precisos con un margen de error reducido. Las condiciones de estabilidad se establecen de manera que un factor de seguridad superior a 1 se considera un indicador de una buena estabilidad.

Las teorías consideradas para la presente investigación fueron:

### **1. Estudio Topográfico**

El **(INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 2023)** afirma que es un análisis técnico y detallado de un área de terreno que implica la evaluación de su superficie, considerando sus atributos físicos, geográficos y geológicos, junto con las modificaciones y cambios que puedan haber ocurrido en dicho lugar.

### **2. Hidrología**

**(Boiero, 2020)** menciona que la gran parte de las fallas que se producen en los taludes guardan algún tipo de relación con el agua, ya que esta puede provocar una reducción en la resistencia del terreno al corte o generar cargas adicionales que impactan en las condiciones de esfuerzo en la masa del talud.

### **3. Mecánica de suelos**

Las regiones más susceptibles a la inestabilidad engloban áreas de topografía montañosa y abrupta, territorios donde los procesos de erosión y meteorización son significativos, laderas cercanas a ríos y valles, lugares con suelos blandos y poco compactos, formaciones rocosas que contienen arcilla y son propensas a alteraciones, regiones afectadas por actividad sísmica, áreas con altos niveles de precipitación, entre otros. **(Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2020)**

### 3.1. Tipos de falla

#### 3.1.1. Falla superficial

Según (Parra & Melo, 2015) El fenómeno denominado "creep" o deslizamiento superficial se refiere a un tipo de deslizamiento gradual en la superficie de algunas pendientes naturales, caracterizado por una falta de resistencia debido a una baja presión de confinamiento. Este proceso se manifiesta como un desplazamiento lento y constante en la capa superficial del terreno, afectando áreas extensas. Es importante destacar que el "creep" implica un movimiento continuo en la superficie, sin una transición abrupta entre la capa móvil superficial y las masas más profundas que permanecen estables.

#### 3.1.2. Falla Rotacional

(Parra & Melo, 2015) afirman que las fallas rotacionales se refieren a desplazamientos rápidos o casi instantáneos que se producen en las laderas y que afectan a las capas más profundas de los taludes. Estos movimientos implican deslizamientos a lo largo de una superficie de falla curva que se forma dentro del propio cuerpo del talud, pudiendo o no involucrar al terreno de base.

#### 3.1.3. Falla Traslacional

(Parra & Melo, 2015) dan a conocer que este tipo de falla generalmente involucra desplazamientos considerables del cuerpo del talud a lo largo de superficies de falla que son principalmente planas. Estas discontinuidades suelen vincularse con la presencia de estratos menos resistentes que se encuentran a poca profundidad debajo del talud. En muchas ocasiones, la vulnerabilidad de estos estratos se relaciona con elevadas presiones de poro generadas por el agua presente

en capas de arcilla, o con incrementos en la presión del agua en capas de arena, como en el caso de los acuíferos. Además, es importante destacar que estas fallas pueden estar influenciadas por los patrones de lluvia y las temporadas de precipitaciones.

#### 3.1.4. Fallas Múltiples

(Parra & Melo, 2015) Mencionan que estas son disfunciones que surgen con múltiples superficies de deslizamiento, ya sea de manera simultánea o en secuencia rápida. Es apropiado diferenciar entre las fallas que avanzan y las que retroceden. Ambas son frecuentes en inclinaciones naturales donde se realiza una excavación.

#### 3.1.5. Falla por Licuación

(Parra & Melo, 2015) Aseveran que los eventos de licuación se caracterizan por una rápida pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, ya sea de forma temporal o permanente. La reducción en la estabilidad conduce al colapso de cualquier estructura vial construida sobre materiales propensos a la licuación. Se ha observado que la licuación ocurre de manera casi instantánea en tipos específicos de suelos, como arcillas saturadas altamente sensibles y arenas finas sueltas, especialmente cuando están saturados. Los suelos más propensos a la licuación presentan características como estructuras sueltas y saturación en suelos finos, como arenas sueltas con ciertos parámetros y limos con índice de plasticidad menor a 6.

### 3.1.6. Falla por flujos

(Parra & Melo, 2015) El estudio reveló que los movimientos en materiales húmedos, especialmente los flujos de lodos, están estrechamente vinculados a la presencia significativa de agua en el suelo. Esta presencia de agua desempeña un papel esencial en la génesis y características de la falla. Se observa una diversidad notable en la capacidad de retención de agua de los materiales, lo que impacta de manera considerable en el desarrollo de la falla..

## 3.2. Factor de seguridad

### 3.2.1. Equilibrio limite

Los enfoques de este metodo se fundamentan en la subdivisión de la masa de suelo potencialmente inestable en secciones verticales, donde se realiza un análisis de equilibrio en cada una de estas divisiones. A continuación, se ejecuta un análisis global para determinar el Factor de Seguridad (FS), un parámetro derivado de la relación entre las fuerzas o momentos resistentes y las fuerzas o momentos desequilibrantes presentes en el sistema. Este proceso implica el cálculo del valor de FS para diversas curvas potenciales de rotura, identificando finalmente el valor mínimo de FS asociado con la curva de deslizamiento más crítica. (Sanz, Sobrecases, & Diaz, 2017)

### 3.2.2. Método de las dovelas.

(Zanhueza & Rodriguez 2013) mencionan que este enfoque se emplea cuando la superficie de rotura del terreno tiene una forma circular. De esta manera, se aborda el problema en dos dimensiones tomando una sección transversal que sea representativa del talud, la cual se divide en franjas de igual tamaño. En cada una de estas franjas, se

analiza su nivel de estabilidad, lo que posibilita llegar a conclusiones sobre la seguridad general del talud.

### 3.2.3. Método Bishop Simplificado

(Gamarra Alvarez, 2017) En el método simplificado de Bishop, se presupone que las fuerzas aplicadas en las paredes laterales de las franjas son completamente horizontales, es decir, no se consideran esfuerzos de corte entre estas franjas. Este planteamiento se ajusta a los principios de equilibrio de momentos y equilibrio de fuerzas en la dirección vertical.

### 3.2.4. Método Janbu Simplificado

(Gamarra Alvarez, 2017) La metodología simplificada de Janbu se basa en la premisa de que las fuerzas entre las franjas son completamente horizontales. Al calcular la fuerza normal, se suman las fuerzas en la dirección vertical, sin tener en cuenta las fuerzas de corte entre las franjas. En este análisis, la suma de las fuerzas entre las franjas se cancela.

### 3.2.5. Método Spencer

(Gamarra Alvarez, 2017) El método de Spencer es un enfoque que cumple plenamente con los principios de equilibrio tanto en términos de momentos como de esfuerzos. Este enfoque se basa en la premisa de que las fuerzas entre las franjas son paralelas, lo que significa que comparten un ángulo de inclinación idéntico.

### 3.3. Transitabilidad y seguridad

#### 3.3.1. Diseño del Sistema de Estabilización

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones de 2016, para evaluar la estabilidad del talud debe abordar varios criterios esenciales. Estos criterios comprenden la mecánica de suelos, el comportamiento geodinámico de la zona, el flujo de agua, la geometría del talud y la topografía del entorno.

Es esencial evaluar la estabilidad del talud para cargas estáticas y sísmicas, asegurándose de que el factor de seguridad sea al menos de 1.5 para cargas estáticas y 1.25 para cargas sísmicas. En situaciones donde no se cumplan los valores mínimos establecidos, es esencial contemplar la elección de métodos de estabilización o la combinación de diversos enfoques, los cuales deben ser sometidos a pruebas hasta que alcancen niveles apropiados de factor de seguridad. Adicionalmente, resulta crucial incorporar medidas de resguardo contra la erosión dentro de la solución propuesta. Se llevarán a cabo ensayos tanto en el campo como en el laboratorio para identificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales geotécnicos. Es crucial realizar estudios geotécnicos para caracterizar los materiales y evaluar los parámetros de diseño, asegurando de esta manera la estabilidad del talud durante el análisis correspondiente, ya sea en presencia de roca o suelos.

#### 3.3.2. Software Geo 5-Estabilidad de Taludes

Este software se emplea para la evaluación de la estabilidad de diversas infraestructuras geotécnicas, abarcando taludes, terraplenes, cortes de tierra, muros de contención anclados y muros de suelo reforzado, entre otras. Su utilidad se extiende al análisis de la superficie de deslizamiento, permitiendo formas circulares o poligonales. Además, es compatible con una variedad de métodos de análisis, incorporando enfoques específicos como los de Bishop, Fellenius/Petterson, Spencer, Morgenstern-Price y Janbu. (Larrague, 2022)

### 3.3.3. Instalación de Banquetas

La (ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON MASONIC 39 MORI BUILDING 2-4-5 AZABUDAI, MINATO-KU TOKYO, JAPON, 1984) En taludes de gran altura, es frecuente incorporar plataformas posicionadas en la mitad del talud de corte. El diseño de estas plataformas debe tener en cuenta varios aspectos, como la facilidad para llevar a cabo inspecciones y reparaciones, la inclinación del talud, la altura del corte, las características del suelo en el talud, los costos involucrados y otras condiciones pertinentes. En situaciones donde no hay sistemas de drenaje, se sugiere aplicar un gradiente transversal en la banquetta del 5 al 10%, permitiendo que el agua drene hacia la base del talud. Además, se recomienda una banquetta más ancha en taludes extensos, especialmente cuando se instalan vallas para la protección contra caídas de rocas.

### 3.3.4. Drenaje

(ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON, 1984) afirma que es crucial diseñar el drenaje del talud de manera efectiva con el objetivo de evitar la erosión superficial y prevenir posibles fallas. En el proceso de diseño de las instalaciones de drenaje, se debe realizar un examen exhaustivo de varios elementos, entre ellos la lluvia, la topografía, las condiciones de la superficie del terreno, los tipos de suelo, el nivel freático y los sistemas preexistentes de canales de drenaje. La evaluación completa de estos factores es esencial para determinar la descarga de drenaje necesaria.

### 3.3.4 Instalación de geomallas

Las geomallas, clasificadas como geos sintéticos, se producen a partir de materiales como el plástico reforzado con fibra de vidrio y el polietileno de alta densidad. Su aplicación principal se centra en proyectos destinados a la estabilización de taludes y el refuerzo geotécnico. Después de ser instaladas en un talud, es común aplicar una capa de material granular para salvaguardarlas de las condiciones climáticas y asegurar su posición. Adicionalmente, existe la opción de recubrir las geomallas con vegetación, no solo con el propósito de mejorar la estabilidad del talud, sino también para proporcionar un aspecto estético más agradable.

Con el propósito de fundamentar la investigación, se formuló la siguiente declaración:

La investigación encuentra su fundamento en un sentido teórico, ya que se orienta hacia la determinación de la estabilidad del talud crítico en cuestión y La determinación del factor de seguridad se vuelve esencial debido a la recurrente ocurrencia de deslizamientos que impactan la carretera, generando una preocupación constante sobre la seguridad vial. Desde una perspectiva práctica, se hace necesario evaluar la estabilidad de este tramo específico de la carretera Chancay-La Grama para garantizar su cumplimiento con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana CE. 020, con el propósito de mejorar la seguridad y la accesibilidad en dicha vía.

En cuanto a su relevancia social, la justificación se basa en la necesidad de garantizar la estabilidad del talud, con el propósito de mejorar la seguridad de los usuarios de la carretera y prevenir daños ocasionados por deslizamientos. Desde una perspectiva metodológica, se busca aplicar un método eficiente para estabilizar el talud crítico en cuestión, contribuyendo así a una investigación coherente y articulada.

De este modo, se planteó el problema de la siguiente manera:

¿De qué manera mejoraría la transitabilidad y la seguridad de la carretera Chancay - La Grama si diseño un sistema para estabilizar el talud más crítico?

En la cual, su conceptualización y operacionalización de variables es la siguiente:

### **I.1. Definición conceptual**

De acuerdo con (COMOPA, C.A., 2022) Los taludes son extensiones de terreno o suelo que presentan una inclinación en su superficie en relación a la horizontal. En la mayoría de los casos, estos taludes son propensos a la inestabilidad y pueden verse afectados por diversas influencias externas, como actividades humanas, condiciones climáticas adversas, movimientos sísmicos, entre otros. Por esta razón, es necesario implementar medidas de estabilización para garantizar su seguridad y evitar problemas potenciales.

### **I.2. Definición operacional**

Tal como indican (Mujica & Cangana, 2022) Las características del talud se refieren a los elementos internos que definen su naturaleza, como la configuración topográfica, la geología subyacente, la composición del suelo, las condiciones hidrogeológicas y la presencia de vegetación.

Tabla N° 01: Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Estabilización de Taludes	Estudios Preliminares	Topografía ( m,m2) Hidrología (mm) Mecánica de suelos( $c_2$ gr./cm <sup>3</sup> )		
	Tipos de Falla	Falla por deslizamiento Superficial (m,m <sup>3</sup> ) Falla por deslizamiento Rotacional (m,m <sup>3</sup> ) Falla Local(m,m <sup>3</sup> ) Falla por Traslación (m,m <sup>3</sup> ) Falla por Flujo (m <sup>3</sup> ) Falla por Licuación (m,m <sup>3</sup> ) Fallas con superficies compuestas (m <sup>3</sup> ) Falla múltiples (m,m <sup>3</sup> )		Nominal
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Transitabilidad y Seguridad	Cálculo del factor de seguridad	Método de Fellenius Método de Bishop Método de Spencer Método de Janbu		
	Diseño del sistema de estabilización Métodos de estabilización complementarios	Software GEO5-Eestabilidad de Taludes (FS) Construcción de Banquetas(m <sup>3</sup> ) Drenaje(m) Instalación de geomallas		

Fuente: Elaboración Propia

Considerando esta premisa, la hipótesis se formuló de la siguiente manera:

Si se logra estabilizar el talud más crítico, se incrementará la transitabilidad y seguridad en la carretera Chancay - La Grama.

Basándose en todo lo expuesto previamente, <sup>24</sup> el objetivo general de esta investigación se delineó de la siguiente manera:

Diseñar un sistema de estabilización para el talud más crítico de la carretera Chancay - La Grama.

El cual tuvo entre sus objetivos Específicos:

- Realizar los estudios previos de 4 taludes y reconocer el más crítico para estudiarlo.
- Identificar en el talud crítico el tipo <sup>23</sup> de falla.
- Calcular <sup>1</sup> el factor de seguridad del talud crítico con la ayuda del software Geo 5 - Estabilidad de Taludes.
- Plantear un método complementario para estabilizar el talud.

## <sup>4</sup> II. METODOLOGIA

## TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

### TIPO DE INVESTIGACIÓN

En relación al enfoque del estudio, se trata de una investigación aplicada <sup>37</sup> que se fundamenta en los principios de la investigación básica o fundamental, ampliando el entendimiento sobre un fenómeno previamente estudiado. En este contexto, aporta la información requerida para abordar y resolver una problemática específica.

### <sup>2</sup> DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño, es de naturaleza no experimental, ya que <sup>2</sup> la recopilación de datos se lleva a cabo en un único instante y no implica la manipulación de variables.

El esquema de investigación es el siguiente:



Donde:

M: Lugar donde se lleva a cabo la investigación.

P: Propuesta de solución técnica.

### <sup>17</sup> POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población**

La población corresponde a 4 taludes inestables de la carretera Chancay - La Grama.

### Muestra

Se tomará el talud más crítico, más inestable, para realizar el análisis y diseño del sistema de estabilización que requiera y de esta manera estabilizarlo adecuadamente.

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### TÉCNICAS

La principal estrategia empleada para recopilar información fue la observación directa en el campo experimental, que posibilitó la inspección minuciosa del área de investigación y la identificación de las particularidades del talud objeto de estudio. Además, se llevaron a cabo estudios topográficos, se realizaron excavaciones para obtener muestras de suelo y se llevaron a cabo ensayos de mecánica del suelo con el fin de evaluar las características del terreno en la zona de interés.

#### 6.3.2. Instrumentos.

GPS Satelital

Wincha

Prisma

Estación total

Copa Casagrande

Máquina de Corte Directo

Tamiz

Taras

Horno

## <sup>2</sup> III. RESULTADOS

### 3.1 Topografía

#### 3.2.1 Levantamiento Topográfico

El levantamiento se realizó de los 4 taludes inestables, buscando encontrar el más crítico, de esta manera para establecer el tipo de relieve que estos tienen se clasifican según su orografía en:

**Tabla 2 . Resultados según la clasificación de la orografía**

TALUD N° 01				
Terreno escarpado	>100	4	250.00	%
TALUD N° 02				
Terreno escarpado	>100	4	150.42	%
TALUD N° 03				
Terreno accidentado	51-100	3	55.3	%
TALUD N° 04				
Terreno escarpado	>100	4	120	%

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°2 se presenta la categorización de los taludes en investigación según su configuración topográfica. Se identifica al Talud 1 como una zona de terreno abrupto con una inclinación del 250.00%, el Talud 2 como un área empinada con una pendiente de 150.42%, al Talud 3 se le cataloga como un terreno irregular con una inclinación del 55.3%, y al Talud 4 se le describe como una superficie escarpada con una pendiente del 120%.

### **3.2. Hidrología**

En este trabajo de investigación, se emplearon los registros meteorológicos obtenidos de la estación del SENAMHI ubicada en la Provincia de San Marcos.

Esta estación, la más cercana al área de estudio, proporcionó datos climáticos desde el año 2021 hasta el 2023. Estos registros se utilizaron para realizar el análisis de las precipitaciones que ocurren en la región, teniendo en cuenta sus variaciones mensuales y anuales.

Según el índice modificado de Fournier las precipitaciones se clasifican en:(Ver tabla 10)

**Tabla 3.** Resultados según la clasificación de la orografía

PRECIPITACIÓN (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2021	116.2	17.5	58.8	6.6	8.5	0	7.3	0	0.1	30.4	90.1	78.9
2022	57.9	117.5	198	61.8	0.1	0.8	0	0	0.6	2.2	0	11.2
2023	63.6	6.7	20.5	11.4	0	0	0	0	0	0	0	69.2

Fuente: SENAMHI

La tabla N°3 muestra que las máximas precipitaciones se presentan de diciembre a marzo.

- ✓ Año 2021, se presenta la máxima precipitación en el mes de enero con 116 mm, la cual se considera de clase Moderada, clase 3 según el IMF (Tabla 10)
- ✓ Año 2022, se presenta la máxima precipitación en el mes de marzo con 198 mm, la cual se considera de clase Muy Alta, clase 5 según el IMF (Tabla 10)
- ✓ Año 2023, se presenta la máxima precipitación en el mes de diciembre con 69.2 mm, la cual se considera de clase Bajo, clase 2 según el IMF(Tabla 10)

### 3.3 Mecánica de suelos.

Se realizaron dos excavaciones de 1.50 metros de profundidad cada una, desde las cuales se tomaron las muestras para los análisis de suelos respectivos. Estas

excavaciones se llevaron a cabo en la sección más crítica del talud en la carretera Chancay-La Grama, considerando áreas de riesgo tanto para la carretera como para el terreno destinado al pastoreo.

**Tabla 4.** Resultados de mecánica de suelos C-1, C2; Talud 3

ENSAYOS	C-1	C-2
<b>Análisis Granulométrico</b>	Grava: 6.70% Arena: 11.12% Finos: 80.12%	Grava: 6.90% Arena: 12.20% Finos: 81.71%
<b>Contenido de humedad (%)</b>	5.33	5.04
<b>Límite Líquido (%)</b>	35.45	38.79
<b>Límite Plástico (%)</b>	23.21	21.92
<b>Peso específico de sólidos (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.74	1.74
<b>Corte directo</b>	$c = 0.0047 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 22.91^\circ$	$c = 0.0047 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 23.41^\circ$

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

<sup>25</sup> En la Tabla 4, se presentan los resultados obtenidos a partir de los análisis de las muestras de suelo extraídas de las calicatas. Estos resultados indican que la mayoría del material está compuesto por partículas finas, y el límite líquido se sitúa por debajo del 40%. En términos de la clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), las muestras se categorizan como gravas con contenido de limo, mezclas de grava, arena y limo, con una plasticidad que oscila entre baja y media. Además, se identifican presencias de arcillas con grava, arcillas arenosas y arcillas limosas. En su estado saturado, estas muestras presentan un color naranja.

### <sup>2</sup> 3.4. Tipo de falla

Se determinó que el tipo de falla presente en el talud más crítico corresponde a un deslizamiento superficial. Esta conclusión se basa en las características observadas,

que incluyen un movimiento lento y constante, culminando con el deslizamiento de una gran masa de terreno.

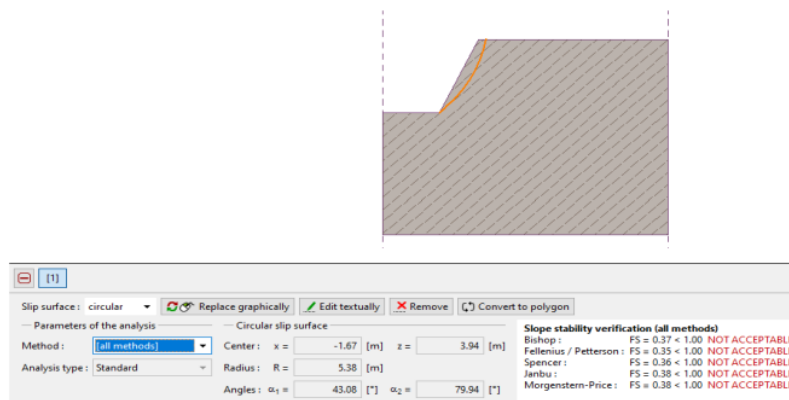
**Tabla 5.** Características de una falla por deslizamiento superficial.

CARACTERÍSTICAS PRESENTES EN EL TALUD	
Superficie	Rodadura continua de grava, arena y piedras de volumen pequeño.
Perfil estratigráfico	El suelo presenta una composición homogénea, compuesto por gravas con limo, mezclas de grava, arena y limo, con una plasticidad que varía de baja a media. También incluye arcillas con presencia de grava, arcillas arenosas y arcillas limosas en estado saturado con un color naranja. En términos de clasificación AASHTO, se cataloga como un suelo de calidad deficiente.
Volumen de masa desprendida	3 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 3.5. Cálculo del factor de seguridad

Se llevó a cabo el análisis de estabilidad del talud crítico utilizando el software GEO5-ESTABILIDAD DE TALUDES.

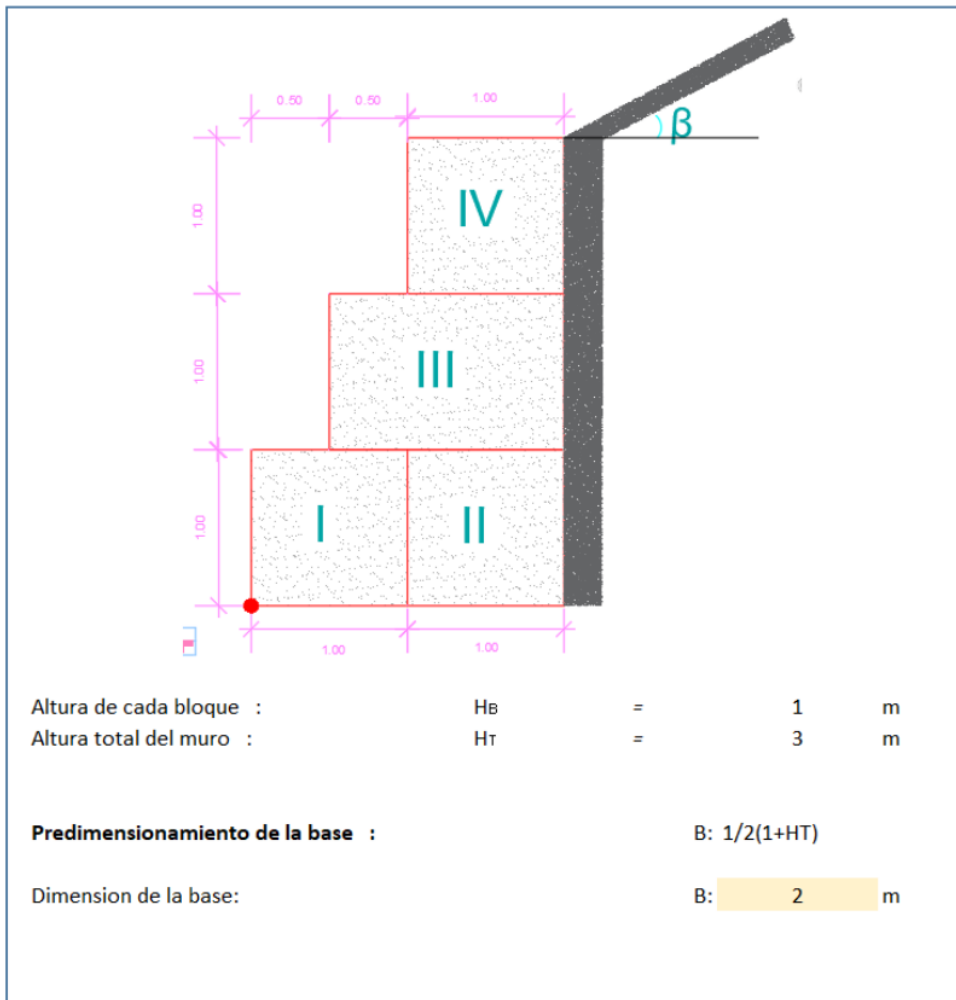


**Figura 1.** Factores de seguridad del talud crítico.

En la figura 1, se verifica que los factores que se obtuvieron por todos los métodos de equilibrio Límite no son aceptables, puesto que son menores a 1.

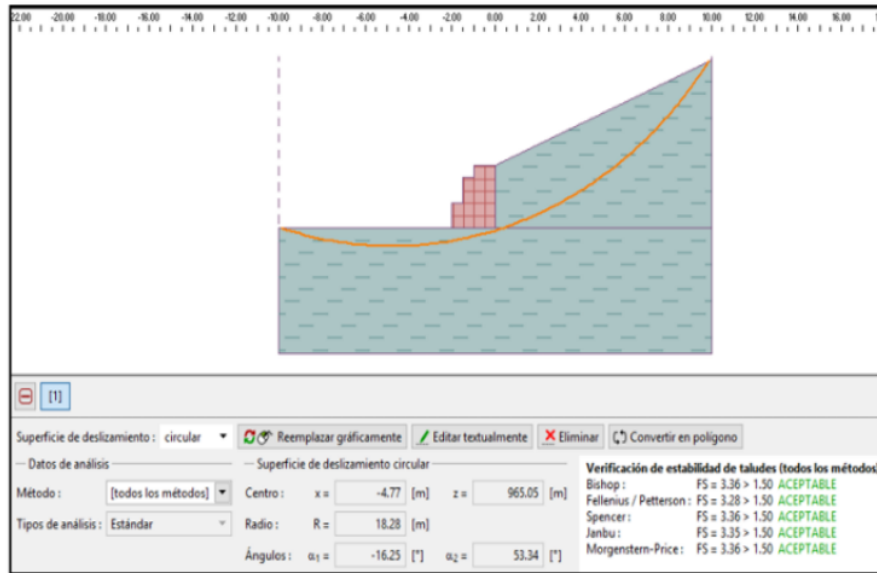
### 3.6. Diseño del sistema de estabilización:

Se decidió diseñar un muro de gaviones y luego se procedió a realizar un análisis conjunto con el talud para comprobar su estabilidad.



**Figura 2.** Dimensiones del muro de gaviones.

En la Figura 2, se aprecia el perfil del muro gavión con base de 2 m y una altura de 3 m.



**Figura 3.** Análisis de estabilidad del talud crítico junto con el sistema de estabilización.

### 3.7. Método de estabilización complementario

Se propone mejorar el sistema de estabilización de gaviones mediante la posible instalación de geomallas en la superficie del talud. Esta medida se considera especialmente importante durante las temporadas de lluvia intensa en las que se registra un aumento significativo de las precipitaciones. Con esta adición, se busca optimizar el rendimiento del muro de gaviones para hacer frente de manera más eficiente a las corrientes de agua.

## **IV. Análisis y Discusión:**

- ❖ Los resultados obtenidos guardan relación con lo que menciona el investigador (Navarro, 2008) al indicar que localizada la falla superficial no se debe vacilar en cambiar el trazo de la vía terrestre y evitar problemas ya que de no evitarse el problema los cortes y terraplenes de la vía estarán siempre en continuo movimiento ,causando siempre inconvenientes, como se da en el caso de la carretera Chancay -La Grama.
  
- ❖ Se comparte la idea con (Torres, 2019),quien indica que para poder encontrar la falla y la opción de diseño más factible para estabilizar un talud se debe realizar estudios previos entre los cuales están la topografía y ensayos de suelo hidrología y otros estudios previos que sean necesarios para la zona en estudio al igual que se realizó cuando se empezó la investigación en la presente tesis.
  
- ❖ Se comparte la opinión con (Prado, Aguilar, & Cruz, 2020) al afirmar que es muy importante el uso de softwares para poder encontrar valores importantes para el análisis de los taludes en estudio, así como en esta tesis que se Utilizó el software GEO5, para poder encontrar el factor de seguridad.
  
- ❖ En esta investigación se concuerda con (Carrasco & Urbina, 2019) dado que argumentan que el factor de seguridad es un factor determinante en la estabilidad de los taludes y que existen diversos métodos para su cálculo, destacando la importancia del método de tensiones totales debido a su simplicidad y precisión en los resultados, cabe mencionar que las condiciones de estabilidad se cumplen cuando el factor de seguridad es superior a 1, lo que garantiza una adecuada estabilidad.

## V. Conclusiones

➤ A partir de las características identificadas en los análisis y de acuerdo con las pautas establecidas por el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), podemos concluir que el material conformante del talud en cuestión se compone de gravas limosas y mezclas de grava, arena y limo, exhibiendo una plasticidad que varía entre baja y media. Asimismo, presenta propiedades de arcillas con grava, arcillas arenosas y arcillas limosas en condiciones saturadas, destacándose por su tonalidad mayormente naranja. Según la clasificación de AASHTO (Asociación Americana de funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte), este material se considera de calidad deficiente. En consecuencia, de no implementarse medidas adecuadas con el tiempo, existe la posibilidad de que este talud experimente deslizamientos de mayor magnitud en comparación con los eventos habituales, lo que podría generar riesgos para los vehículos y peatones que transitan por la zona.

➤ Del levantamiento topográfico se concluye que los taludes son accidentados y escarpados, estos taludes, que exhiben inclinaciones superiores al 100% y muestran signos de erosión en su parte superior, carecen de sistemas de drenaje en la superficie. Esta carencia de obras de drenaje superficial plantea la posibilidad de que en el futuro se produzcan deslizamientos en estas áreas.

➤ Mediante el software GEO5- Estabilidad de taludes, se realizó el análisis del talud crítico para encontrar el factor de seguridad, en donde con todos los métodos arrojó que tenía un factor de seguridad menor a 1.50, por lo que se comprobó que era un talud muy inestable.

➤ Se propuso la implementación de un muro de gaviones como solución para estabilizar el talud crítico. Posteriormente, se llevó a cabo un nuevo análisis de este muro en conjunto con el talud mediante el software GEO5- Estabilidad de taludes, y los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

## **VI. Recomendaciones**

- Se sugiere la adición de geomallas en la superficie del talud como un complemento al sistema de estabilización de gaviones, con el propósito de brindar protección adicional contra las lluvias durante la temporada de invierno.
- Se recomienda utilizar criterios técnicos para solucionar algún problema que se presente de esta manera garantizar la seguridad y transitabilidad en esta carretera.
- Se deberá seguir realizando el mantenimiento permanente en este tramo de la carretera en donde se sitúa este talud crítico y realizar la construcción del sistema de estabilización planteado en esta investigación y así evitar los continuos deslizamientos.

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Por ser el creador de todo lo bello y puro en el universo, siempre guiarme y estar conmigo en todo momento.

### **A mis padres**

Por su enorme <sup>1</sup>apoyo moral y económico que me brindaron para lograr mi objetivo.

### **A mis docentes**

Por su apoyo resolviendo mis dudas cada vez que se presentaban en el desarrollo de dicha investigación.

**Erica Yanileth Marin Medina**

## VI. Bibliografía

“Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021”. (2021). Llavini, Puno, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72227>

Andres, G. h. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO, ENTRE LOS SISTEMAS DE APOYO INDIVIDUAL Y TIPO PANTALLA, PARA EL REFORZAMIENTO DE UN TALUD CON ANCLAJES*. Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64866>

ASOCIACION DE CARRETERAS DEL JAPON MASONIC 39 MORI BUILDING 2-4-5 AZABUDAI, MINATO-KU TOKYO, JAPON. (1984). *MANUAL DE PROTECCION DE TALUDES*. Japon. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.jorgealvahurtado.com/files/Manual%20de%20Proteccion%20de%20Taludes.pdf>

Barboza, H., & Zambrano, W. (2021). “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS BISHOP SIMPLIFICADO Y MORGENSTERN PRICE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES”. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27636/Barboza%20Nu%c3%blez%20Humberto-%20Zambrano%20Chil%3%bn%20Williams%20Justo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Boiero, A. (2020). EL EFECTO DEL AGUA EN LOS TALUDES. *GEO BLOG*. Obtenido de <https://geo-webonline.com/el-efecto-del-agua-en-los-taludes/>

Breña, V. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de*. Lima-Peru. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323353566.pdf>

Cangana, J. (2022). *Análisis de Estabilidad de Taludes desde el Puente Posanca hasta el Poblado Licahuasi de la Carretera LM 111 en el Distrito de Arahuay*. Obtenido de

[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica\\_J.Reymundo\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica_J.Reymundo_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carrasco, G., & Urbina, R. (2019). “*CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICANDO TENSIONES TOTALES EN LOS TALUDES DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCA - LLACANORA, 2019*”.

Carrion, C. (2019). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTABILIDAD DE TALUD EN EL SECTOR SAUSACocha – PALLAR KM. 8+000 AL 9+000 PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD. LA LIBERTAD.* Obtenido de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1788/1/TL\\_CarrionAguilarCarlos.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1788/1/TL_CarrionAguilarCarlos.pdf)

COMOPA, C.A. (2022). ¿Que es la estabilizacion de taludes y como se lleva a cabo? Obtenido de <https://comopaca.com/que-es-la-estabilizacion-de-taludes-y-como-se-lleva-a-cabo-guia-completa/>

Dirección General de Protección Civil y Emergencias. (2020). *Movimientos de terreno.* España. Obtenido de <https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-riesgos/geologicos/movimientos-terreno>

Gamarra Alvarez, E. J. (2017). *CONSTRUCCIÓN DE DIQUE COMO ESTABILIZACIÓN DE DEPOSITOS DE MATERIAL INERTE Y BOTADERO DE MATERIAL DE PRESTAMO.* Lima. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://centrogeotecnico.com/mt-content/uploads/2018/09/itscvo-estabilidad-de-taludes-eder-jesus-gamarra-alvarez.pdf>

Gomez, Y. (2019). “*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*”. Lima. Obtenido de <https://library.co/document/y954n6dz-evaluacion-sistemas-contencion-mediante-anclajes-estabilizacion-socavacion-panamericana.html>

<sup>12</sup> Guevara, J., & Vigo, O. (2021). “ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPAASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021”.  
<sup>49</sup> Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27910>

Hernandez, C., & Tamayo, R. (2019). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD Y OBRAS DE CONTENCIÓN*. Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/5d1325ef-eb93-48f5-b41e-79fb0466dafa/content>

Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes*. Estados Unidos. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2665/doc2665-contenido.pdf>

Hospinal, V., & Laureano, V. (2020). *PROPUESTA DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN TRAMOS*. <sup>10</sup> Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3831/T030\\_70833862\\_T%20%20%20HOSPINAL%20VILCHEZ%20MARCO%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3831/T030_70833862_T%20%20%20HOSPINAL%20VILCHEZ%20MARCO%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Huascupe, M. (2021). “*Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021*”. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72227>

Instituto de Seguridad Minera. (2023). Seguridad minera. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/seguridad-minera-revista-2/>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. (2023). *EN QUE CONCISTE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO*. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/>

Larrague, J. (2022). Geo 5 Software Geotecnico. *Fine*. Obtenido de <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/>

<sup>1</sup> Mamani, E., & Pisco, P. (2021). “*CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA Y DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO DE CARRETERA*”

**KM 40+200 – KM 44+800, DESVÍO MICHQUILLAY-QUINUAMAYO, CAJAMARCA 2021**". Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30857/Mamani%20Leiva%2c%20Eliana%20Lizabeth%20-%20Pisco%20Salazar%2c%20Pamela%20Anali.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Medina, L. (2020). *Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57421>

Mujica Maldonado, J. C., & Reymundo Cangana, J. E. (2022). *Análisis de Estabilidad de Taludes desde el Puente Posanca hasta el Poblado Licahuasi de la Carretera LM 111 en el Distrito de Arahuaq*. Peru. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica\\_J.Reymundo\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6737/J.Mujica_J.Reymundo_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Navarro, S. (2008). *Estabilidad de Taludes*. Peru. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>

Navarro, S. (2008). *Estabilidad de Taludes*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>

Ojeda, k. (2019). **"ESTABILIZACION DE TALUDES A TRAVES DE PERNOS DE ANCLAJE EN LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOLLEPATA - PALLASCA"**. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1516>

Pari, C. (2021). **"SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES METÁLICOS, CARRETERA CHOJATA MOQUEGUA, MOQUEGUA 2021"**. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Pari\\_Eugenio\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV_FIN_105_TE_Pari_Eugenio_2021.pdf)

Pari, E. (2021). *Sistema de estabilización de taludes de corte*. Huancayo-peru. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV\\_FI\\_N\\_105\\_TE\\_Pari\\_Eugenio\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10421/1/IV_FI_N_105_TE_Pari_Eugenio_2021.pdf)

Parra, P. T., & Melo, C. Y. (2015). *ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE LA VÍA DE RED TERCIARIA DE LA VEREDA LA UNIÓN, LOCALIDAD DE USME – BOGOTÁ D.C.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA , Bogota. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5456c64f-fd1c-46d9-9d4f-67656c365e5f/content>

Prado, A., Aguilar, J., & Rinath, C. (2020). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE LA CARRETERA NIC.7 EN EL KM. NICARAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/12506/1/ADAN%20ALBERTO%20PRADO%20GONZ%C3%81LEZ.pdf>

Prado, G., Aguilar, G., & Cruz, T. (2020). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE LA CARRETERA NIC.7 EN EL KM. NICARAGUA*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/12506/1/ADAN%20ALBERTO%20PRADO%20GONZ%C3%81LEZ.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *15 CE.020 SUELOS Y TALUDES DS N° 017-2012*. Lima. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2365628/15%20CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf?v=1636052050>

Rivera, N. (2022). *“ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA CARRETERA CRUZ BLANCA – CHOTEN, CAJAMARCA”*. Huancayo. Obtenido de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8700/T010\\_19896380\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8700/T010_19896380_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rondoy, R. C. (2022). *Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de la Costa*. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/187919>

Ruiz, A. (2022). "ESTABILIZACIÓN DEL TALUD, EN EL SECTOR SANTA ANA ABCISA (0+060 A 0+100), MEDIANTE EL DISEÑO DE UNA PANTALLA ATIRANTADA, CONSIDERANDO UN ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL CON CARGAS SÍSMICAS, APLICANDO EL ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO-HISTORIA, PROGRAMA MIDES GTS NX(3). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22312/1/UPS%20-%20TTS739.pdf>

Salvatierra, R. (2020). "ESTABILIDAD DE TALUDES SEGÚN EL MÉTODO DE EQUILIBRIO LÍMITE DURANTE LA EXPANSIÓN DE UN BOTADERO EN MINAS A CIELO ABIERTO, UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2009 - 2020". Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25835/Trabajo%20de%20Investigaci%3%b3n%20%28Salvatierra%20Torres%20Total.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Sanz, V. R., Sobrecases, M. S., & Diaz, O. A. (2017). *Estabilidad de Taludes*. Peru. Obtenido de [file:///C:/Users/DELL/Downloads/16157-Texto%20del%20art%C3%ADculo-64206-2-10-20170328%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/16157-Texto%20del%20art%C3%ADculo-64206-2-10-20170328%20(1).pdf)

Torres, R. (2019). *Estabilidad de Taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los*. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL/Downloads/tesis%20transitabilidad.pdf>

Zanhueza Plaza, C;Rodriguez Cifuentes,L. (2013). Análisis comparativo de metodos de calculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la construccion*, 23. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v12n1/art03.pdf>

# REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
MARIN MEDINA ERICA YANILETH		48091391	yanyenciaoz@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
ESTABILIZACION DE TALUD CRITICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETERA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023			
5. Programa Académico			
INGENIERIA CIVIL			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público <sup>3</sup> ( <a href="http://info.eu-repo/semantics/openAccess">info.eu-repo/semantics/openAccess</a> )	<input type="checkbox"/> Acceso restringido <sup>4</sup> ( <a href="http://info.eu-repo/semantics/restrictedAccess">info.eu-repo/semantics/restrictedAccess</a> ) <sup>(*)</sup>		
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

### A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

### B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS<sup>5</sup>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.<sup>6</sup>




Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	12	07	2024

#### Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 6, inciso 8.2
- Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra
- Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA"

**Nota.** - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

# ESTABILIZACIÓN DE TALUD CRÍTICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA CARRETA CHANCAY - LA GRAMA, CAJAMARCA, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://centrogeotecnico.com">centrogeotecnico.com</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%

9	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.continental.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Submitted on 1689290372114

Trabajo del estudiante

<1 %

22

Submitted to Universidad Cientifica del Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

23

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

24

www.repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

rcta.unah.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

29

www.noticiasjuridicas.es

Fuente de Internet

<1 %

30

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

31

gentealternativa.galeon.com

Fuente de Internet

<1 %

32

[repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

[www.ccre.org](http://www.ccre.org)

Fuente de Internet

<1 %

34

[dspace.unitru.edu.pe](http://dspace.unitru.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

35

[espresso.gestion.pe](http://espresso.gestion.pe)

Fuente de Internet

<1 %

36

[www.dicat.csic.es](http://www.dicat.csic.es)

Fuente de Internet

<1 %

37

[www.grafiati.com](http://www.grafiati.com)

Fuente de Internet

<1 %

38

[www.jove.com](http://www.jove.com)

Fuente de Internet

<1 %

39

[www.repositorio.usac.edu.gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

<1 %

40

[9dok.org](http://9dok.org)

Fuente de Internet

<1 %

41

[dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

42

[dspace.ueb.edu.ec](http://dspace.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

43	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.semanticscholar.org">www.semanticscholar.org</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo