



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de estabilización de talud en la carretera AN 110 kilómetro  
19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Alberto Guerrero, Josseph Joaquin ([orcid.org/0000-0002-9781-1357](https://orcid.org/0000-0002-9781-1357))

Arteaga Urtiaga, Gina Stefany ([orcid.org/0000-0001-9636-085X](https://orcid.org/0000-0001-9636-085X))

**ASESOR:**

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo ([orcid.org/0000-0003-0254-301X](https://orcid.org/0000-0003-0254-301X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

HUARAZ – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mi familia y Dios, por haberme ayudado en la formación profesional, ellos estuvieron conmigo en mis logros y fracasos; me formaron con ética y valores que me ayudan en conseguir mis metas y anhelos.

*Alberto Guerrero Josseph Joaquín*

A mi familia, ellos fueron mi principal cimiento para poder lograr mi formación profesional, con su confianza, respaldo y motivaciones, sentaron en mí las bases de deseos de superación y responsabilidad para poder alcanzar mis metas profesionales.

*Arteaga Urtiaga Gina Stefany*

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a DIOS por brindarme salud y fortaleza para poder culminar la titulación. También agradezco a las personas que me ayudaron en el proceso para culminar este estudio, desde inicio a fin. Gracias.

*Alberto Guerrero Josseph Joaquín*

Agradecida con Dios por protegerme y brindarme salud y a mi familia por guiarme en el cumplimiento de mis metas profesionales.

*Arteaga Urtiaga Gina Stefany*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
Resumen	ix
ABSTRACT	x
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	4
III.- METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo y diseño de investigación:	26
3.2. Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	30
IV.- RESULTADOS	31
V.- DISCUSIÓN	81
VI.- CONCLUSIONES	84
VII.- RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS	93
ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables	93
ANEXO 2: Matriz de consistencia.	94
ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 :Referencias de corte (Relación H: V) .....	18
Tabla 2: Ubicación en coordenadas UTM, DATUM WGS84-S18.....	31
Tabla 3: Vías de acceso.....	32
Tabla 4: Puntos del levantamiento topográfico.....	41
Tabla 5: Características de suelo - calicata 1.....	46
Tabla 6:Características del suelo - calicata 2.....	47
Tabla 7: Resultado del factor de seguridad de cada tramo del talud.....	56
Tabla 8: Geomallas biaxiales de polipropileno .....	57
Tabla 9: Factor de seguridad con geomalla .....	65
Tabla 10:Características de las mallas de metal.....	67
Tabla 11: Factor de seguridad.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nomenclatura de taludes natural y artificial.....	9
Figura 2: Procesos de movimientos, deslizamiento .....	10
Figura 3: Talud en proceso de deterioro .....	13
Figura 4: Caída de roca por gravedad.....	14
Figura 5: Caída de roca por rodamiento.....	14
Figura 6: Inclinación o Volteo de materiales.....	15
Figura 7: Deslizamientos en taludes con suelos frágiles.....	16
Figura 8: Fuerzas que se ejercen en una dovela. ....	19
Figura 9: Diagrama para determinar el factor $f_0$ .....	20
Figura 10: Gaviones tipo caja.....	22
Figura 11: Gaviones tipo colchón .....	22
Figura 12: Gaviones tipo saco.....	23
Figura 13: Estabilización con geomallas .....	24
Figura 14: Muro de concreto ciclópeo .....	25
Figura 15: Proceso de producción de conocimientos.....	26
Figura 16: Ubicación de la zona de estudio .....	28
Figura 17: Descripción física de la zona de estudio .....	32
Figura 18: Plano topográfico .....	35
Figura 19: Corte en perfil tramo 19+600.....	36
Figura 20: Corte en perfil tramo 19+700.....	37
Figura 21: Corte en perfil tramo 19+800.....	38
Figura 22: Corte en perfil tramo 19+900.....	39
Figura 23: Corte en perfil tramo 20+000.....	40
Figura 24: Modelamiento en 3D del talud.....	45
Figura 25: Dibujo geométrico del talud en software Slide V.6 .....	48
Figura 26: Ingreso de la propiedad del suelo en software Slide V.6.....	49
Figura 27: Tramo 19+600, cálculo del factor de seguridad método Fellenius .....	49
Figura 28: Tramo 19+600, cálculo del factor de seguridad método Bishop.....	50
Figura 29: Tramo 19+700, cálculo del factor de seguridad método Bishop.....	51
Figura 30: Tramo 19+700, cálculo del factor de seguridad método Fellenius .....	51
Figura 31: Tramo 19+800, cálculo del factor de seguridad método Bishop.....	52
Figura 32: Tramo 19+800, cálculo del factor de seguridad método Fellenius .....	53

Figura 33:Tramo 19+900, cálculo del factor de seguridad método Bishop.....	53
Figura 34:Tramo 19+900, cálculo del factor de seguridad método Fellenius .....	54
Figura 35:Tramo 20+000, cálculo del factor de seguridad método Bishop.....	55
Figura 36:Tramo 20+000, cálculo del factor de seguridad método Fellenius .....	55
Figura 37: Resultado de factores de seguridad.....	56
Figura 38: Ingreso de dato de mecánicas de suelos programa Slide V.6 .....	58
Figura 39: Características del geotextil software Slide V.6 .....	58
Figura 40: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop .....	59
Figura 41: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius.....	59
Figura 42: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop .....	60
Figura 43: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius.....	61
Figura 44: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop .....	61
Figura 45:Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius.....	62
Figura 46:Cálculo del factor de seguridad método de Bishop .....	63
Figura 47: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius.....	63
Figura 48:Cálculo del factor de seguridad método de Bishop .....	64
Figura 49:Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius.....	65
Figura 50: Factores de seguridad.....	66
Figura 51: Dimensiones del muro de gaviones .....	67
Figura 52: Características del material.....	68
Figura 53: Características del suelo en estudio.....	68
Figura 54: Análisis de vuelco y deslizamiento con software Geo5 .....	69
Figura 55: Modelamiento del talud y la superficie de falla con el software Geo 5.	69
Figura 56: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones.....	70
Figura 57: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones.....	71
Figura 58: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones.....	72
Figura 59: Dimensión del muro de concreto ciclópeo con el programa Geo 5. ....	73
Figura 60:Características del material con el programa Geo5 .....	74
Figura 61: Datos de mecánica de suelo .....	74
Figura 62: Resultados de deslizamiento y vuelco con el programa Geo5.....	75
Figura 63: Análisis de corte y flexión con el programa Geo5. ....	75
Figura 64: Estabilización con muro de concreto ciclópeo.....	76
Figura 65: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo. ...	77
Figura 66: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo. ...	78

Figura 67: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo. ...	79
Figura 68: Análisis comparativo de las propuestas. ....	80
Figura 69: Reconocimiento del lugar .....	96
Figura 70: Levantamiento topográfico .....	96
Figura 71: Extracción de muestras .....	97
Figura 72: Ensayos de contenido de humedad .....	98
Figura 73: Ensayos de límites .....	98
Figura 74: Ensayo de granulometría .....	99
Figura 75: Equipos e instrumentos del laboratorio .....	99

## Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el análisis de estabilidad de talud en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

La metodología que se empleó de acuerdo a su tipo es aplicada, de diseño de investigación será descriptivo y con enfoque cuantitativo, la población es toda la longitud de la carretera AN 110 Cátac – Huari, la muestra tiene una longitud de 0.5 km desde el tramo 19+500 al 20+000.

Se obtuvo los siguientes resultados mediante el análisis, el modelamiento geométrico en el programa Slide V6, ingresando los datos de mecánica de suelos de los 500 metros de talud con los softwares Geo 5 y Slide V6, obtuvimos los factores de seguridad con la propuesta 1 de uso de geomallas  $F_s = 1.081$  por Bishop,  $F_s = 1.043$  por Fellenius; con la propuesta 2 de muros de gaviones  $F_s = 1.03$  por Bishop,  $F_s = 0.890$  por Fellenius; y con la propuesta 3 muros de concreto ciclópeo  $F_s = 1.50$  por Bishop,  $F_s = 1.40$  por Fellenius.

Concluyendo mediante el uso de la normativa AASHTO que indica  $F_s = 1.33$  y el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020 que indica  $F_s = 1.50$  para que un talud sea estable, siendo la mejor alternativa la propuesta 3 muro de concreto ciclópeo  $F_s = 1.50$  por Bishop, el cual cumple con la normativa y dará solución de estabilización.

**Palabras clave:** Estabilización, talud, Geo5, Slide V6, gaviones, geomallas, concreto ciclópeo.

## ABSTRACT

This research project aims to determine the slope stability analysis on the road AN 110 km 19 + 500 to 20 + 000 Recuay, Ancash, 2022.

The methodology that was used according to its type is applied, the research design will be descriptive and with a quantitative approach, the population is the entire length of the AN 110 Cátac - Huari highway, the sample has a length of 0.5 km from the section 19+500 to 20+000 kilometers.

The following results were obtained through the analysis, the geometric modeling in the Slide V6 program, entering the soil mechanics data of the 500 meters of slope with the Geo 5 and Slide V6 software, we obtained the safety factors with proposal 1 of use of geogrids  $F_s = 1.081$  by Bishop,  $F_s = 1.043$  by Fellenius; with gabion wall proposal 2  $F_s = 1.03$  by Bishop,  $F_s = 0.890$  by Fellenius; and with the proposal 3 cyclopean concrete walls  $F_s = 1.50$  by Bishop,  $F_s = 1.40$  by Fellenius.

Concluding through the use of the AASHTO regulation that indicates  $F_s = 1.33$  and the National Building Regulation CE. 020 indicating  $F_s = 1.50$  for a slope to be stable, the best alternative being the proposal of 3 cyclopean concrete walls  $F_s = 1.50$  by Bishop, which complies with the regulations and will provide a stabilization solution.

**Keywords:** Stabilization, slope, Geo5, Slide V6, gabions, geogrids, cyclopean concrete.

## I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los taludes vienen siendo uno de los peligros con mayor frecuencia en las carreteras viales, debido a su inestabilidad que posee. Un ejemplo son las infraestructuras de las carreteras en España que son muy accidentadas, debido a que es la segunda región más montañosa de Europa, siendo los taludes una obra habitual en sus vías, se han construido muchas carreteras viales con el fin de tener un mejor desarrollo económico, lo cual ha conllevado a realizar innumerables excavaciones y rellenos sobre túneles y viaducto debido a lo accidentado del terreno y las diversas condiciones geológicas de la región. Los distintos métodos de estabilización de taludes han ayudado a superar estos terrenos accidentados y a utilizar sus superficies de una manera más eficiente (Gonzalo de Vallejo, 2017).

En el Perú tenemos diversas zonas donde las carreteras tienen unas orografías muy accidentadas, lo cual debido a la inestabilidad de los taludes se ha presentado diversos problemas de deslizamiento, afectando viviendas y carreteras por todo el país. Frecuentemente ocurren en las épocas de lluvia, donde el suelo puede llegar a tener infiltraciones de humedad, en otro caso es por la falta de encauce de aguas pluviales.

En la Provincia de Recuay, en el tramo de AN 110 de la carretera Cátac- Huari, se ha presentado fallas constantemente muy habituales como deslizamientos de tierra, erosiones, debido a lo accidentado que es el terreno y a las intensas precipitaciones pluviales que hay en dicha zona, donde las lluvias son muy intensas en los meses de diciembre – mayo, lo cual es un peligro para la población de dicho lugar, y se requiere la necesidad de estabilización de los taludes para evitar muchos accidentes.

¿Cuál es el análisis de estabilidad de talud en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?

- ¿Cuál es el tipo de suelo de los taludes en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?

- ¿Cuáles son los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?
- ¿Cuál será el método más adecuado para la estabilización de talud en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?

La investigación presentada sobre análisis y propuesta de estabilización de talud será de suma importancia para la zona donde se realizará el estudio, al determinar el método propuesto ayudará a buscar una solución alterna a los desprendimientos de tierra y roca, mayormente esto se da en las épocas de lluvias, por lo cual se justifica el trabajo con la finalidad de obtener resultados que ayuden al tránsito vehicular seguro, así mismo confianza para las personas que transitan por dicha zona, posteriormente evitar desastres naturales por el desprendimiento de grandes masas de tierra y roca como actualmente se da.

A nivel teórico, el presente estudio sobre análisis de estabilidad de talud sirve como antecedente para futuras investigaciones sobre el tema, como bien se sabe en la zona sierra de Ancash sufre de constantes deslizamientos de taludes.

El proyecto a nivel social buscar dar solución a los problemas de inseguridad y retraso en el viaje para la población, también en el transporte de alimentos, medicamentos o cualquier otro tipo de comercio que requiera la población de Huarí, Recuay y Huaraz, así mismo también beneficiará a los moradores del sector Querococha que algunos se dedican a la ganadería y agricultura.

La investigación presenta justificación práctica porque es de suma importancia para el desarrollo vial de la zona, disminuir el costo de mantenimiento producido por los deslizamientos, evitar los bloqueos constantes y garantizar el tránsito seguro tanto vehicular como peatonal.

Determinar el análisis de estabilidad de talud en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

- Determinar el tipo de suelo de los taludes en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

- Identificar los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.
- Analizar el método más adecuado para la estabilización de taludes en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

La estabilización de talud garantiza una zona más segura, disminuye el índice de deslizamientos de tierra, lodos y piedras para una mejor transitabilidad vehicular y peatonal en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.

- Mediante los ensayos de laboratorio y los sistemas de clasificación S.U.C.S, se permitirá conocer el tipo de suelo.
- Mediante los factores de seguridad se identifica la inestabilidad de los taludes en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.
- Mediante el adecuado análisis a través de métodos de cálculos de estabilización de taludes, obtendremos patrones exactos para proponer el correcto sistema de estabilización del talud.

## II.- MARCO TEÓRICO

Bellorín, Palma y Darío (2019) en su tesis *Estabilización de talud en el barrio José Santos Rodríguez de la ciudad de Ocotol, nueva Segovia en la Universidad Nacional de Ingeniería*. Tuvo el objetivo de hacer un diseño mediante muros de contención con gaviones para darle estabilidad a los terraplenes, en la localidad de José Santos Rodríguez, localizado en Ocotol. (p. 4) Llegó a la conclusión que la zona posee una inclinación que tiene como pendiente de 59%, lo que significa peligro de deslizamientos, el tipo de suelo que posee según la clasificación de ASSHTO es A 2-4 y plantea que el muro de contención de gaviones tendrá las siguientes dimensiones: altura 25.3 metros, inclinación 80° y un ancho de 35 metros, con este diseño se evitará sucesos dañinos como deslizamientos de tierra en dicha localidad (p. 47).

Manrique y Tigrero (2019) en su tesis *Análisis de estabilidad de taludes a partir de la evaluación geomecánica del macizo rocoso en Anconcito, Provincia de Santa Elena en la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Tuvo el objetivo de evaluar la estabilidad del talud en la zona de estudio, basado en el estudio geomecánico estratigráfico de las rocas encontradas en el área de estudio, donde describen las áreas críticas y propone una alternativa de modelo con estabilidad, para que se implante obras con el fin de prevenir accidentes. (p.8).

Llego a la conclusión que, mediante el análisis se logró reconocer su litología, en el cual existe un nivel elevado de descomposición de las rocas iniciales y el terreno posee nivel bajo de resistencia. Con el valor de 51 hallado en el Slope Mass Rating, se deduce que los grupos de las discontinuidades son totalmente inestables, debido a las características que conforma el talud es necesario la estabilización, mediante el uso de obra frecuentes en la localidad, como la construcción muro de gaviones y así disminuir la erosión en la base de la pendiente, añadiendo una protección costera (rompeolas) que reducirá la energía de la ola cuando rompa en las rocas (p.140).

Astudillo y Parra (2015) en su tesis *Diseño de alternativas de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle – La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca en la Universidad del Azuay*. Tuvo el objetivo de diseñar dos propuestas con muro de contención para darle la estabilización

adecuada a dicha zona, que la mejor propuesta será elegida tomando en cuenta estos factores: mecánica de suelo, accesibilidad técnica y económica (p. 22). Llegó a la conclusión que mediante el estudio geotécnico, el terreno posee en su cimentación materiales deficientes, con respecto a esto se plantea, que se emplee un componente que mejore el terreno del relleno del muro, esto conlleva a que en la propuesta 1 se estime 1.5 metros de relleno en el terreno de la cimentación, esta propuesta 1 fue la más indicada para emplearla en el proyecto, ya que también obtuvo mejor accesibilidad económica con un monto de \$16,829.77 y mediante el estudio técnico se plantea que para una altura de 5 metros, se justifica diseñar muro de hormigón con concreto ciclópeo (p.116).

Vergara (2018), en su investigación *Estabilidad de talud por tres métodos: Gaviones, Geomalla, y muro de contención en el centro poblado de San Juanito Alto distrito de Guadalupito, Viru, la libertad*. Busca proponer el método más adecuado para los problemas de deslizamiento de las piedras, rocas y tierra provocados mayormente en las épocas de lluvia, infiltraciones y desbordes de aguas de regadíos, siendo un peligro latente para los habitantes del lugar, por lo cual se plantea el método más apropiado entre el uso de Geomalla, Gaviones y muro de contención. (p. 04). En su objetivo esta establecer una mejor propuesta de estabilización de taludes en el centro poblado San Juanito Alto, así mismo realizar un diagnóstico detallado de la zona como tipo de suelo y esfuerzos existentes sobre el área de estudio (p. 49).

En su conclusión sugiere usar el método de Geomalla en el tramo 0+00 al 0+35 km, mientras que en el tramo 0+35 al 0+100 km proponer el uso de Gaviones o muro de contención, se llegó a esas conclusiones teniendo en cuenta diversos análisis y el estudio de mecánica de suelos (p. 88).

García (2017), en su tesis *Estabilidad de taludes de la carretera PE-3n, Km 263+100, Huánuco, Perú*. Busca dar una alternativa para solucionar de manera técnica y sea económicamente accesible para el estudio, usando el software Geo-Slope se analizará la estabilidad de los taludes y factor de seguridad del terreno. (p.19). El objetivo del estudio es evaluar un sistema para la estabilización de taludes que brinde seguridad y estabilidad a largo plazo en el tramo Pe 3N. Km 263+100

(p.25). Sus conclusiones fueron que es viable proponer muros revestidos con geosintéticos como respuesta alternativa para la estabilización de taludes, previamente analizado en las situaciones constructivas y geotécnicas, un muro revestido con geosintéticos prácticamente el funcionamiento es igual o superior que otros métodos de estabilización de taludes, incluso utilizando materiales de la misma zona resultaría más económico (p. 171).

Camavilca (2019), en su investigación *Análisis de estabilidad de talud y propuesta de estabilización en el km 93+000 de la carretera central, distrito de San Mateo, Huarochirí, Lima*. En su objetivo lleva a cabo pruebas de estabilidad de talud para identificar el mejor método de estabilización, así mismo realizar estudios de mecánica de suelos e identificar el factor de seguridad y zona de riesgo (p.40). Obteniendo resultados de los estudios que se realizaron llegó a la conclusión que el mejor método de estabilización se debe de realizar con muralla de gaviones, esta propuesta cumple con la necesidad práctica y económico del estudio. Considerando que el material a emplearse se encuentra en la zona de estudio y es más fácil de reponer ante un daño o deterioro por el tiempo. También indica que mediante un análisis de estudios de suelo y topográfico se determinó el tramo más crítico del terreno, con ayuda el programa Slide V.6.0. (p. 111).

Análisis es una técnica objetiva de interpretación de datos, lo cual debe ser válida, sistemática y replicable, recogida mediante la observación, documentación, filmación, etc. (Fernández, 2002).

Se entiende por talud a todo terreno con superficie inclinada con relación a la horizontal, que ha adquirido el terreno ya sea de manera natural o mediante una obra hecha por el hombre. Cuando el talud posee una inclinación grande, puede ocurrir una falla en dicha inclinación, originando que la tierra se deslice hacia la parte inferior, la fuerza impulsora es superior a la resistencia al corte del terreno en toda la longitud de la superficie de falla (Isaza, González y Domínguez, 2022).

Para mencionar estabilidad, se tiene que saber el factor de la altura crítica que posee el talud, para una determinada característica de ingeniería y suelo. Para hacer un análisis de estudio de estabilidad de un talud se debe de determinar los siguientes factores: las filtraciones, superficies de falla, resistencia del terreno, establecimiento de las características del talud, niveles freáticos y encontrar una superficie de falla para el cálculo de su coeficiente de seguridad, por último, mediante este coeficiente se podrá definir la superficie de rotura crítica (Mesa y Tejeda,2018).

Las principales evidencias de inestabilidad en los taludes es la presencia de hundimiento en la parte de arriba del talud y las fisuras a tracción. Los factores habituales causantes es el agua, movimientos sísmicos, meteorización y erupciones volcánicas y también las intervenciones del hombre. (Delgado, et al, 2006).

Es el resultado de una mezcla de agentes como, las erosiones, el tipo de relieve, las características geológicas, los sucesos tectónicos presente en el terreno. Estos acontecimientos de falla en tiempos duraderos de infiltración, son aplicados al desarrollo de la humedad en la parte interior del talud, esto conlleva a que la resistencia de esfuerzo cortante generada por la aspiración, se va reduciendo gradualmente (Mora y Rojas,2012).

Se describe como la acción de movimiento en la inclinación del talud, de forma inesperada o despacio, constituida por componentes como rocas, flora, suelo o materiales artificiales que posea. Es considerado unos de los sucesos geológicos más dañinos para la población. Presenta factores activos (como los movimientos sísmicos y las precipitaciones pluviales) y factores pasivos (que conllevan a que se produzca un deslizamiento (contenido de humedad presente en el suelo, el relieve, las características de las rocas) (Amores et al, 2015).

En la mayoría de los procedimientos que tienen condición determinística, la firmeza de un talud se determina en base al factor de seguridad, que se halla entre la relación de resistencia al corte que posee la zona de deslizamiento y la esencial

para tener la estabilización, en el cual se considera invariable en la totalidad del terreno de deslizamiento (Escobar y Valencia,2012).

Cuando se ha definido las características de resistencia al corte del terreno y las características del talud en geometría, podemos continuar a encontrar el factor de seguridad (FS) con la siguiente fórmula.

$$FS = \sum Sr / \sum Sm$$

Donde:

$Sr$  = fuerza cortante resistente

$Sm$  = son todas las fuerzas cortantes en movimiento en la totalidad del espacio del terreno de falla.

De acuerdo a la consideración de trabajo se determina un factor de seguridad eficiente, tanto para talud de carretera y presa (Mesa, Álvarez y Chavez,2020).

Es el esfuerzo cortante superior que el terreno llega a tolerar. Para el estudio de seguridad y firmeza del talud hay dos clases de resistencia al corte que es la resistencia no drenada y drenada. La primera resistencia es usada en el estudio con esfuerzos parciales, mientras que la segunda resistencia es usada en el estudio con esfuerzos positivos (Vega y Velásquez, 2020).

Es una situación complicada y dinámica, figura como unos de las altas consecuencias de degradación de masas en el mundo. Impacta no solo en las cualidades geomorfológicas de un espacio o área, sino que también cambia su fertilidad, naturaleza, eficacia y medida de diversos recursos (Alvarado,2021).

El nivel de rotura de un sólido rocoso se define por la cantidad de parentesco de discontinuidades, por la separación de discontinuidad y la medida de la ranura en las diaclasas. Se indica que las roturas en los sólidos rocosos es el producto de la deformidad en mayor grado donde hubo aflojamiento de energía y se ocasionaron distanciamiento de enormes masas de rocas (Ayala y Requena, 2011).

Cuando se produce un movimiento sísmico se provocan energías inerciales en el fondo de las laderas, esto hace que se eleve los esfuerzos cortantes que actúan sobre el terreno de resbalamiento, esto puede producir desprendimientos de masas, aluviones, flujos de tierra dependiendo de las propiedades de suelo, capa freática, clase de flora, la intensidad del sismo y su longitud al foco del sismo (Cuanalo, et al.,2006).

Son suelos que en sus espacios vacíos están llenos de agua. Bajo este punto, el agua ejerce fuerza positiva, en magnitud y las mismas orientaciones, a esto se le llama presión en los poros en relación al agua. (Meza, 2012).

Los taludes que estuvieron estables por mucho tiempo pueden llegar a errar de forma sorpresiva a causa de un movimiento sísmico, la topografía de la zona, variación en la estructura del suelo y resistencia, también por corrientes de agua subterránea. Los taludes se logran juntarse en tres clases generales: los que son de laderas naturales, muros de contención y terraplenes (Suarez, 1998, p. 02).

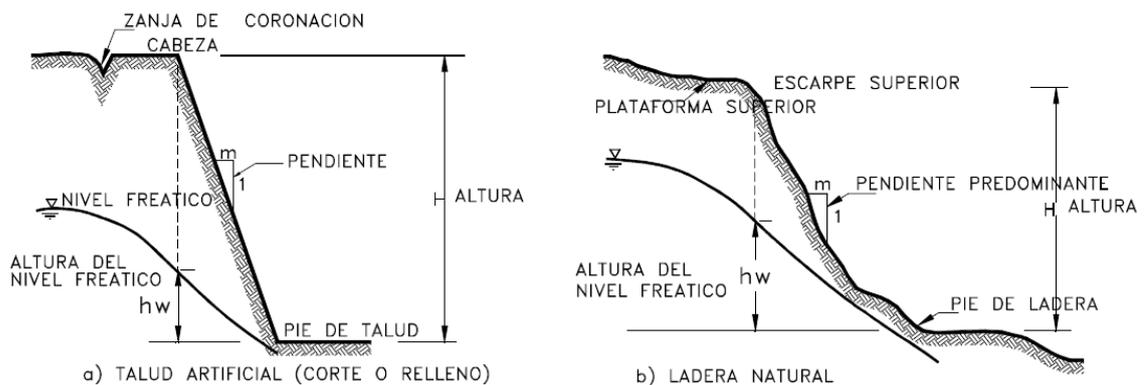


Figura 1: Nomenclatura de taludes natural y artificial

Fuente: Suarez, 1998.

**Altura de talud:** Es la longitud vertical del talud que esta entre el pie y cabeza.

**Pie de talud:** Es el inicio con pendiente hacia la parte superior.

**Cabeza de talud:** Es la parte superior o escarpe del talud con pendiente hacia la parte inferior.

**Pendiente de talud:** Es la inclinación del talud, medida en porcentajes o grados con respecto a la horizontal.

Las fallas en los taludes generalmente se dan hacia afuera y caen según el comportamiento de los materiales que confirman el talud, como roca, relleno o suelo natural, también el conglomerado de todos. El proceso ocurre principalmente a lo largo de la superficie del talud en falla, sea por caída, erosión, flujos o movimientos de todo el talud en masa. Algunos fragmentos del talud pueden desplazarse hacia arriba, mientras que otros hacia abajo (Suarez, 1998, p. 03).

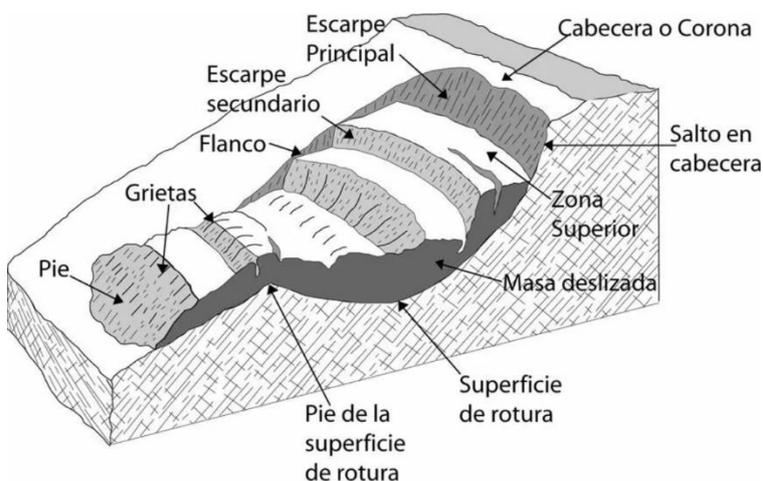


Figura 2: Procesos de movimientos, deslizamiento

Fuente: Geotecnia, 2020.

En el proceso de movimientos de falla se debe considerar cuatro etapas, que son las siguientes.

- Etapa de desperfecto o antes que suceda la falla estando el suelo intacto.

- Fase donde se caracteriza la falla por la formación de superficie de falla o en el movimiento de material importante del talud.
- Periodo post-falla, involucra el deslizamiento desde el instante de la falla hasta el preciso momento en el cual se suspende totalmente.
- Etapa donde pueden suceder las etapas anteriores o una reactivación de movimiento de falla en el talud.

Al darse el deterioro en un talud se da el lugar a la urgencia de construcción de obras o mantenimiento para la estabilización, así evitar expansión y profundas fallas. Cuando el talud es modificado y cortado sea para la construcción de vías o infraestructuras, surge un cambio interno en los esfuerzos de confinamiento volviéndose más vulnerable, con una exposición al medio ambiente cambiando la posición de equilibrio del talud por un deterioro inmediato en un corto plazo. El deterioro del talud abarca la variación química y física de los materiales y en su proceso de desprendimiento. Esto quiere decir, que existe una alternación mecánica, el efecto de relación en los esfuerzos internos y la abrasión. Cuando esto ocurre se da inicio a las fracturas que puedan llegar a conducir la caída de grandes bloques de tierra, roca o colapso parcial del talud (Chávez y Guardado, 2008, p. 05).

Es la declinación de granos individuales de los bloques del talud con desintegración física. Para la caída de granos depende de la fuerza de las formaciones intergranulares y microgrietas. Cuando esto sucede, puede existir un debilitamiento en el soporte, depósitos de sedimentos dentro de las estructuras de drenaje y posterior colapso en pequeña dimensión.

Son caídas de material laminoso del volumen de roca, puede mostrar la fisilidad, litología o la penetración del proceso de meteorización. Estas caídas en láminas de roca no constituyen un peligro, pero generan una acumulación de sedimentos al pie del talud.

Surgen prismas o pequeñas placas con dimensión de 50 mm, que podrían causar deslizamiento o pandeo. La inclinación puede ocasionar un proceso de deterioro o movimiento del talud, posteriormente caer bloques de tierra o piedra que podrían significar una amenaza notable, causando daños en los pavimentos, canales de drenaje o en peor de los casos creando taludes en peligro.

Estas pueden desprenderse por gravedad, en ocasiones en bloques individuales de roca de diferentes dimensiones, produciendo inestabilidad y deterioro en la estructura del talud. Con frecuencia se dan en taludes con pendientes altas, ya sea con caída de bloques compuestos o fracturados (Vargas, 2000, p. 45).

Se produce por caída de bloques de diferentes dimensiones constantemente, generando una amenaza significativa y creando grandes amontonamientos de material al pie del talud.

Para la caída de grandes bloques de roca es difícil de predecir su origen, es causado por el debilitamiento del volumen de roca perteneciente al talud, forzado por la fragmentación y baja resistencia del talud o condiciones del terreno.

Se agrupa junto a la cohesión que ocurre en los materiales del talud, compuestos principalmente de arenas y limos, al existir presencia de arcilla, pierden su cohesión dada. Al darse el proceso, la erosión se incrementa en las capas de arena y limo que cubren la capa de arcilla (Chávez, Blanco y Watson, 2008, p. 05).

Son movimientos lentos o acelerados, esto dependerá de las características del talud y su altura o pendiente. También influye considerablemente el contenido de líquido y humedad en el talud, generalmente se conoce con el nombre de flujos de componentes disgregados (Trujillo y Ramos, 2014, p. 30).

Estos colapsos se dan por la falta de resistencia vertical del talud, colapsan bloques de diferentes dimensiones que representan una gran amenaza según su magnitud y fuerza de colapso.

Esto se produce en taludes naturales como consecuencia a la baja resistencia a esfuerzos cortantes, producidos por la presencia considerable de agua, también

por la pérdida de resistencia del talud (Almanza, Gonzales, Fuentes, Rojas, Sáenz y Mitre, 2015, p. 22).

Esto se produce cuando existe eventos sísmicos, ocasionando agrietamientos en materiales estables, rígidos y frágiles del talud. Ante este caso, el talud puede perder resistencia considerablemente, por movimientos espectrales (Cordero, 2012, p. 27).

El talud constantemente está bajo esfuerzos de cortante o compresión tiende a deformarse y eso con el transcurso del tiempo genera una fatiga en los materiales del talud.

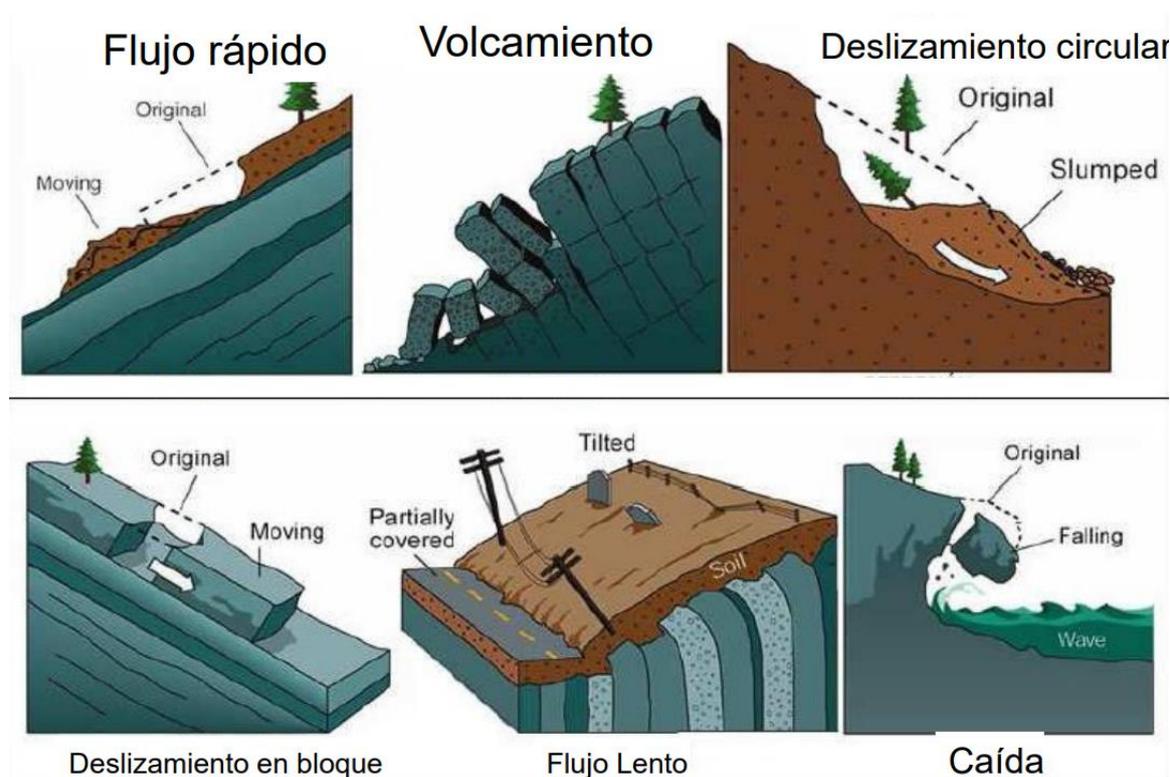


Figura 3: Talud en proceso de deterioro

Fuente: López, 2016.

Esto ocurre cuando se desprenden grandes bloques de material de un talud con una pendiente muy elevada con respecto a su superficie, estas caídas de bloques ocurren rodando o por caída libre (Garnica y Pérez, 2012, p. 32).

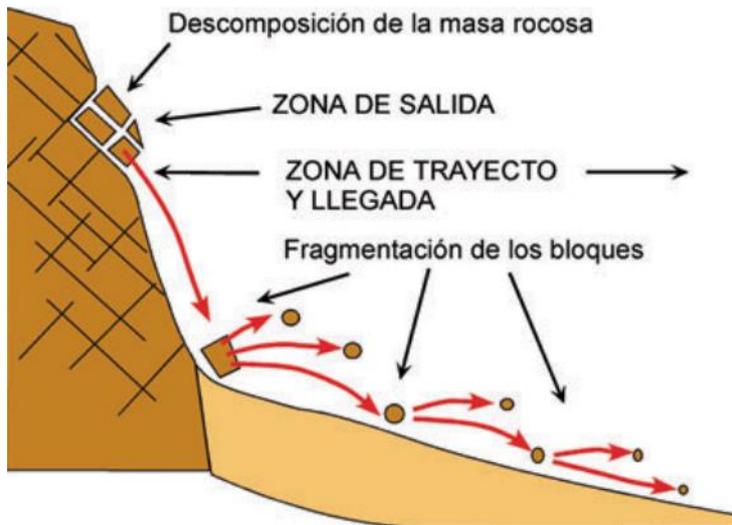


Figura 4: Caída de roca por gravedad

Fuente: Copons, 2007.

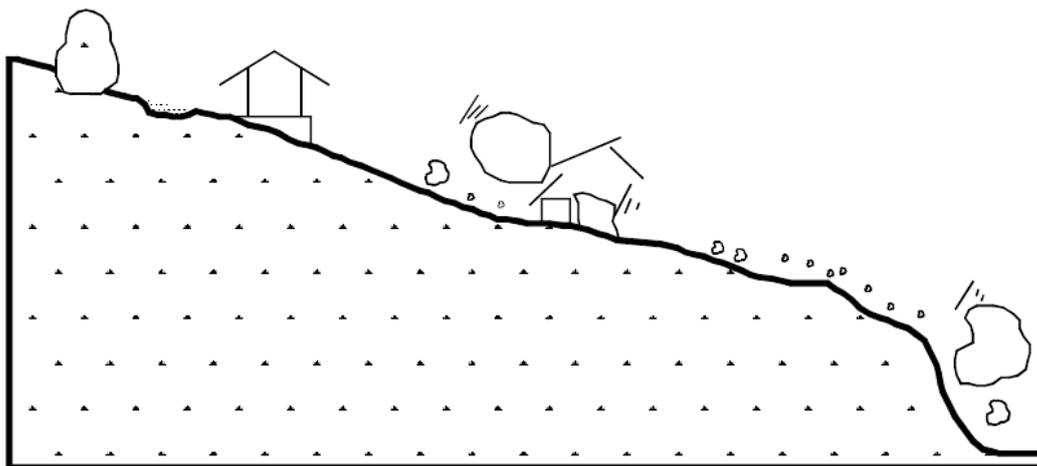


Figura 5: Caída de roca por rodamiento

Fuente: Suarez, 1998.

Consiste este tipo de movimiento, en una rotación hacia el frente de uno o varios bloques de material con centro de giro inferior del centro de gravedad del bloque de material en volteo. El volteo puede llegar ocasionar un derrumbe del talud o falla (Almaguer y Guardado, 2006, P. 09).

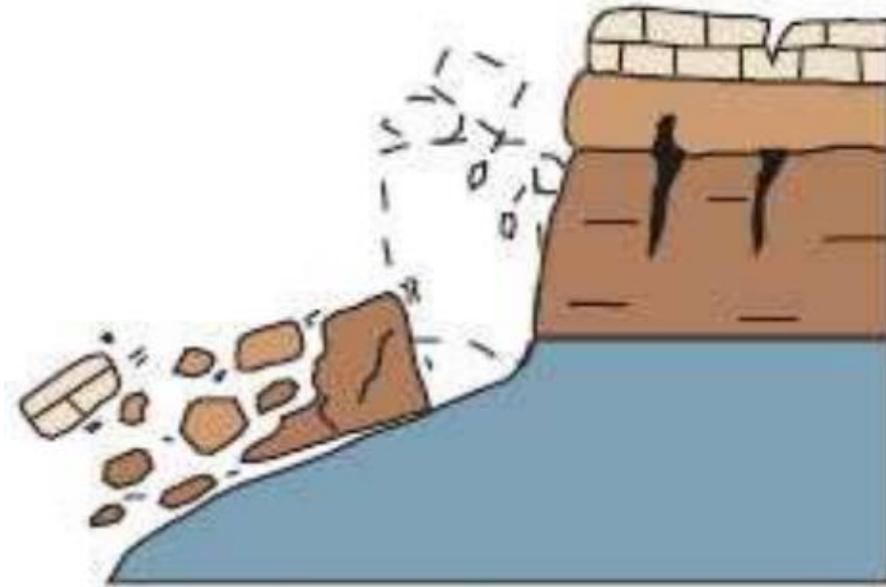


Figura 6: Inclinación o Volteo de materiales.

Fuente: Garnica y Pérez, 2012.

Este proceso consiste en movimientos demasiados lentos de la subsuperficial del suelo cuando en la superficie la falla no está definida, constantemente este tipo de movimientos son unos pocos centímetros de desplazamiento afectando a grandes áreas de terreno. Este proceso corresponde a alteraciones climáticas con suelo frágil o alterado (Jiménez, 2015, p. 21).

Los deslizamientos son procesos naturales que desestabilizan el terreno por efecto de cortas, deforestación o relleno.

Este tipo de movimientos radica en un desplazamiento de corte respecto a la superficie, es fácil detectar sobre todo en una superficie delgada. Los deslizamientos se dan de una forma progresiva gradualmente y se mueven en masas semindependientes (Earle, 2021).

Existen dos tipos de corrimientos:

- Corrimiento rotacional
- Corrimiento de traslación

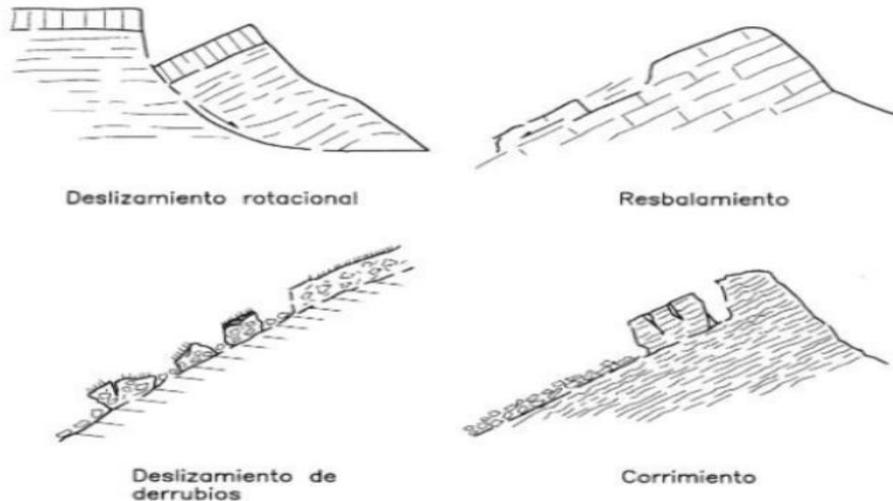


Figura 7: Deslizamientos en taludes con suelos frágiles.

Fuente: García y Corominas, 1997.

Esto sucede en masas del terreno considerablemente rígida, que tienen un desplazamiento cauteloso generando vuelcos o hundimientos con referencia a su posición original. Este tipo de movimiento es complicado de clasificar, es necesario tener un análisis detallada de sus propiedades (Chacón, 2012, p. 76).

El acontecimiento de flujo está básicamente relacionado con la saturación de materiales subsuperficiales. En algunas ocasiones absorben agua rápidamente cuando son alterados o agrietados por causa de un deslizamiento inicial y esto a su vez conduce a la formación de flujo. Dentro de un flujo hay movimientos relativos de partículas o de bloques pequeños dentro de la superficie de falla del talud. (Copons y Tallada, 2009, p. 04).

Existen algunas acciones de flujo las cuáles son:

- Flujo en roca
- Flujo de residuos
- Flujo de suelo
- Flujo de todo

Se puede caracterizar por los materiales que componen un movimiento de talud

- Roca: es un material firme y duro que está intacto en su lugar antes del comienzo de un movimiento.
- Residuos: se determina residuos al suelo con un terreno que posee un porcentaje no menos al 20% de material grueso.
- Tierra: es un material de deslizamiento que contiene más del 80% de partículas menores a 2 mm incluyendo arcillas y arenas.

Hay cuatro términos que definen humedad: seco, húmedo, mojado y muy mojado

Se refiere al movimiento que inicia en un punto específico y progresa en varias direcciones, estos desplazamientos podrían ser; progresivos, re-progreivos, ampliándose, alargándose, disminuyéndose y confiado (Suarez, 1998, p. 25).

Es de gran importancia porque tiene influencias sobre la capacidad destructiva de un deslizamiento. En ocasiones puede causar catástrofes, muertes y desastres.

- Activo: cuando el deslizamiento se está moviendo actualmente.
- Reactivo: el movimiento vuelve a estar activo después de un periodo de estar inactivo.
- Suspendido: deslizamiento que estuvo activo años atrás y actualmente se encuentra inactivo.
- Inactivo: deslizamiento que lleva muchos años sin actividad.
- Dormido: movimiento aparentemente inactivo.
- Estabilizado: deslizamiento controlado por obras civiles.

Cuando se realiza cortes de secciones en el talud, va depender mucho de las propiedades geomecánicas del terreno, ya sea por la altura, estratigrafía, inclinación. Con el respectivo estudio de mecánica de suelos se determinará qué tipo de estabilidad se realizará. (M.T.C, 2018, p.236)

Algunas referencias de corte para taludes:

Tabla 1 :Referencias de corte (Relación H: V)

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 - 10 m	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
	> 10m	1:08	1:2	*	*	*

Fuente: Elaboración propia a base del manual de carreteras (MTC)

Los Métodos de Equilibrio Limite son unos de los métodos más utilizados en comparación al método de cálculo en deformaciones, por ser muy extensos y caros en su elaboración, mientras que los métodos de equilibrio limite son extensamente comprobados en su aplicación, y se saben cuáles son sus límites y niveles de seguridad. En la mayoría de métodos la seguridad que posee un talud se mide por el cálculo del factor de seguridad en la superficie. (IGME y EPTISA, 1987)

En este Método de Fellenius o de las dovelas el análisis se acepta terrenos con daños circulares, se realiza el siguiente procedimiento:

- Se fracciona la zona de falla en rebanadas verticales.
- Se halla las fuerzas que actúan para cada una de las rebanadas.
- Luego se procede a sumar las fuerzas obtenidas para cada rebanada, y este valor sería el factor de seguridad.

Fuerzas que se ejercen sobre una dovela son: (ver fig. 8).

- La masa, esta fuerza se descompone en fuerza normal al plano de falla y una fuerza tangencial.
- Las fuerzas de fricción y cohesión que se comportan de manera tangencial al plano de falla.

En el análisis por Fellenius son obviadas las fuerzas cortantes que se ejercen en las paredes que se encuentra entre las dovelas y la presión del suelo.

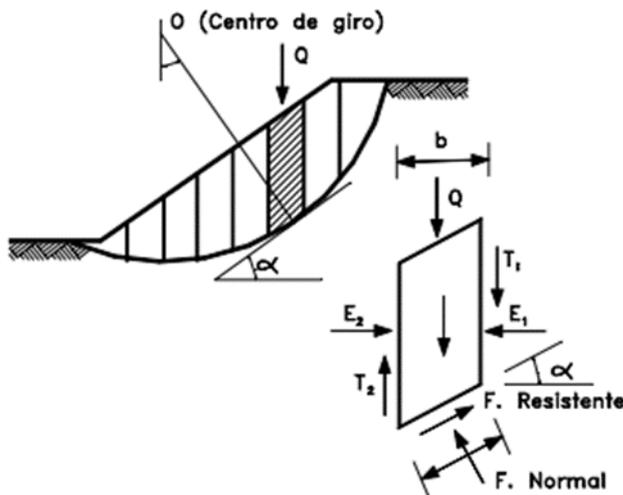


Figura 8: Fuerzas que se ejercen en una dovela.

Fuente: Sanhueza y Rodríguez, 2013.

Fellenius encuentra el factor de seguridad mediante la fórmula:

$$F.S. = \frac{\Sigma [C' b \sec \alpha + (W \cos \alpha - u b \sec \alpha) \tan \phi]}{\Sigma W \sin \alpha}$$

$\alpha$  = ángulo del radio del círculo con daño con la perpendicular, bajo el centroide de todas las rebanadas.

$W$  = masa total de cada rebanada

$u$  = presión de poros =  $\gamma_w * h_w$

$b$  = anchura de la rebanada

$C', \phi$  = factor de resistencia de la tierra.

Bishop enseñó un análisis empleando dovelas y considerando su impacto de fuerza entre ellas. El resultado de este análisis es bastante dificultoso y por ende emplean la forma simplificada de su análisis, con la siguiente fórmula.

$$F.S. = \frac{\sum [C' b + (W - ub)] \tan \phi' / ma}{\sum W \sin \alpha}$$

Donde:

$$ma = \cos \alpha \left( 1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F.S.} \right)$$

b = anchura de la dovela

W = masa total de cada dovela

u = presión de poros (base) por cada dovela =  $\gamma_w * h_w$

C',  $\phi$  = factor de resistencia de la tierra

$\alpha$  = angulo del radio con la vertical de cada dovela

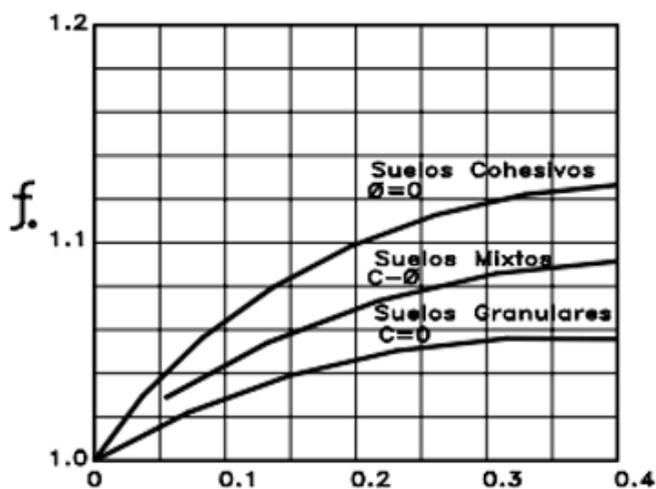


Figura 9: Diagrama para determinar el factor  $f_0$

Fuente: Suarez, 1998.

Para establecer el equilibrio de un talud, se incluye el valor del factor de seguridad, mediante el cual se produce la estabilidad de esfuerzos (Sanhueza y Rodriguez,2013).

$$F.S = \frac{f_0 * \Sigma \left\{ [c + b + W * \tan(\phi)] * \frac{1}{\cos(\alpha) * m * a} \right\}}{\Sigma W * \tan(\alpha)}$$

El uso de muro de gaviones es muy común para estabilizar taludes en el área de la construcción, por su alta durabilidad y resistencia. Su estructura es fabricada en llama metálica muy resistente en forma rectangular tipo canasta en donde se introducen rocas de diferentes tamaños.

Los muros de gaviones no permiten acumular tensiones por presión hidrostática, es muy fácil que se atravesase el agua y permite integrarse al medio ambiente con desarrollo de la vegetación.

El uso de gaviones es diverso, entre ellos están para proveer el control de la erosión a ríos, para la estabilidad de taludes, edificaciones estructurales, crear barreras acústicas, contrarrestar deslizamiento y entre otras aplicaciones que se requieran porque son duraderas, rentables y de alta resistencia.

- Gaviones tipo caja: Estos gaviones son de forma rectangular, precisas para construcción de estructuras de seguridad y protección de alguna superficie. El comportamiento y trabajo de los gaviones tipo caja es excelente, al permitir una construcción uniforme, dúctil, permanente y de alta resistencia con una larga vida. Estos son armados por una red tipo malla metálica, llenados de rocas de distintos tamaños y sus dimensiones varía entre 0.50m a 1.00m (Piñar, 2008, p. 10).

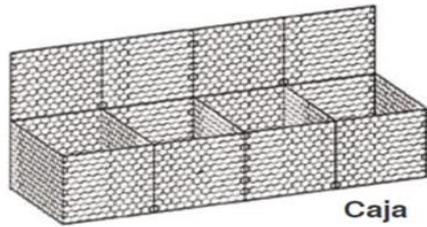


Figura 10: Gaviones tipo caja

Fuente: Piñar, 2008.

- Gaviones tipo colchón: Este tipo de gaviones está hecha por alambre, pero a diferencia de los demás es que su altura es menor a 0.5m. Es construido para proteger y mejorar mares, ríos, construcción de autopistas, control de erosión y construcción de vías férreas (Pérez, 2017)

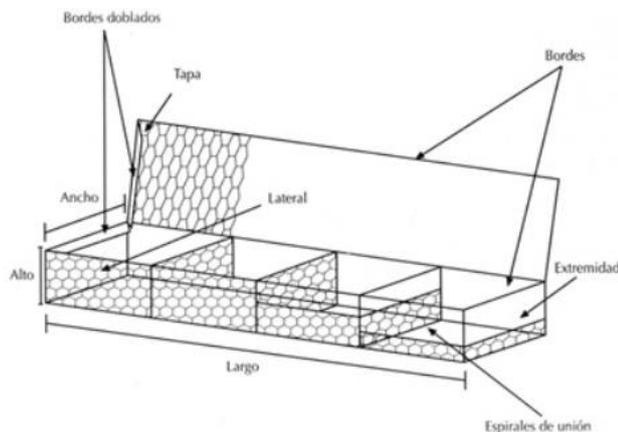


Figura 11: Gaviones tipo colchón

Fuente: Pérez, 2017.

- Gaviones de tipo saco: Este tipo de gaviones es de forma cilíndrica, también hechos de malla de acero hexagonal, estos gaviones tienen un buen comportamiento cuando es apoyado sobre el suelo de baja resistencia, sirven para evitar asentamientos de la estructura (Gaviones, 2015).

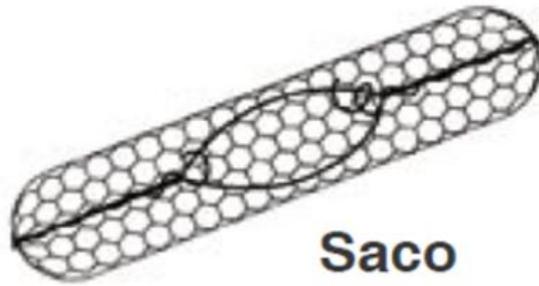


Figura 12: Gaviones tipo saco

Fuente: Gaviones, 2015.

Entre las ventajas tenemos que son muy fáciles de construir y son de alta resistencia, también la ejecución tiene un bajo costo, disminución del tiempo de construcción, mejor adaptación con el medio ambiente, fácil de compatibilizar con diferentes tipos de suelos.

Es un tipo de geosintéticos, formados por un conjunto de costillas conectadas y con aberturas que brindan resistencia a la tensión del suelo; su función principal es el mejoramiento de terreno y estabilización de taludes con pendientes altos.

El uso de geomallas facilita que un terreno no pueda recibir grandes cargas y que a su vez distribuirlo de forma uniforme por el suelo. Mayormente son fabricados del material polietileno de mayor densidad, utilizando métodos de extrusión que facilitan su larga durabilidad (Geoaceoblog, 2019).



Figura 13: Estabilización con geomallas

Fuente: Geoaceoblog, 2019.

Principalmente para este estudio será para la estabilización de talud, también ayuda a que los suelos tengan una mejor integridad estructural ante terrenos con pendientes altos. Las geomallas permiten que el suelo se mantenga en el lugar y ángulo deseado, brindando apoyo en la construcción de carreteras mediante estabilización de taludes para un mayor acceso.

Hay tres tipos de geomallas cada uno está diseñado para cada tipo de uso en la construcción:

- Geomalla uniaxial: usado con el propósito de soportar tensiones en una sola dirección.
- Geomalla biaxial: está diseñado para que exista equilibrio en los esfuerzos que están sometidos en ambas direcciones, ejes (x, y).
- Geomalla triaxial: brinda una mejor rigidez en el plano, diseñada para soportar esfuerzos en diferentes direcciones.

Son ideales para reforzar suelos gracias a sus propiedades hidráulicas y mecánicas, también ayudan a la revegetación en toda la zona empleada. La ventaja más importante de este método es, permitir el drenaje continuo y sin bloqueos de las aguas filtrantes o pluviales. (Icochea, 2019)

Estos muros están constituidos con concreto del 60% y un 40% en volumen de rocas duras. Tienen la finalidad de contrarrestar la inestabilidad de taludes, permiten la contención de desprendimientos de tierra o rocas. La construcción de este tipo de muros ayuda al soporte de grandes esfuerzos dinámicos y estáticos que ejerce el propio talud (Barros, 2005, p. 07).

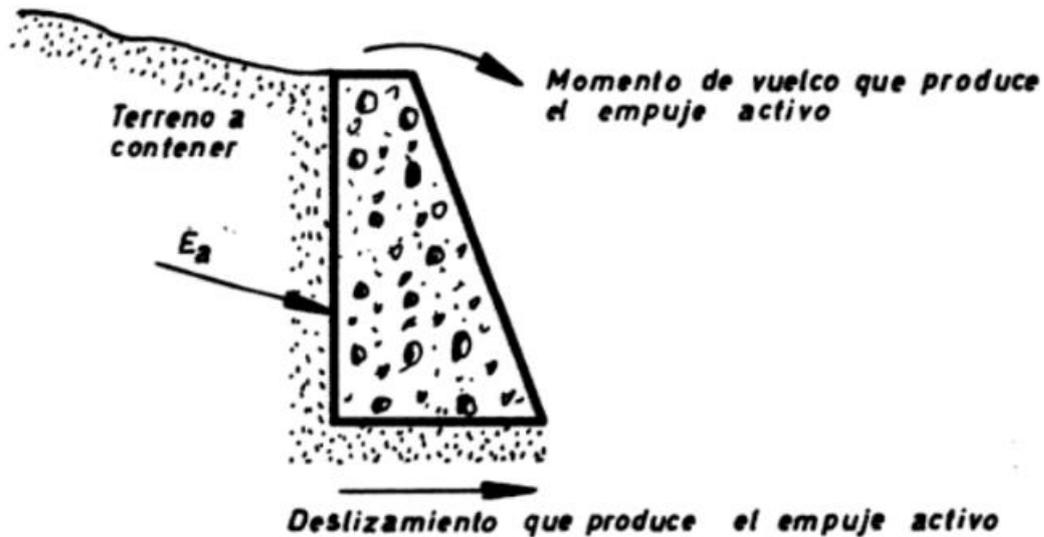


Figura 14: Muro de concreto ciclópeo

Fuente: Barros, 2005.

- Los materiales que se requiere para realizar los muros de concreto ciclópeo son fáciles de adquirir, incluso las piedras que se usan podrían encontrarse en la zona de trabajo.
- Para su ejecución no se requiere de mano de obra calificada, basta con buen monitorio de un profesional.
- Los equipos y herramientas para su ejecución son económicos de adquirir.
- Tiene alta resistencia antes empujes laterales.

### III.- METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, se basa en utilizar los conocimientos obtenidos, y a la par adquirir otros, mediante la sistematización en la práctica fundamentada en la investigación. La aplicación de los conocimientos y el resultado de la investigación nos brinda tener un producto organizado y sistemático de percibir la realidad (Vargas, 2009).

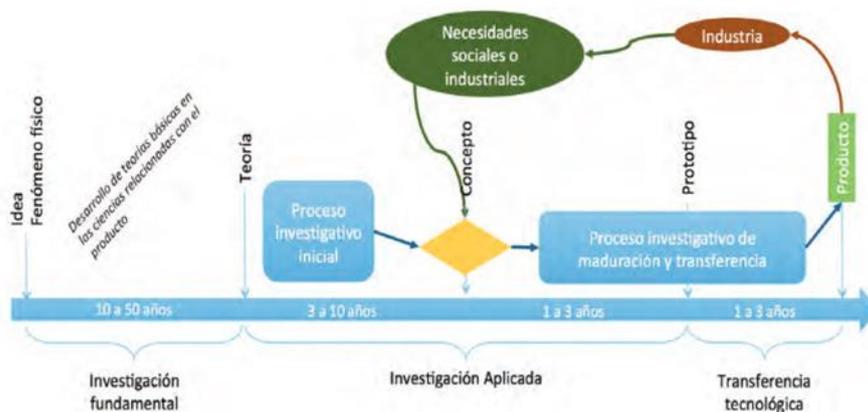


Figura 15: Proceso de producción de conocimientos.

Fuente: (Lozada, 2014)

##### Diseño de investigación

El diseño de investigación será descriptivo (no experimental), ya que se formula los conocimientos en base a la realidad, sin obtener o añadir modificaciones. Este tipo de diseño consiste en mirar y anotar o indagar y anotar, tal cual sin modificar. (Rojas, 2015)

La investigación de diseño descriptivo, es la más cercana a lo real del fenómeno de estudio, ya que su fin es definir lo que está sucediendo en la realidad, y aplicar los conocimientos sin modificaciones o alteraciones del fenómeno. (Cardona, 2015)

## **Enfoque**

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, donde aplica la recolección, procesamientos y análisis de información para corroborar las hipótesis, por medio de la utilización del método estadístico en base a mediciones numéricas, lo cual facilita al averiguador a plantear patrones y averiguar los distintos principios teóricos que justificarían estos patrones (Ramos, 2015).

El enfoque cuantitativo utiliza un modelo estructurado, consiste en la participación y empleo de la variable o variables del investigador, sus técnicas para obtener los datos pueden ser: preguntas, observación, indagación teórica. Obtiene la información numérica en base a las hipótesis del fenómeno (Jiménez, 2020).

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable cuantitativa 1:**

- Talud: es todo terreno con superficie inclinada con relación a la horizontal, que ha adquirido el terreno ya sea de manera natural o mediante una obra hecha por el hombre.

#### **Variable cuantitativa 2:**

- Estabilización: Se define como el procedimiento en el cual se mejora las condiciones del suelo, para que obtenga propiedades estables, en base a las características del medio ambiente de servicio. (Rivera y et al, 2020)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

La población es toda la longitud de la carretera AN 110 Cátac – Huari.

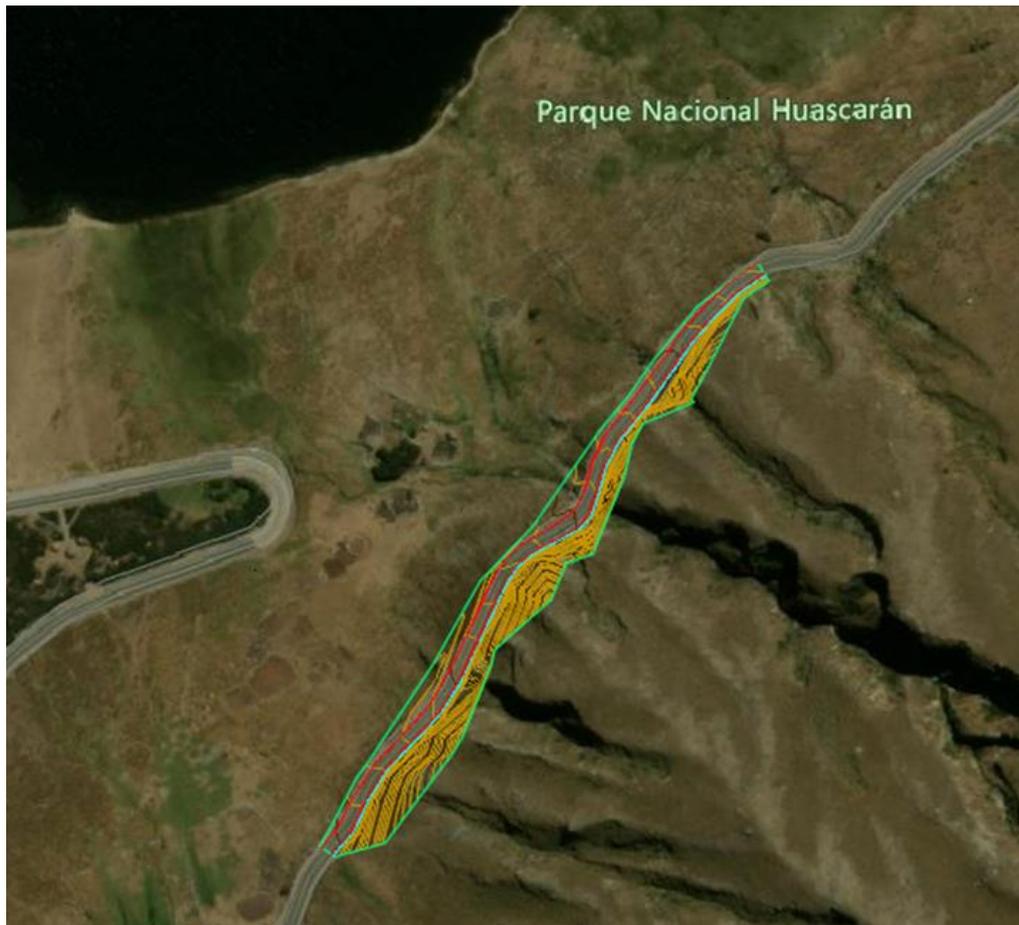


Figura 16: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google EARTH

**Muestra:**

Para la muestra, en la carretera AN 110 Cátac - Huari, hemos considerado para el análisis de estudio, desde el tramo 19+500 al 20+000, con una longitud de 0.5 km.

**Muestreo:**

Se empleó el tipo de muestreo no probabilístico, ya que se escogió por conveniencia el método más favorable para estabilizar el talud.

**Unidad de muestra:**

Para esta investigación la unidad de muestra será el talud.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica que se utilizará en este estudio de investigación es la observación participante y no participante, participante porque vamos a observar, tocar, los instrumentos para realizar los ensayos del laboratorio y no participante porque, en los ensayos de contenido de humedad para el secado en el horno, cuando la muestra está dentro del horno no tiene intervención directa de los investigadores.

El instrumento principal será la recolección de los datos a través de la observación para el análisis de estabilización de talud.

### **3.5. Procedimientos**

**Primero:** Reconocimiento de la zona donde se llevará a cabo el estudio y fijación de puntos específicos para realizar las calicatas.

**Segundo:** Levantamiento topográfico y excavación de las calicatas.

**Tercero:** Análisis de muestras en el laboratorio de mecánicas de suelos.

**Cuarto:** Dibujo de las curvas de nivel y perfiles en Software.

**Quinto:** Análisis matemático de los métodos propuestos.

**Sexto:** Obtener los resultados y plantear el método más adecuado, realizar las conclusiones y recomendaciones.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Al concluir con la obtención de datos, realizados los trabajos de campo, la topografía, se procederá a graficar las curvas de nivel, pendientes y perfiles en el programa Civil3D, también se graficarán las áreas del talud, fallas con el software Geo5 y Slide V.6.

Obteniendo los resultados de laboratorio de suelos y con la información de la topografía, se procederá al análisis de los 3 métodos, gaviones, uso de geomallas y muro de concreto ciclópeo. Para finalizar se da a conocer el método de estabilización de talud más adecuado para el terreno, considerando aspectos económicos.

### **3.7. Aspectos éticos**

El trabajo que se ha desarrollado es de nuestra propia autoría, como parte de ampliar conocimientos en el área de la geotecnia; previamente adquiriendo conocimientos sobre el tema y desarrollando las buenas prácticas científicas.

Durante el desarrollo de las investigaciones evitamos posibles daños al medio ambiente, así mismo respetando la información teórica de otros autores usado como referencias en la investigación.

Para la revisión y verificación de autenticidad del trabajo nos sometemos ante cualquier Software que permita la verificación de plagio, de la misma manera, declaramos cumplir con cabalidad lo requerido en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, donde se aprueba el código de ética para trabajos de investigación.

## IV.- RESULTADOS

### DATOS GENERALES

Ubicación del lugar de estudio

El presente estudio se encuentra ubicado en la zona suroeste del departamento de Ancash, en los distritos de Ticapampa y Cátac, provincia de Recuay, con una altitud de 3552 m.s.n.m.

Tabla 2: Ubicación en coordenadas UTM, DATUM WGS84-S18

<b>COORDENADAS UTM, DATUM WGS84, ZONA 18</b>			
<b>PUNTO CENTRAL DE ESTUDIO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ELEVACIÓN</b>
Querococha KM (19+800)	244567.35	8923800.2	4111.47

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación política

Políticamente el área se encuentra ubicado en:

- Zona de estudio: Carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000.
- Distrito: Cátac
- Provincia: Recuay
- Región: Áncash

El distrito de Cátac limita con los siguientes distritos:

- Por el norte: Ticapampa
- Por el sur: Succha
- Por el oeste: Pampas chico

- Por el este: Ticapampa

#### Accesibilidad

La vía de acceso es por la carretera AN 110 19+500 al 20+000, que está situado en el distrito de Cátac, y el acceso para esta vía desde la ciudad de Huaraz es como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3: Vías de acceso

ACCESOS			
TRAMOS	DISTANCIA (KM)	TIPO DE VIA	TIEMPO ESTIMADO
Huaraz – Recuay	26.30	Asfalto	25 min
Recuay – Cátac	11.00	Asfalto	09 min
Cátac - Querococha	20.00	Asfalto	20 min

Fuente: Elaboración propia

#### Descripción del lugar

El lugar de estudio es un tramo de la Carretera AN 110, la zona es quebrada, en la parte baja se encuentra la laguna Querococha, que se abastece de los glaciares cercanos como la cuenca Yanamarey. La topografía es accidentada con taludes muy elevados; el suelo en su mayor parte se encuentra húmedo, por la escorrentía de aguas provenientes de los glaciares y de las intensas lluvias que se dan en épocas de avenidas pluviales.



Figura 17: Descripción física de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

## Topografía

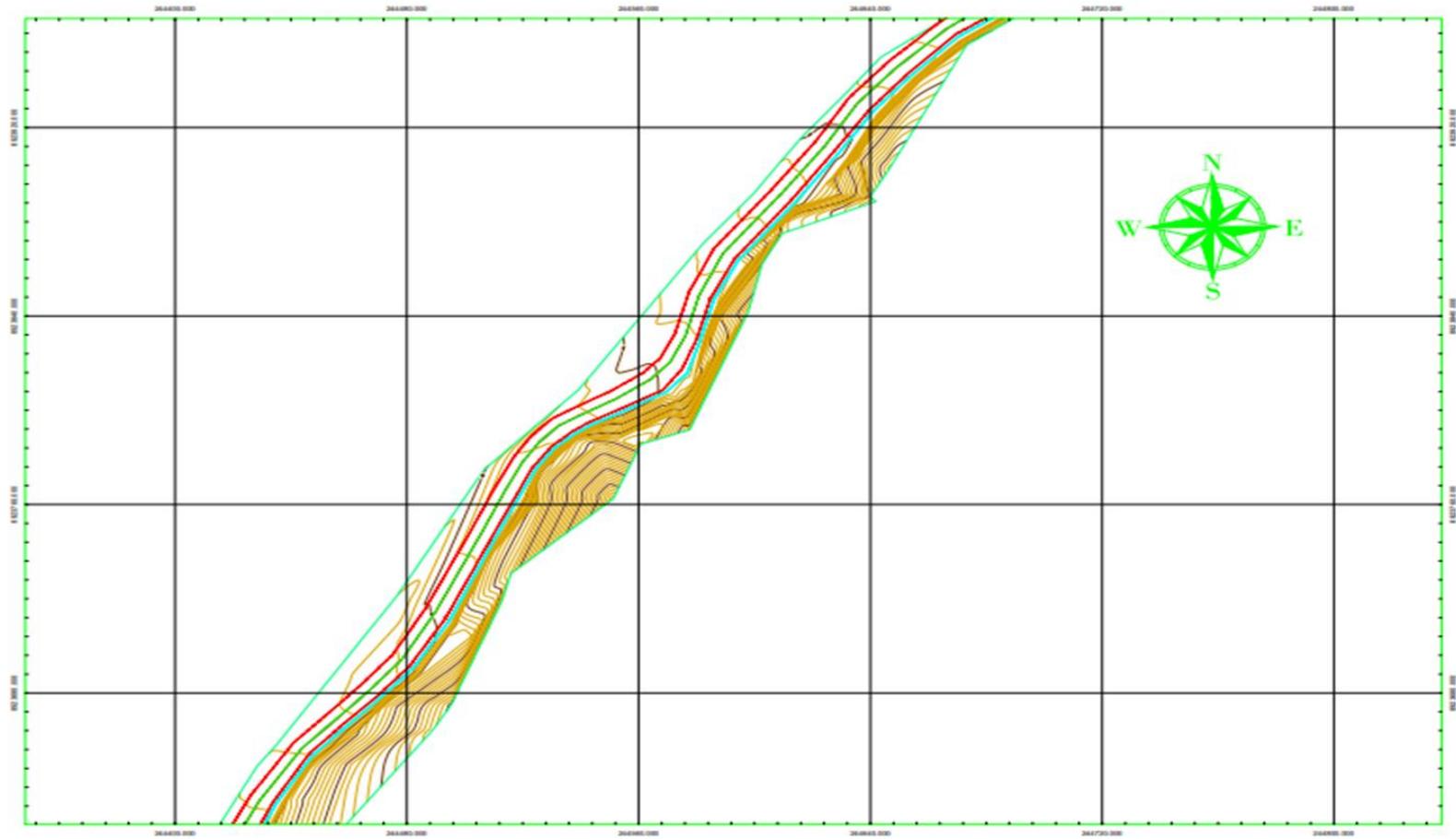


Figura 18: Plano topográfico

Fuente: Elaboración propia.

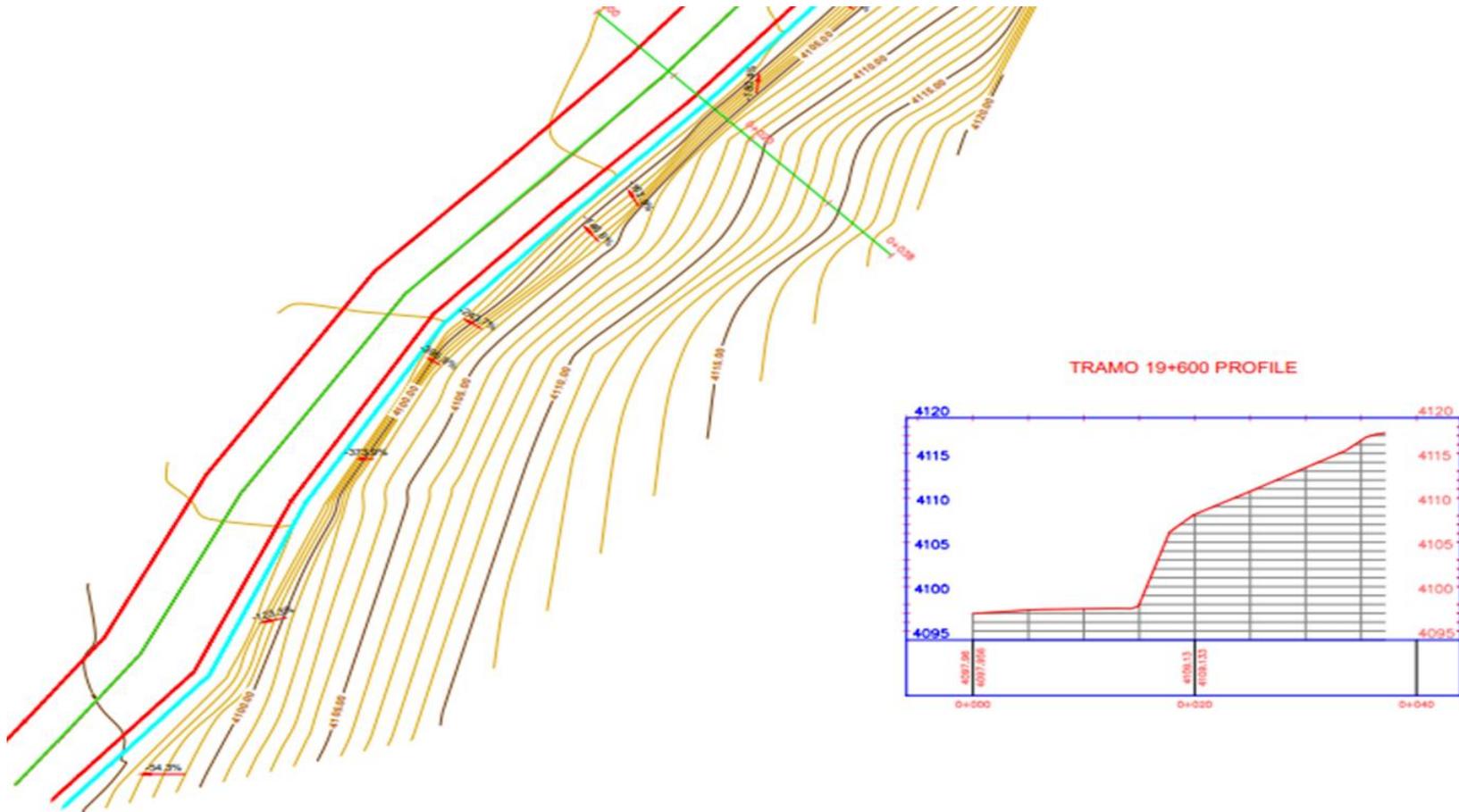


Figura 19: Corte en perfil tramo 19+600

Fuente: Elaboración propia

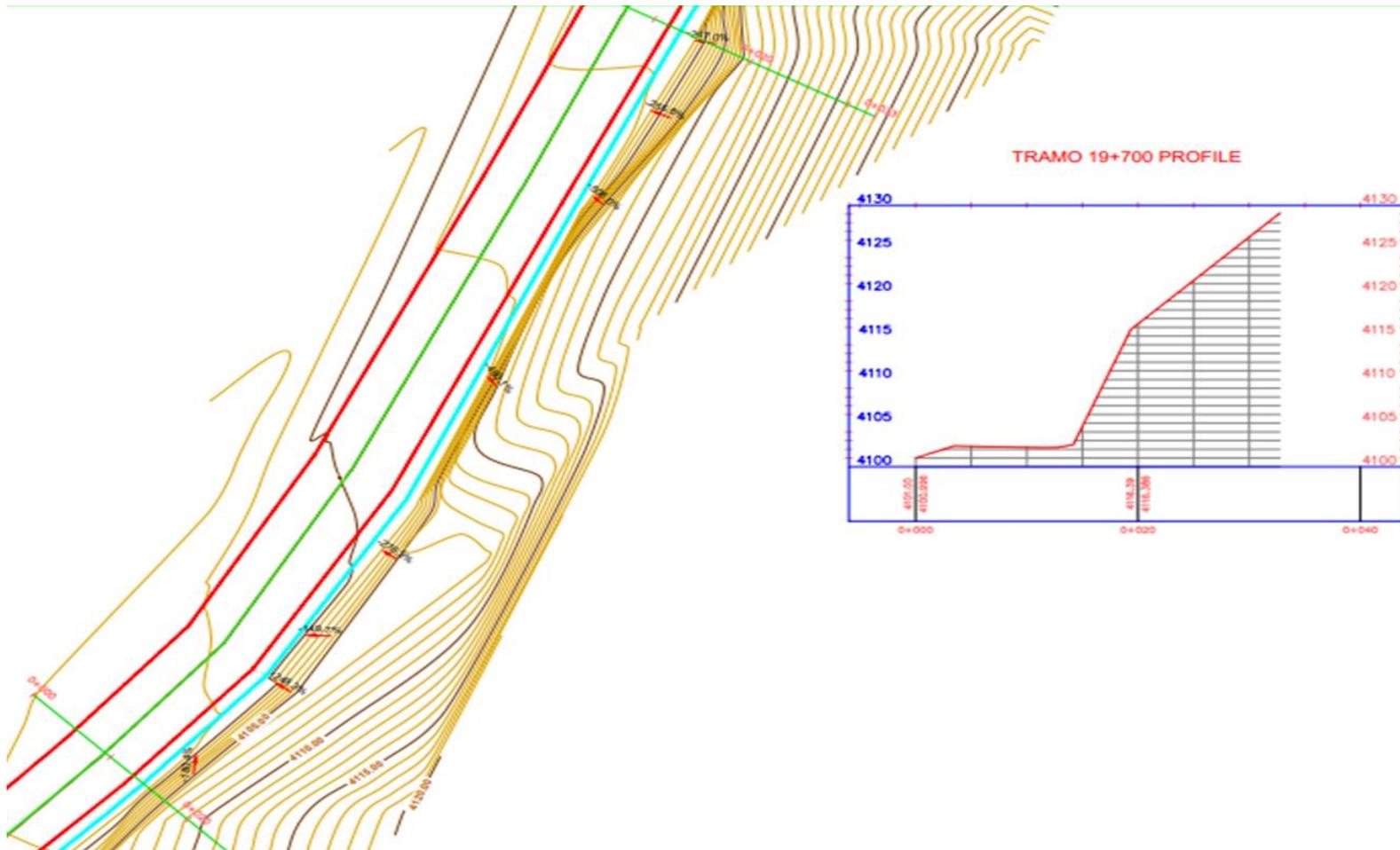


Figura 20: Corte en perfil tramo 19+700

Fuente: Elaboración propia

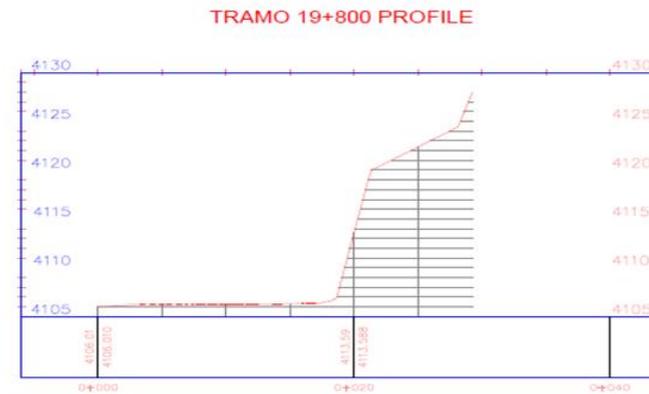
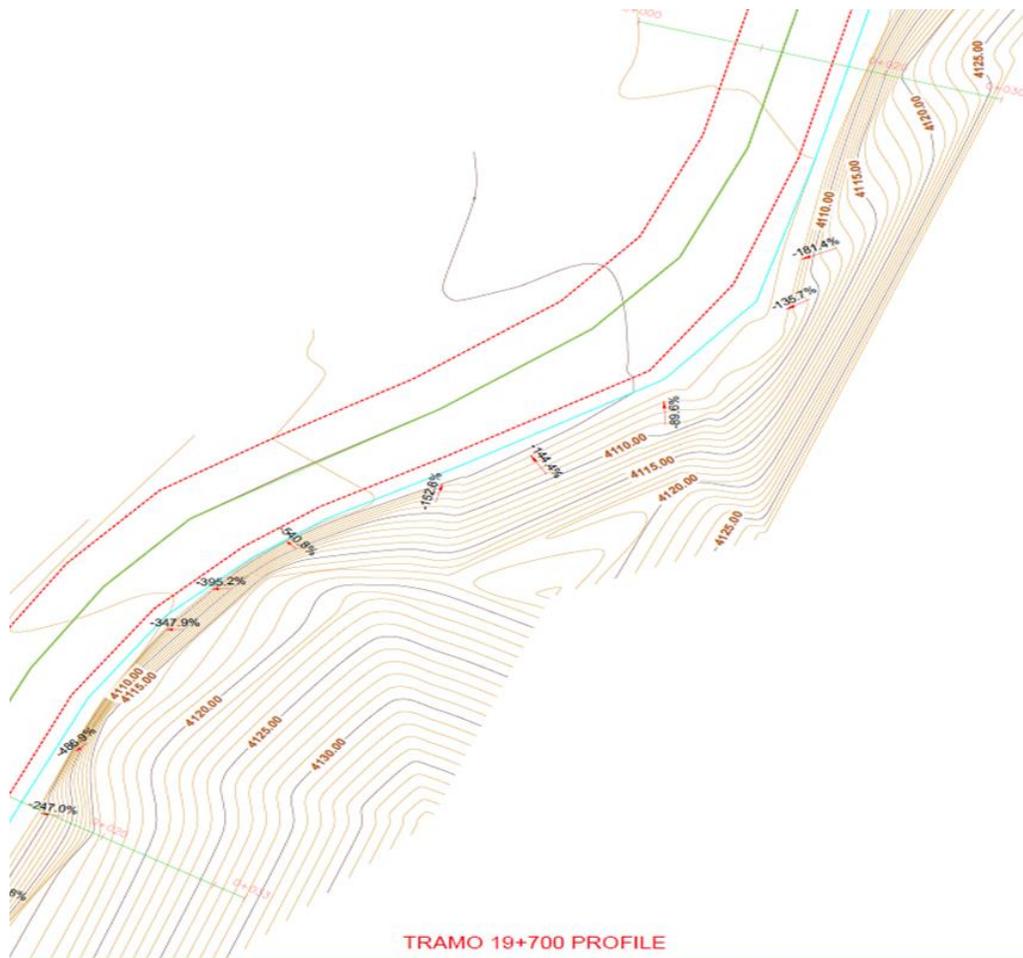


Figura 21: Corte en perfil tramo 19+800

Fuente: Elaboración propia

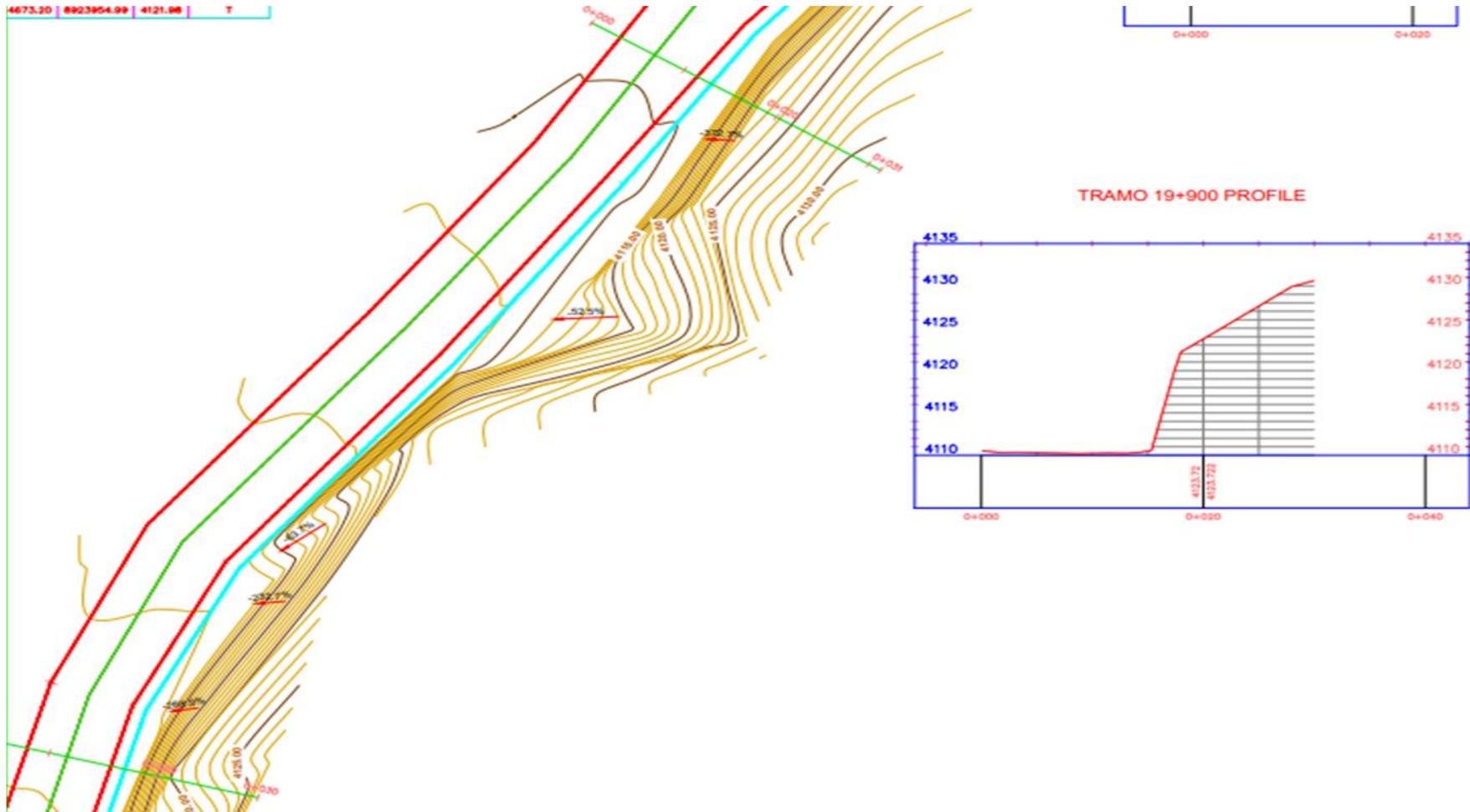


Figura 22: Corte en perfil tramo 19+900

Fuente: Elaboración propia

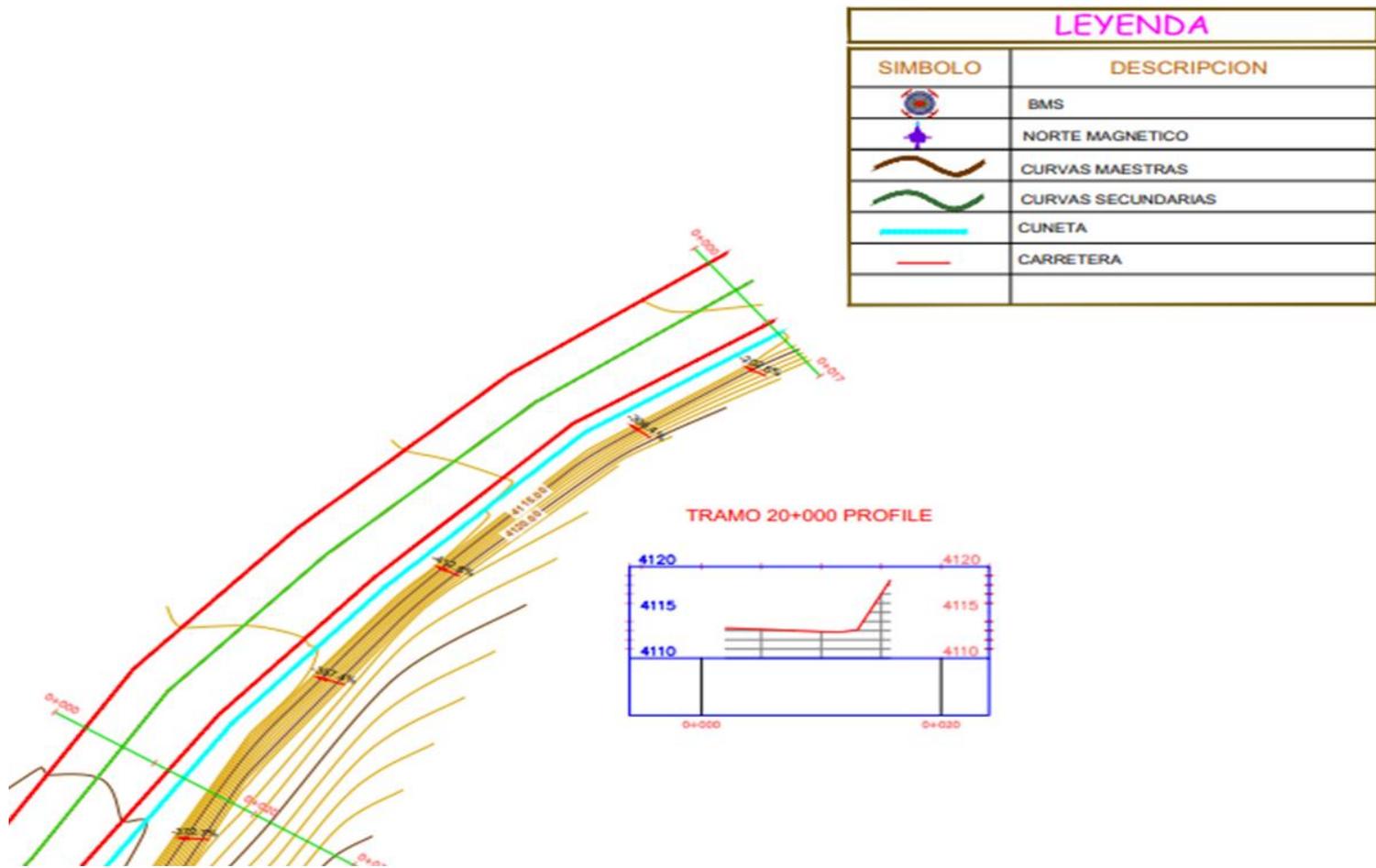


Figura 23: Corte en perfil tramo 20+000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Puntos del levantamiento topográfico

TABLA DE PUNTOS				
Nº DE PUNTOS	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	244428.53	8923649.25	4096.84	E1
2	244405	8923604.96	4094.51	VA
3	244412.1	8923599.75	4094.59	A
4	244414.29	8923598.09	4094.76	T
5	244409.57	8923608.51	4094.71	A
6	244416.76	8923617.96	4095.1	A
7	244424.84	8923614.09	4095.4	A
8	244426.22	8923613.71	4095.41	C
9	244430.22	8923611.7	4100.13	T
10	244427.71	8923613.55	4095.82	T
11	244425.94	8923636.27	4096.16	A
12	244433.61	8923633.34	4096.1	A
13	244434.9	8923633.11	4096.09	C
14	244436.32	8923632.62	4096.54	T
15	244438.21	8923631.36	4102.06	T
16	244441.1	8923659.15	4097.19	A
17	244446.4	8923654.33	4097.02	A
18	244447.41	8923653.37	4096.99	C
19	244447.84	8923652.95	4097.25	T
20	244449.78	8923651.39	4103.4	T
21	244446.06	8923647.25	4102.89	T
22	244439.3	8923635.06	4102.54	T
23	244452.98	8923671.43	4097.8	A
24	244457.96	8923666.66	4097.74	A
25	244458.98	8923665.67	4097.75	C
26	244461.69	8923662.06	4104.37	T
27	244464.12	8923683.38	4098.36	A
28	244469.39	8923678.19	4098.49	A
29	244470.21	8923677.23	4098.46	C
30	244470.68	8923676.79	4098.7	T
31	244472.02	8923673.96	4107.4	T
32	244475.15	8923696.29	4098.88	A
33	244480.93	8923691.35	4099.23	A
34	244482.07	8923690.48	4099.26	C
35	244482.91	8923689.8	4099.46	T
36	244484.97	8923688.66	4105.16	T
37	244486.61	8923715.63	4099.92	A
38	244493.08	8923711.59	4100.22	D
39	244495.58	8923710.18	4100.6	T
40	244494.71	8923710.75	4100.45	C
41	244480.88	8923707.76	4099.31	M
42	244481.18	8923707.42	4099.4	M
43	244475.3	8923699.17	4098.87	M

44	244475.69	8923698.79	4098.87	M
45	244485.49	8923716.34	4099.95	M
46	244485.89	8923716.12	4099.87	M
47	244486.48	8923715.9	4099.88	A
48	244493.43	8923711.84	4100.24	A
49	244495.19	8923711.14	4100.47	C
50	244501.71	8923747.99	4101.39	A
51	244508.73	8923744.82	4101.36	A
52	244509.94	8923744.44	4101.38	C
53	244510.57	8923744.3	4101.58	T
54	244508.81	8923738.17	4111.58	T
55	244515.94	8923730.7	4118.13	T
56	244513.02	8923719.75	4117.23	T
57	244499.26	8923714.97	4109	T
58	244497.48	8923709.43	4106.24	T
59	244502.06	8923704.14	4105.76	Q
60	244510.75	8923767.88	4102.33	A
61	244518.24	8923764.92	4102.18	A
62	244519.36	8923764.46	4102.21	C
63	244520.73	8923763.96	4102.52	T
64	244525.32	8923761.55	4115.79	T
65	244525.14	8923768.97	4115.93	T
66	244526.07	8923773.43	4114.86	T
67	244516.91	8923780.19	4102.9	A
68	244523.31	8923775.52	4102.59	A
69	244524.61	8923775.23	4102.6	C
70	244525.68	8923774.89	4102.87	T
71	244522.92	8923788.99	4103.32	A
72	244529.76	8923784.36	4102.9	A
73	244530.77	8923783.72	4102.99	C
74	244531.31	8923783.46	4103.15	T
75	244536.71	8923790.7	4103.37	A
76	244530.19	8923796.47	4103.68	A
77	244460.8	8923649.84	4110.97	R
78	244460.34	8923641.45	4112.22	R
79	244495.32	8923675.05	4120.45	R
80	244489.23	8923664.67	4118.76	R
81	244449.49	8923634.65	4107.7	R
82	244446.16	8923606.88	4109.81	R
83	244435.79	8923606.68	4104.37	R
84	244410.76	8923615.31	4094.36	R
85	244423.43	8923638.47	4096.15	R
86	244434.87	8923657.76	4097.1	R
87	244447.33	8923668.31	4097.51	R
88	244458.19	8923685.82	4097.79	R
89	244476.45	8923720.98	4097.96	R

90	244506.69	8923774.82	4099.84	R
91	244478.09	8923715.29	4097.51	R
92	244575.37	8923850.63	4106.62	E2
93	244594.59	8923883.93	4108.02	VA
94	244594.59	8923883.93	4108.01	
95	244537.5	8923789.64	4103.43	C
96	244538.7	8923787.42	4117.3	T
97	244552.8	8923787.53	4118.41	T
98	244560.79	8923785.66	4116.76	T
99	244567.35	8923800.2	4111.47	T
100	244570.78	8923797.09	4119.8	T
101	244538.63	8923801.56	4103.98	A
102	244542.73	8923794.81	4103.83	A
103	244543.23	8923793.56	4103.79	C
104	244543.18	8923793.32	4103.79	T
105	244554.15	8923818.33	4105.17	R
106	244550.1	8923807.94	4104.42	A
107	244552.72	8923800.03	4104.34	A
108	244553.6	8923798.94	4104.37	C
109	244554.17	8923798.06	4104.68	T
110	244561.58	8923815.87	4104.81	A
111	244568.5	8923808.73	4105.06	A
112	244569.64	8923807.84	4105.11	B
113	244570.5	8923807.51	4105.32	T
114	244573.57	8923805.46	4107.51	T
115	244567.74	8923822.47	4105.16	A
116	244575.06	8923817.6	4105.49	A
117	244576.85	8923815.84	4105.55	C
118	244572.67	8923832.85	4105.75	A
119	244580.16	8923830.55	4105.98	A
120	244581.41	8923830.23	4105.99	C
121	244582.52	8923830.44	4106.68	T
122	244588.51	8923839.55	4120.43	T
123	244597.91	8923841.83	4127.99	R
124	244584.73	8923847.31	4106.58	A
125	244577.4	8923850.13	4106.65	A
126	244585.97	8923846.83	4106.55	C
127	244587.77	8923845.99	4107.09	T
128	244586.09	8923868.76	4107.5	A
129	244593.15	8923864.35	4107.22	A
130	244594.4	8923863.65	4107.2	C
131	244597.27	8923861.99	4107.78	T
132	244602.7	8923862.46	4120.18	T
133	244606.07	8923893.87	4108.54	A
134	244612.43	8923888.8	4108.6	A
135	244613.5	8923887.45	4108.66	C

136	244614.09	8923886.91	4109.04	T
137	244614.8	8923883.24	4120.56	T
138	244610.78	8923879.53	4121.79	T
139	244609.58	8923875.04	4121.6	T
140	244639.94	8923890.68	4125.83	T
141	244639.06	8923900.14	4126.9	T
142	244635.84	8923906.94	4123.8	T
143	244630.1	8923891.81	4115.18	Q
144	244627.44	8923909.84	4109.72	A
145	244620.99	8923913.96	4109.51	A
146	244628.98	8923909.01	4109.67	C
147	244632.11	8923907.41	4110.36	T
148	244642.16	8923920.31	4121.86	T
149	244632.73	8923932.76	4110.78	A
150	244639.8	8923927.72	4110.52	A
151	244640.91	8923926.77	4110.49	C
152	244642.42	8923925.82	4110.64	T
153	244646.4	8923948.12	4111.53	A
154	244652.8	8923942.71	4111.38	A
155	244653.72	8923941.71	4111.41	C
156	244654.73	8923940.8	4111.83	T
157	244656.94	8923939.24	4123.25	T
158	244664.07	8923964.89	4112.46	A
159	244669.42	8923959.53	4112.34	A
160	244670.36	8923958.53	4112.32	C
161	244670.6	8923956.79	4112.56	T
162	244682.18	8923978.08	4113.35	A
163	244686.11	8923970.68	4112.89	A
164	244630.96	8923933.79	4110.72	R
165	244607.91	8923903.93	4108.81	R
166	244599.99	8923892.32	4108.34	R
167	244643.72	8923949.92	4111.51	R
168	244616.96	8923916.68	4110.16	R
169	244646.53	8923902.5	4132.37	R
170	244641.91	8923888.64	4128.12	R
171	244582.33	8923870.87	4107.19	R
172	244539.27	8923808.69	4103.77	R
173	244572.3	8923751.75	4141.16	R
174	244551.28	8923762.46	4139.88	R
175	244546.5	8923785.42	4121.85	R
176	244577.62	8923791.73	4127.6	R
177	244578.76	8923812.31	4106.66	Q
178	244686.86	8923969.54	4112.86	C
179	244687.68	8923968.4	4113.1	T
180	244673.2	8923954.99	4121.98	T
181	244689.3	8923966.25	4118.42	T
182	244624.73	8923895.34	4111.19	Q

## Modelamiento 3D del levantamiento topográfico

Se procede a modelar el levantamiento topográfico del área de estudio con el programa Civil-3D, con una longitud de talud de 500 metros.

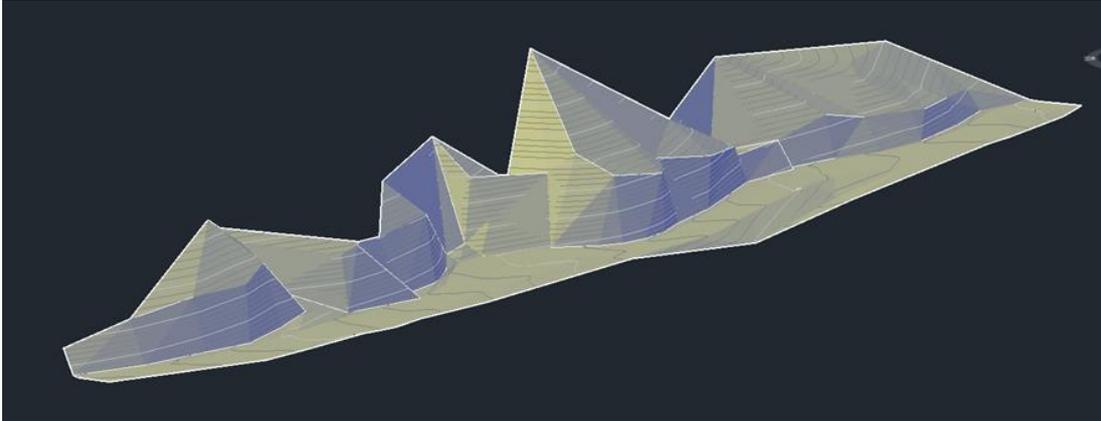


Figura 24: Modelamiento en 3D del talud

Fuente: Elaboración propia

## Investigación de mecánica de suelos

Se realizó la visita a campo y para la recopilación de las muestras procedimos a realizar dos calicatas, obteniendo las características del suelo de la zona de estudio mediante la clasificación unificada de suelos (SUCS) ASTM D-2487:

### Ensayos de laboratorio

Realizamos los siguientes ensayos en laboratorio para poder conocer las características del suelo que tiene dicha área de estudio.

- Ensayos granulométricos por tamizado (ASTM D-422)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Límites de Atterberg (ASTM D-4318)

Tabla 5: Características de suelo - calicata 1

Datos de la muestra 1				
Ubicación:	Carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000	Margen:	Derecho	
Descripción	Terreno natural	Coordenada:	N: 244566.35 E:8923750.2	
Material:	Arena limosa, con grava y finos sin plasticidad	Profundidad	0 - 2.50 m	
Resumen del estrato 01				
Ítem	Descripción	Unidad	Resultados	Detalles
1	Contenido de humedad	%	38.42	---
2	Clasificación de suelos SUCS	---	SM	Arena limosa, con grava y finos sin plasticidad
3	Porcentaje de grava	%	25.86	---
4	Porcentaje de arena	%	59.25	---
5	Porcentaje de finos	%	14.89	---
6	Limite liquido	%	N. P.	---
7	Limite plástico	%	N. P.	---
8	Índice de plasticidad	%	N. P.	---
9	Tamaño máximo	pulg.	3"	---
10	Cohesión de suelo	Tn/m2	0	---
11	Peso unitario	Tn/m3	1.764	---
12	Ángulo de fricción interno	Grados	25	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6:Características del suelo - calicata 2

Datos de la muestra 02				
Ubicación:	Carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000		Margen:	Derecho
Descripción	Terreno natural		Coordenada:	N:244567.35 E:8923900.2
Material:	Arena limosa, con grava y finos de plasticidad media		Profundidad	0 - 2.50 m
Resumen del estrato 02				
Ítem	Descripción	Unidad	Resultados	Detalles
1	Contenido de humedad	%	20.71	---
2	Clasificación de suelos SUCS	---	SC	Arena limosa, con grava y finos de plasticidad media
3	Porcentaje de grava	%	19.54	----
4	Porcentaje de arena	%	50.3	---
5	Porcentaje de finos	%	30.16	---
6	Limite liquido	%	35.33	---
7	Limite plástico	%	28.18	---
8	Índice de plasticidad	%	7.15	---
9	Tamaño máximo	pulg.	3"	---
10	Cohesión de suelo	Tn/m2	0.45	---
11	Peso unitario	Tn/m3	1.762	---
12	Ángulo de fricción interno	grados	20	---

Fuente: Elaboración propia

## Cálculo de factor de seguridad con metodología 2D

### Aplicación con el software Slide V.6.

Para encontrar y definir la zona crítica y el factor de seguridad de cada tramo del talud, utilizamos el uso del software Slide V.6, este software realiza el análisis considerando el equilibrio límite.

Las normas utilizadas en este proyecto de tesis es la AASHTO (American Association of State Highway and Transportatio Oficiais) la cual indica que acepta un factor de seguridad de 1.33 o 1.53 en condición estática.

El Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020 (Normativa Peruana), en la cual hace referencia para un talud en condición estática, el factor de seguridad es de 1.5 y para análisis pseudo estática es de 1.25.

### Dibujo geométrico del talud

Ingreso de datos: coordenadas del talud en perfil

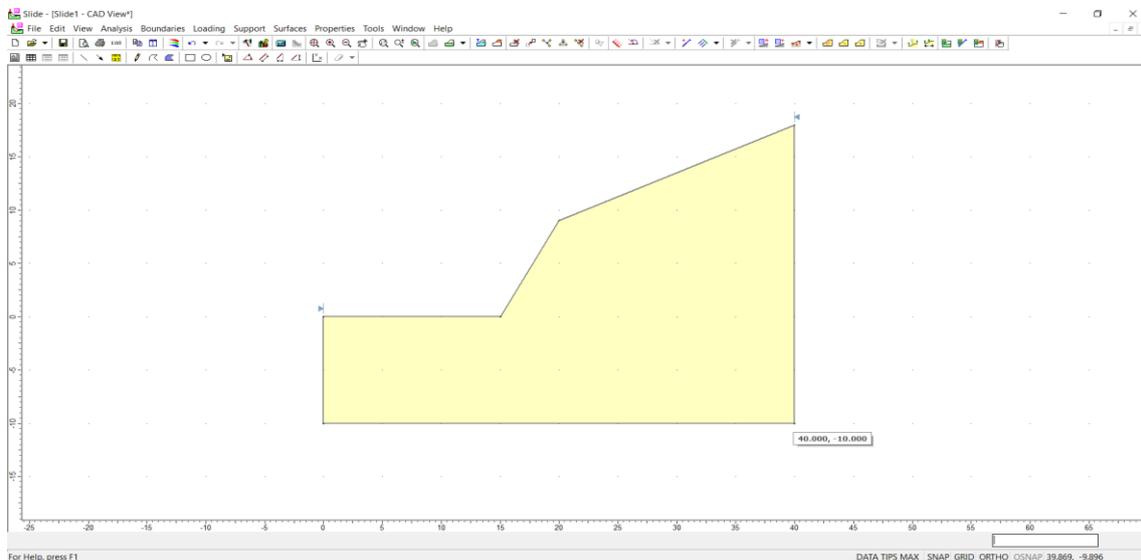


Figura 25: Dibujo geométrico del talud en software Slide V.6

Fuente: Elaboración propia

## Ingreso de datos de mecánica de suelos

Ingresamos la información del estudio de mecánica de suelos obtenida en laboratorio.

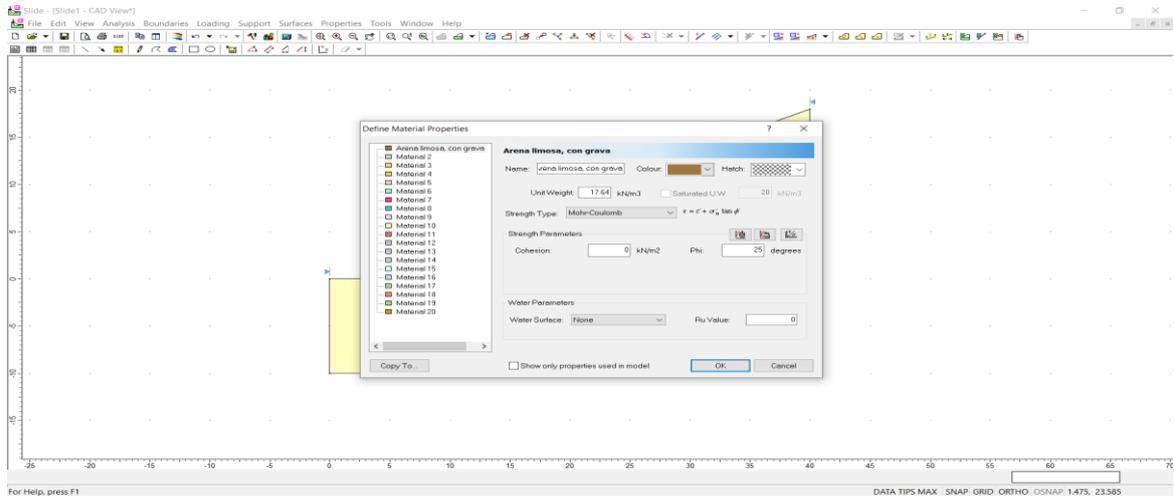


Figura 26: Ingreso de la propiedad del suelo en software Slide V.6

Fuente: Elaboración propia

## Resultado de factor de seguridad

Utilizando el software Slide V.6, que emplea el análisis de equilibrio límite: Fellenius y Bishop Simplificado, obtuvimos los resultados del factor de seguridad por cada 100 m de tramo de talud, con eso verificamos si cumple con la estabilidad adecuada mediante las normas AASHTO y el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020 (suelos y cimentaciones).

## Análisis del talud tramo 19+600

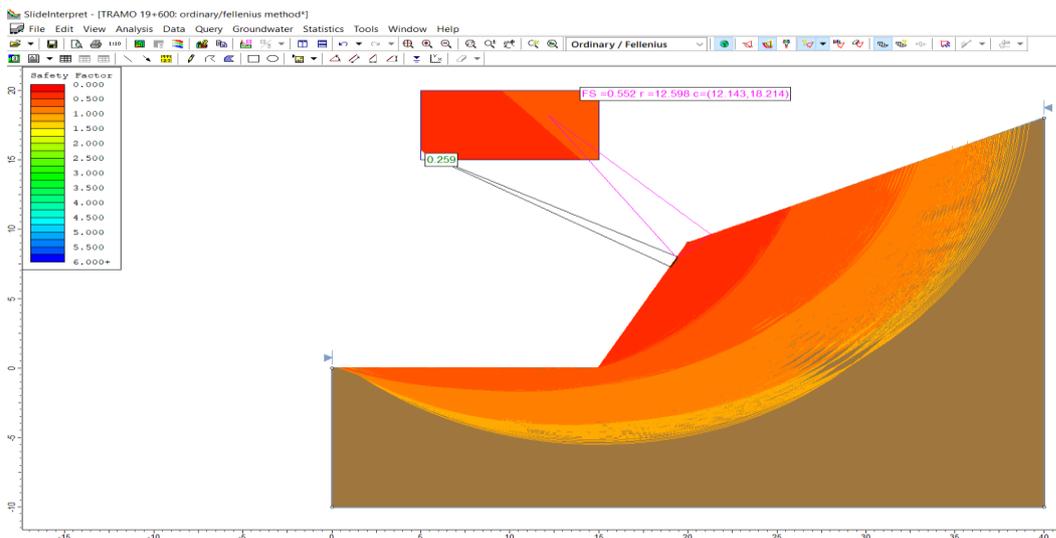


Figura 27: Tramo 19+600, cálculo del factor de seguridad método Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 27: En el tramo 19+600, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.259, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

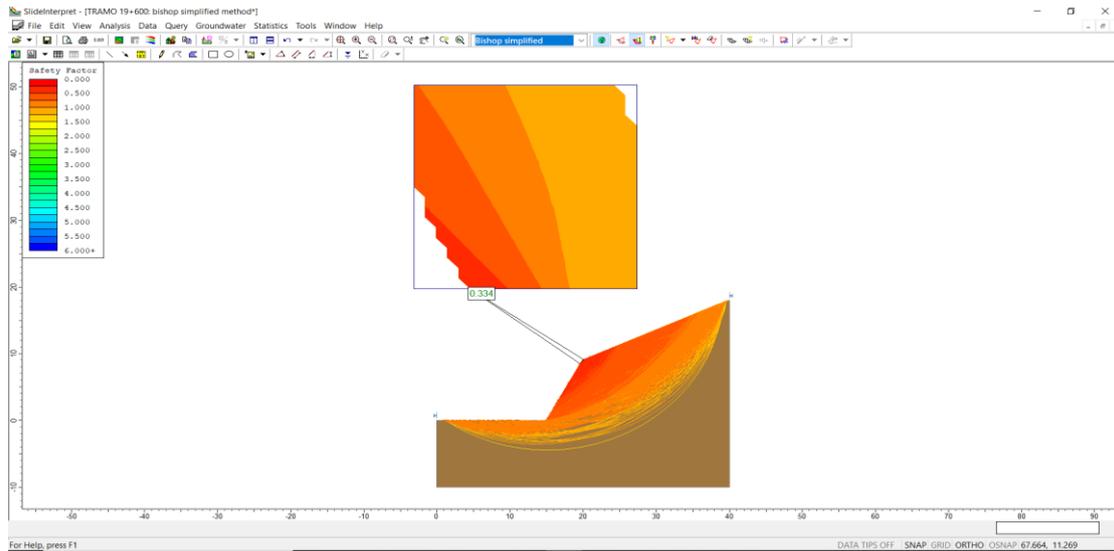


Figura 28: Tramo 19+600, cálculo del factor de seguridad método Bishop.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 28: En el tramo 19+600, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Bishop Simplificado se obtuvo un factor de seguridad = 0.334, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

## Análisis del talud tramo 19+700

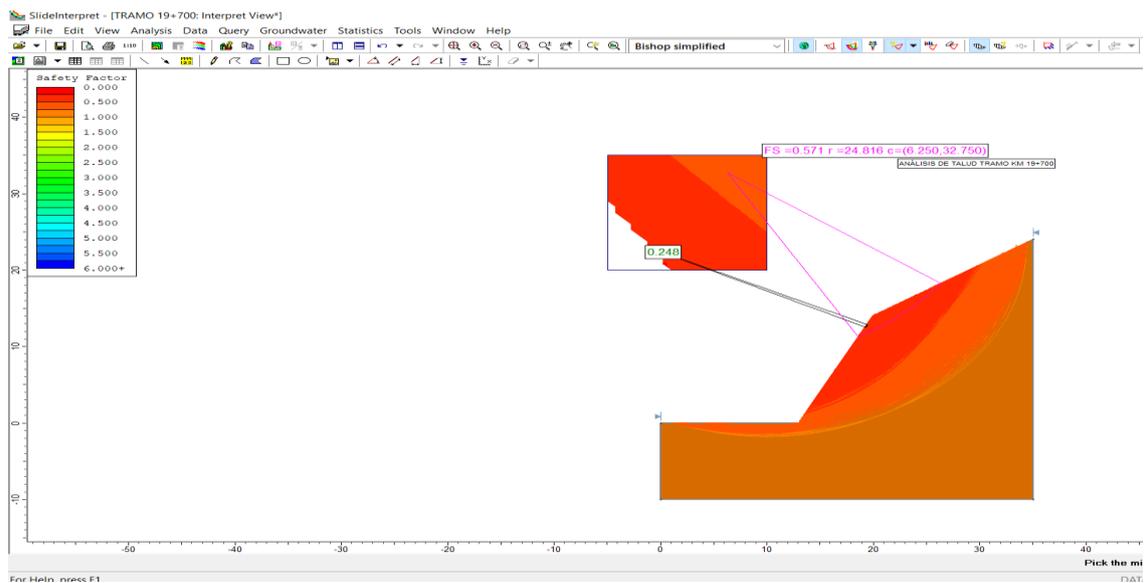


Figura 29: Tramo 19+700, cálculo del factor de seguridad método Bishop.  
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de la Figura 29: En el tramo 19+700, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.248, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

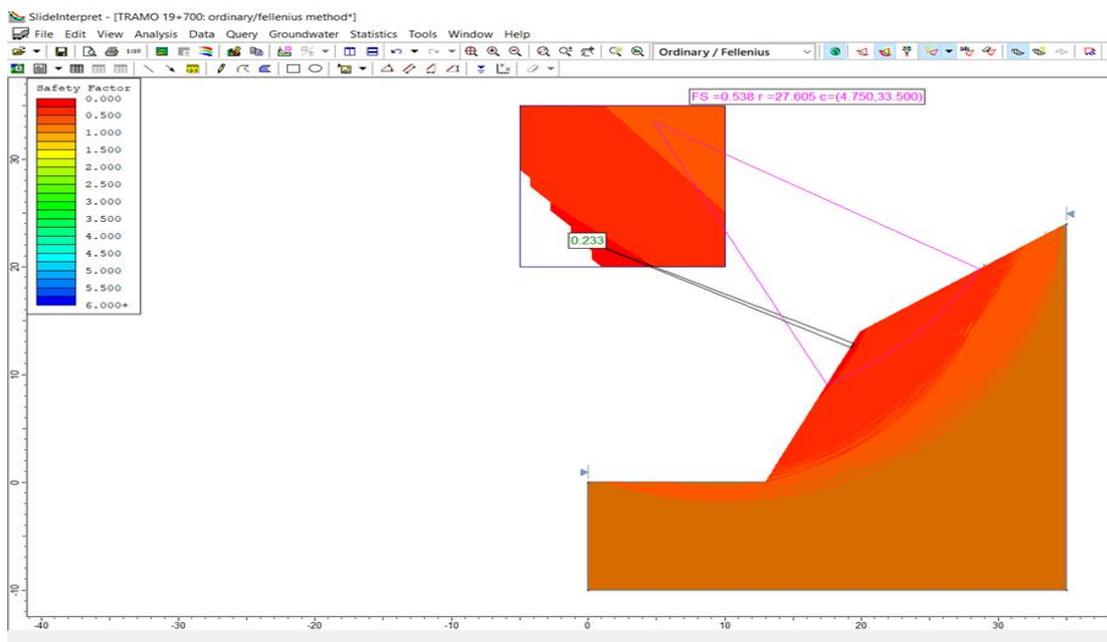


Figura 30: Tramo 19+700, cálculo del factor de seguridad método Fellenius  
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 30: En el tramo 19+700, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.233, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### **Análisis del talud tramo 19+800**

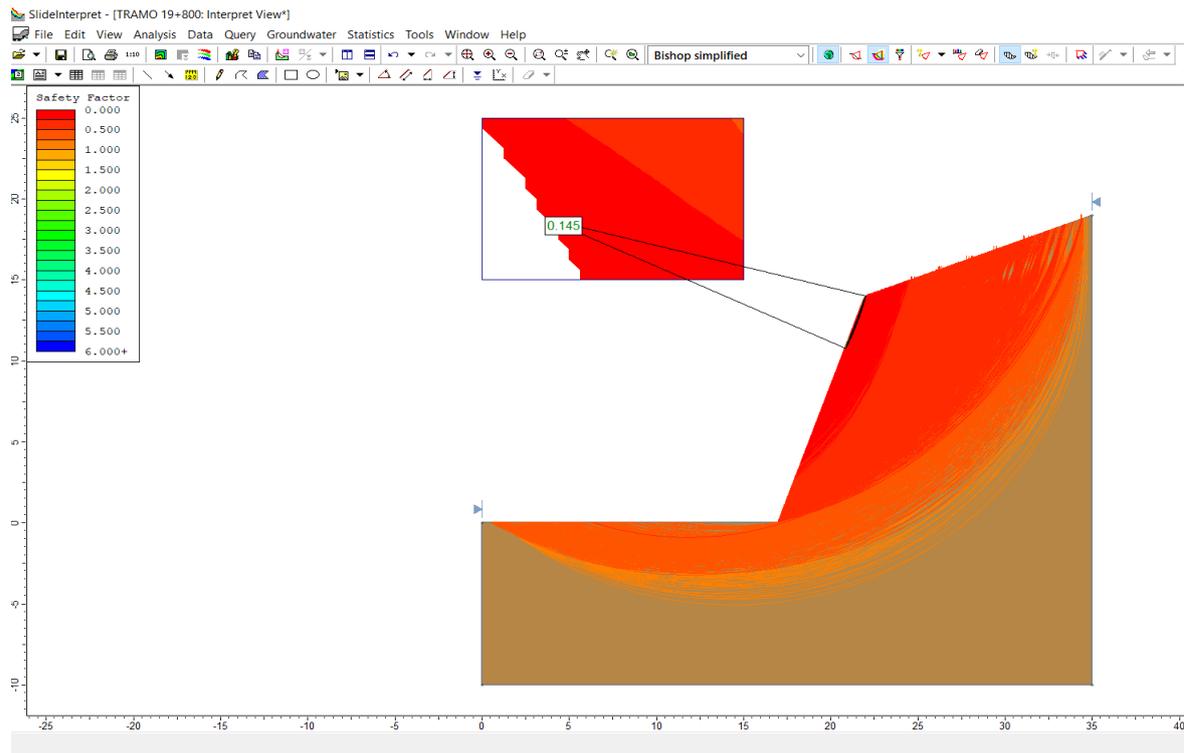


Figura 31: Tramo 19+800, cálculo del factor de seguridad método Bishop.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 31: En el tramo 19+800, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.145, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

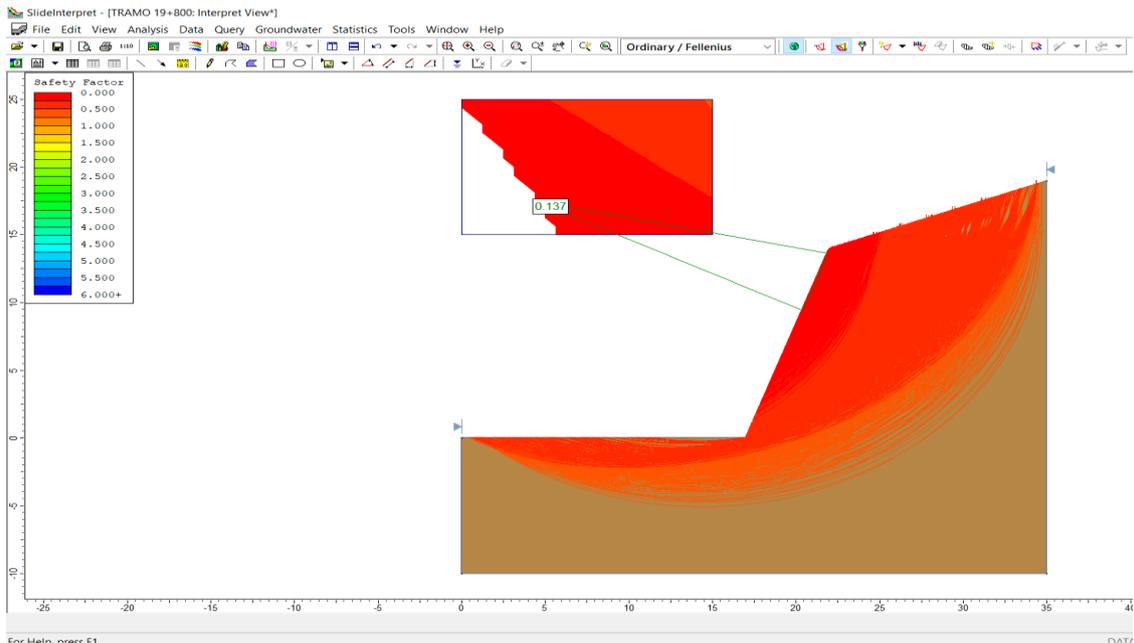


Figura 32:Tramo 19+800, cálculo del factor de seguridad método Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 32: En el tramo 19+800, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.137, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### Análisis del talud tramo 19+900

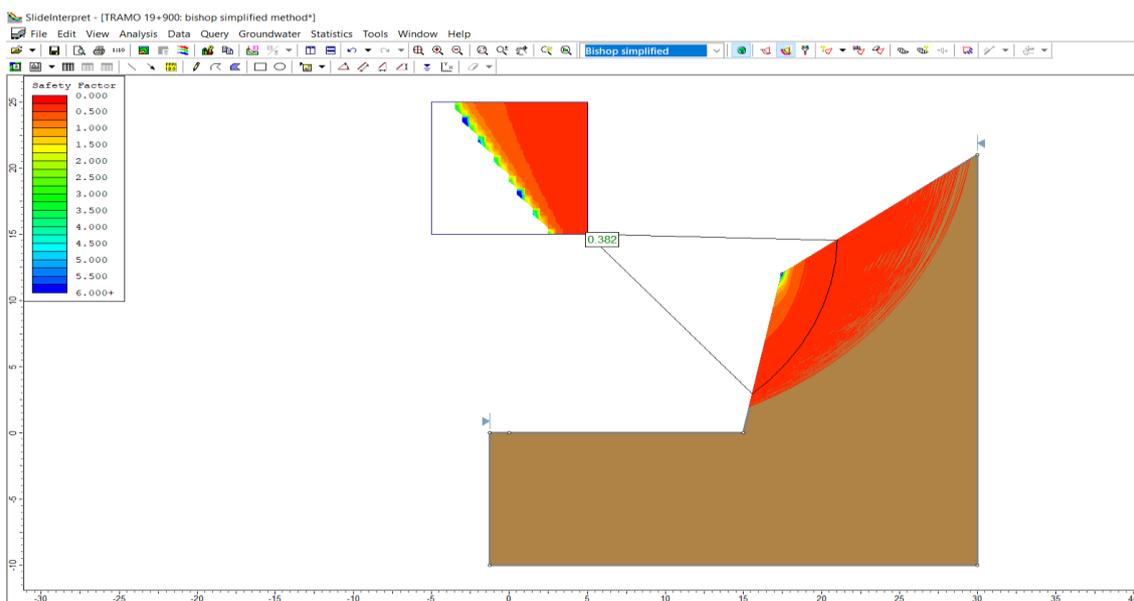


Figura 33:Tramo 19+900, cálculo del factor de seguridad método Bishop.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 33: En el tramo 19+900, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.382, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

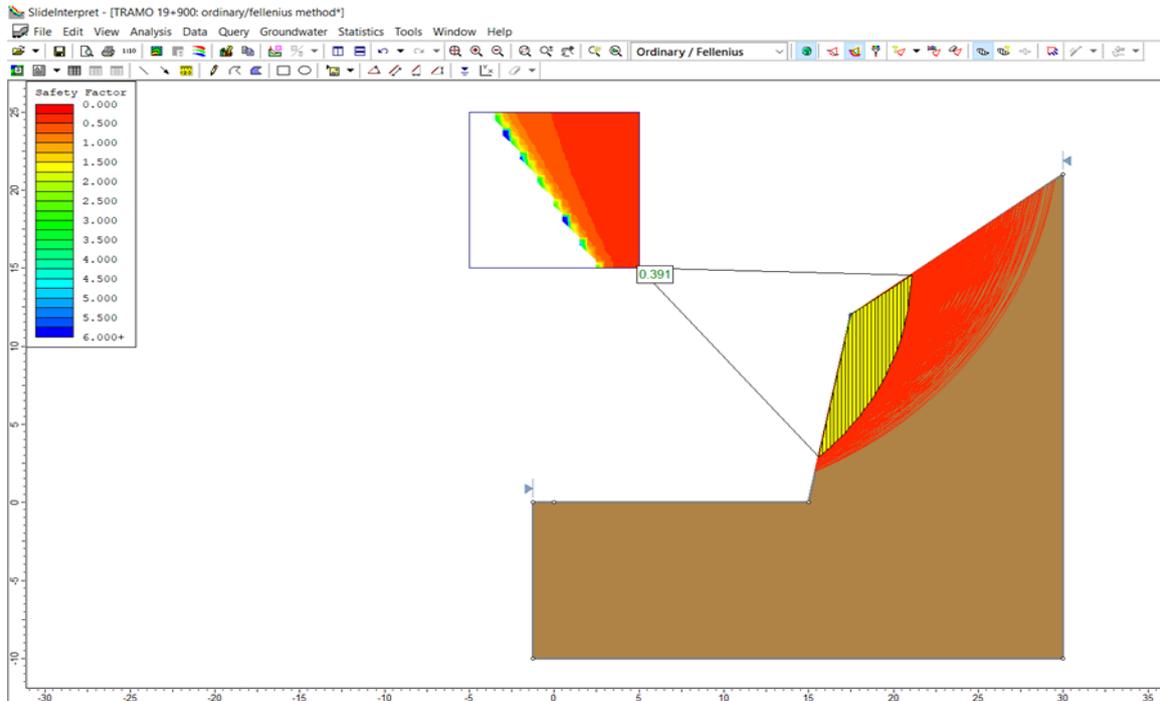


Figura 34:Tramo 19+900, cálculo del factor de seguridad método Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 34: En el tramo 19+900, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.391, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

## Análisis del talud tramo 20+000

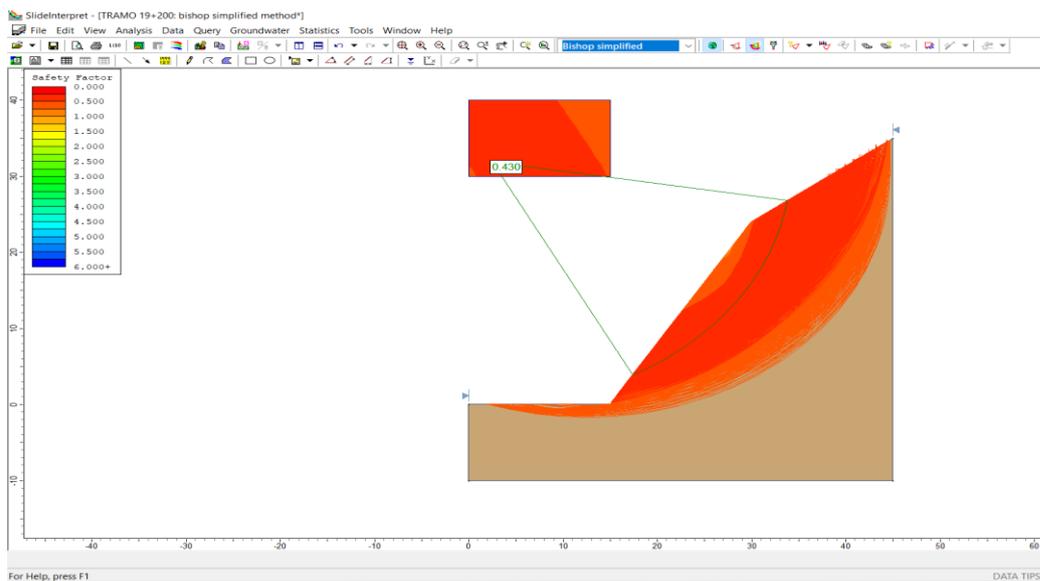


Figura 35:Tramo 20+000, cálculo del factor de seguridad método Bishop.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 35: En el tramo 20+000, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.430, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

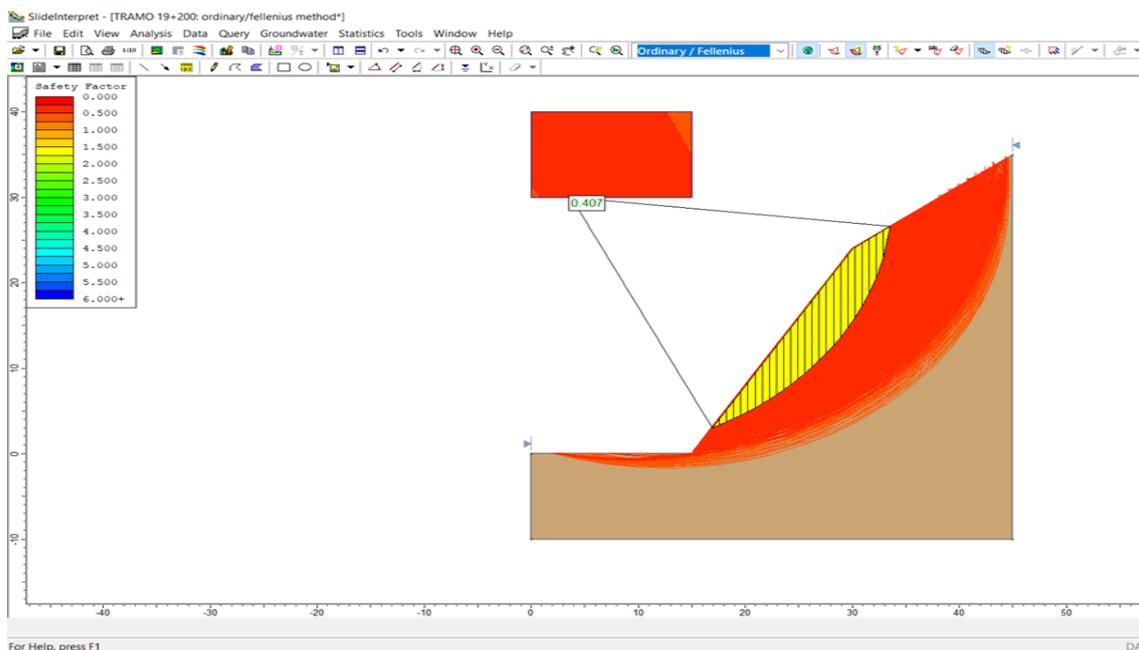


Figura 36:Tramo 20+000, cálculo del factor de seguridad método Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 35: En el tramo 20+000, mediante el análisis estático (sin sismo) aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.407, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### Resultados de los factores de seguridad

Tabla 7: Resultado del factor de seguridad de cada tramo del talud

METODOS	FACTOR DE SEGURIDAD				
	TRAMO 19+600	TRAMO 19+700	TRAMO 19+800	TRAMO 19+900	TRAMO 20+000
Bishop Simplificado	0.334	0.248	0.145	0.382	0.43
Fellenius	0.331	0.233	0.137	0.391	0.407

Fuente: Elaboración propia

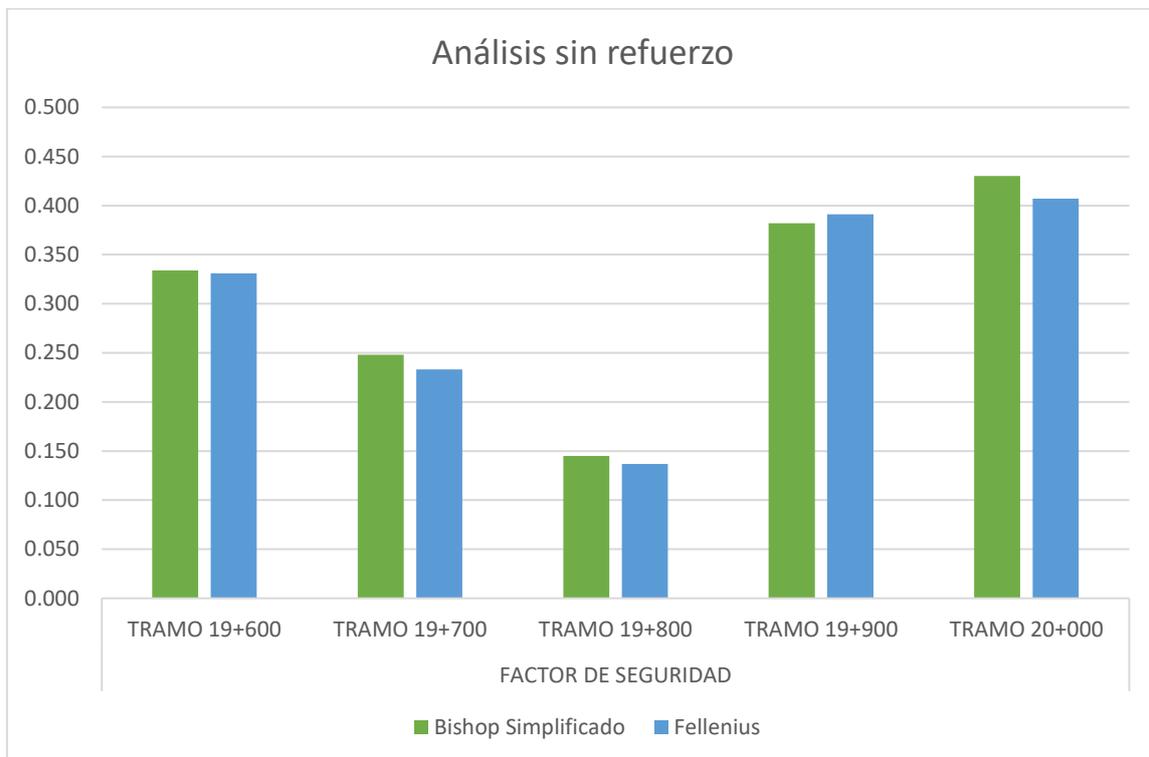


Figura 37: Resultado de factores de seguridad

Fuente: Elaboración propia

## **Análisis de estabilidad de talud aplicando geomallas, gaviones y muro de concreto ciclópeo.**

### **Estabilidad de talud con geomallas con el programa Slide v6. (gotextil-biaxial)**

Se toma en cuenta las siguientes características del geotextil.

Tabla 8: Geomallas biaxiales de polipropileno

<b>Geomallas biaxiales de polipropileno</b>					
Modelo	BX110	BX120	BX15P	BX20P	BX30P
Resistencia a la tensión	19.0 kN/m	28,8 kN/m	17,7 kN/m	24,8 kN/m	30,0 kN/m
Apertura	25,4mm x 33,0 mm	25,4mm x 33,0 mm	25.4mm x 25,4 mm	25,4mm x 25,4 mm	36mm x 34 mm
Espesor	0,76mm	1,27mm	0,68mm	1,18mm	1,8 mm
Tamaño	4m x 75m = 300 m <sup>2</sup>	4m x 50m = 200 m <sup>2</sup>	3.95m x 50m = 195 m <sup>2</sup>	3.95m x 50m = 197.5 m <sup>2</sup>	3.95m x 50m = 197.5 m <sup>2</sup>
Color	negro				

Fuente: Geosintéticos Arpimix México

Para poder estabilizar con geomalla, se requiere de insertar anclajes de 10 metros de profundidad, cada 1.50m de espaciamiento vertical y 1.50m con espaciamiento horizontal. Considerando 30° de inclinación de los anclajes al talud. El análisis es con fuerzas activas y pasivas usando malla de resistencia de 30 KN/m.

## Ingreso de datos de mecánica de suelos

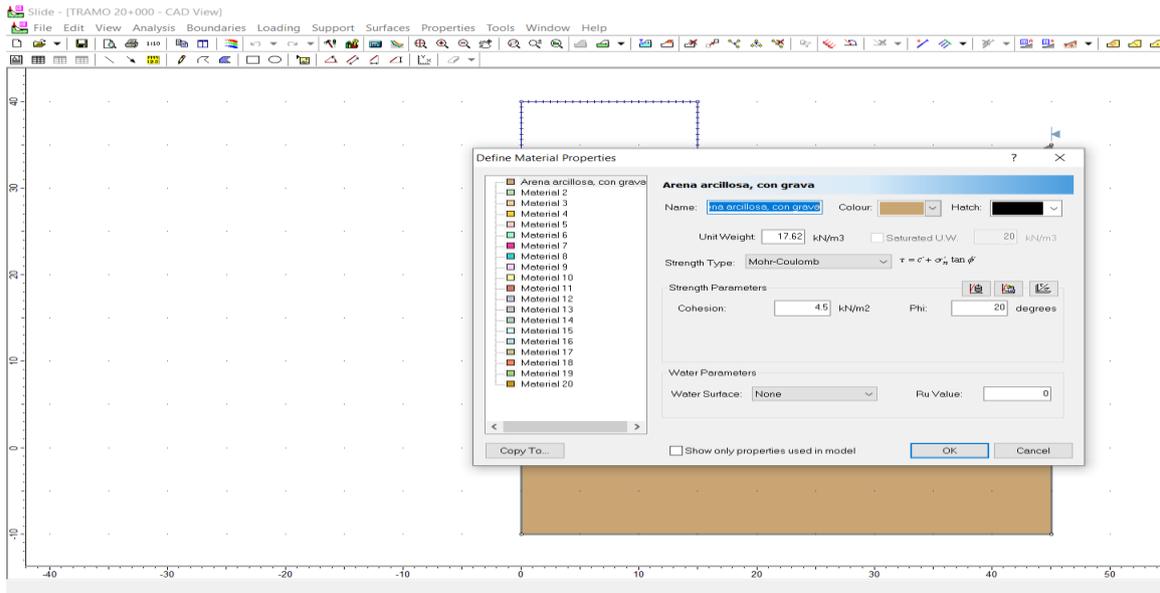


Figura 38: Ingreso de dato de mecánicas de suelos programa Slide V.6

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la figura 38: Para este método utilizamos los datos de la calicata N° 02, donde su cohesión del suelo =  $0.45 \text{ Tn/m}^2$ , ángulo de fricción interna =  $20^\circ$  y peso unitario del suelo =  $1.762 \text{ Tn/m}^3$

## Ingresos de las características del geotextil

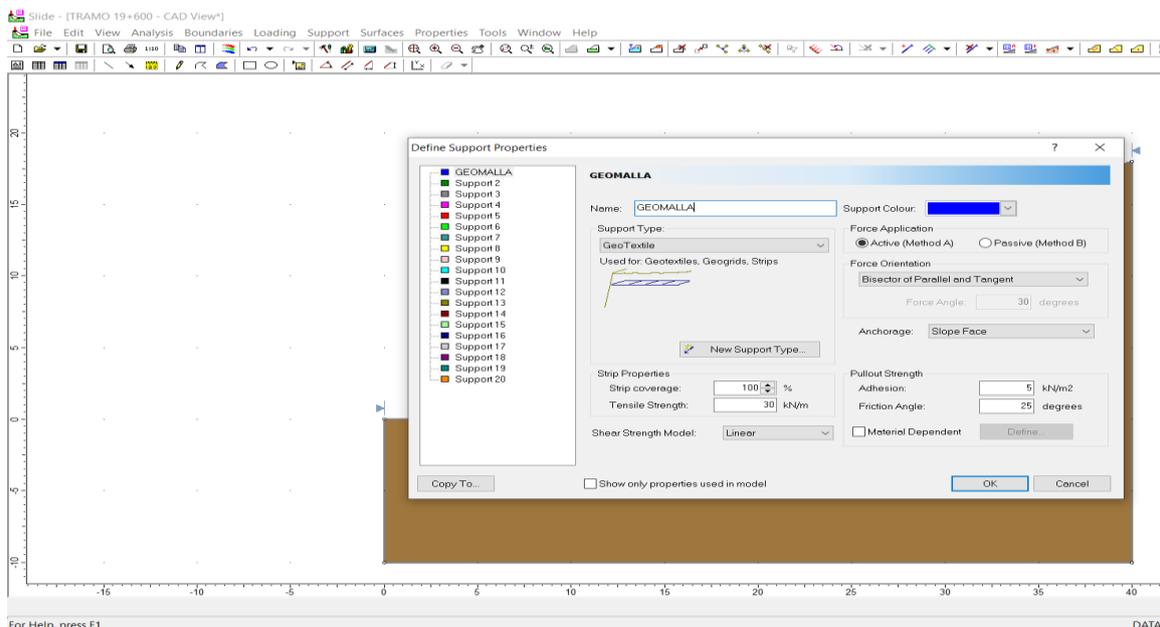


Figura 39: Características del geotextil software Slide V.6

Fuente: Elaboración propia

## Análisis del tramo 19+600

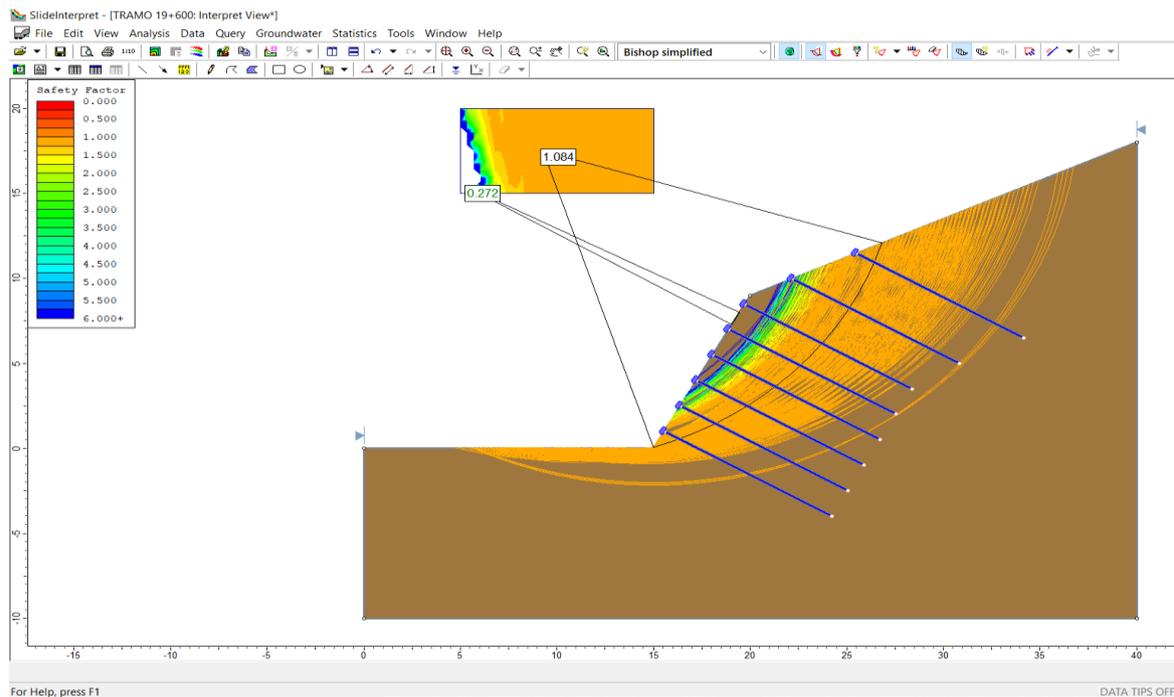


Figura 40: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 40: En el tramo 19+600, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 1.084, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

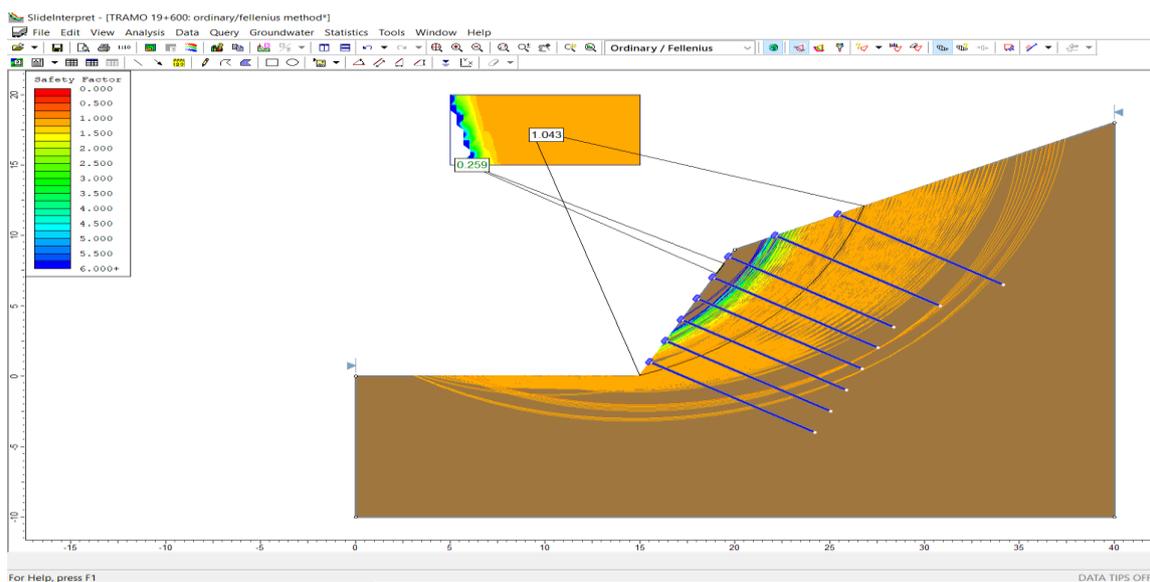


Figura 41: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 41: En el tramo 19+600, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 1.043, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### Análisis del tramo 19+700

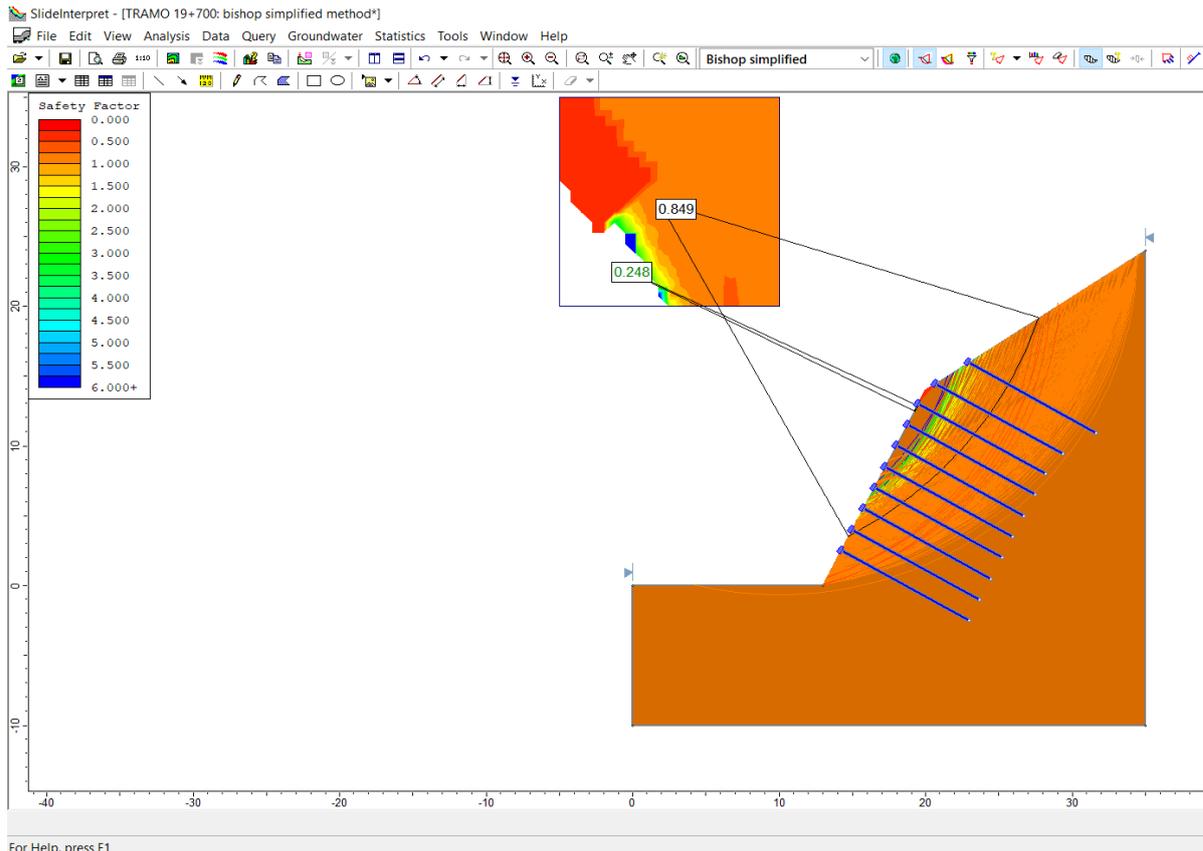


Figura 42: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 42: En el tramo 19+700, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.849 este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

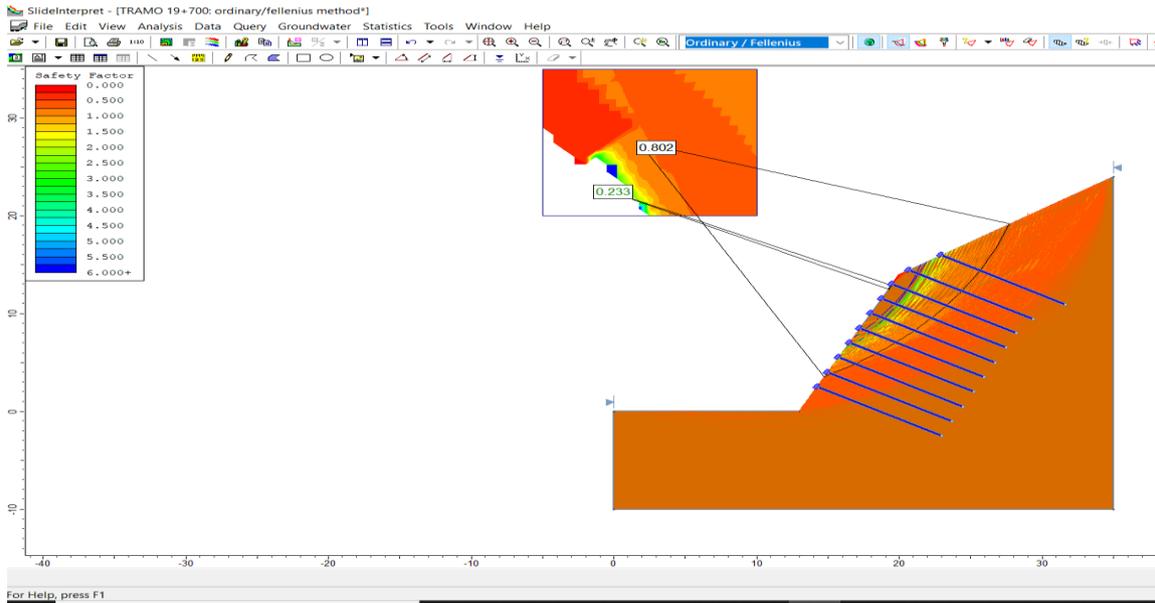


Figura 43: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 43: En el tramo 19+700, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.802, este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### Análisis del tramo 19+800

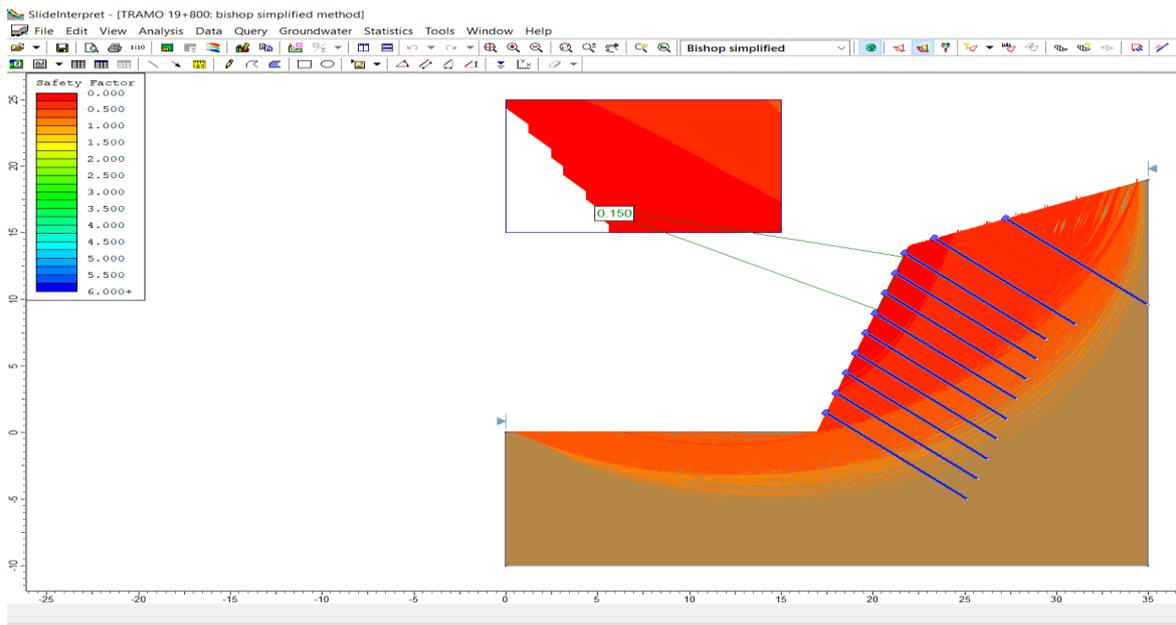


Figura 44: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 44: En el tramo 19+800, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad crítico = 0.150 este factor es mayor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y igual a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud estable.

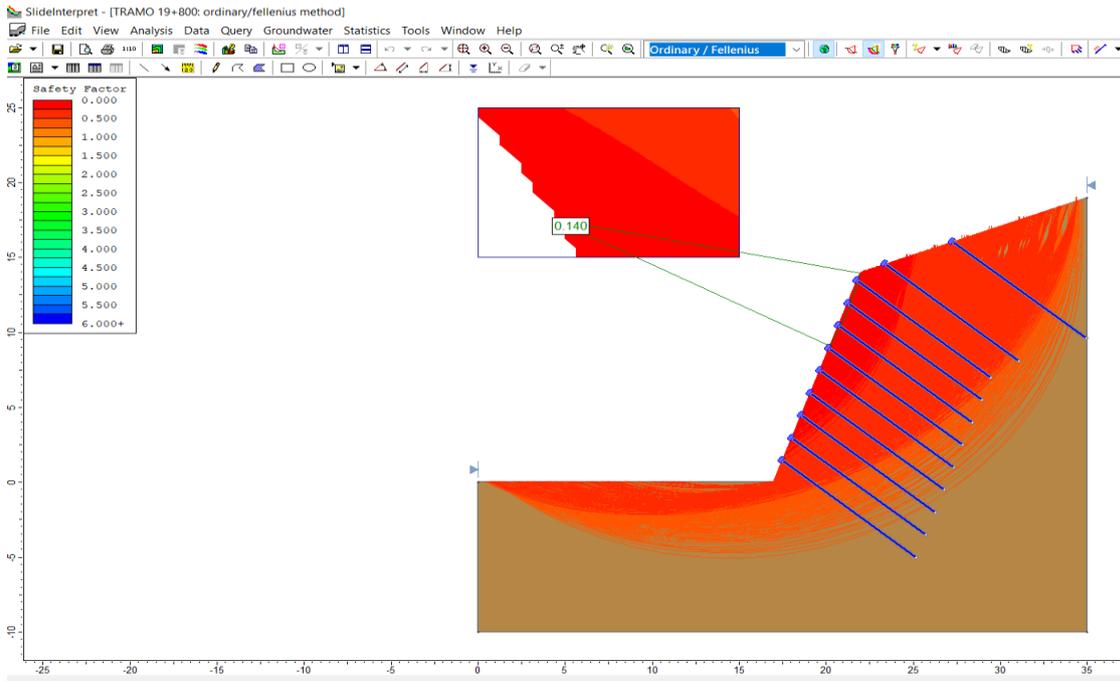


Figura 45: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 45: En el tramo 19+800, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad crítico = 0.140 este factor es mayor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud estable.

## Análisis del tramo 19+900

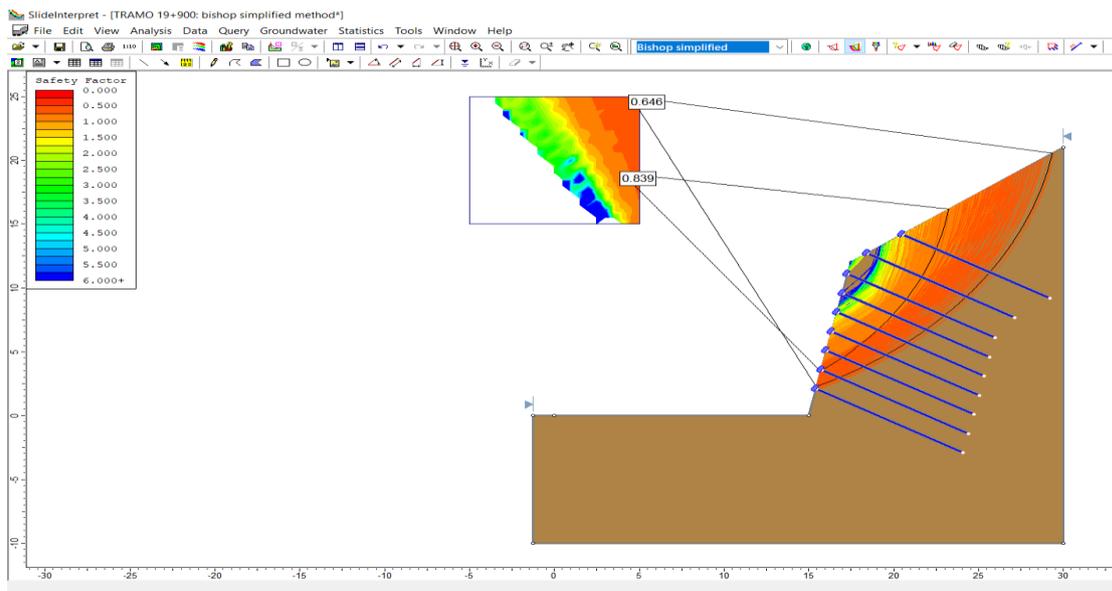


Figura 46: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 46: En el tramo 19+900, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.839 este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

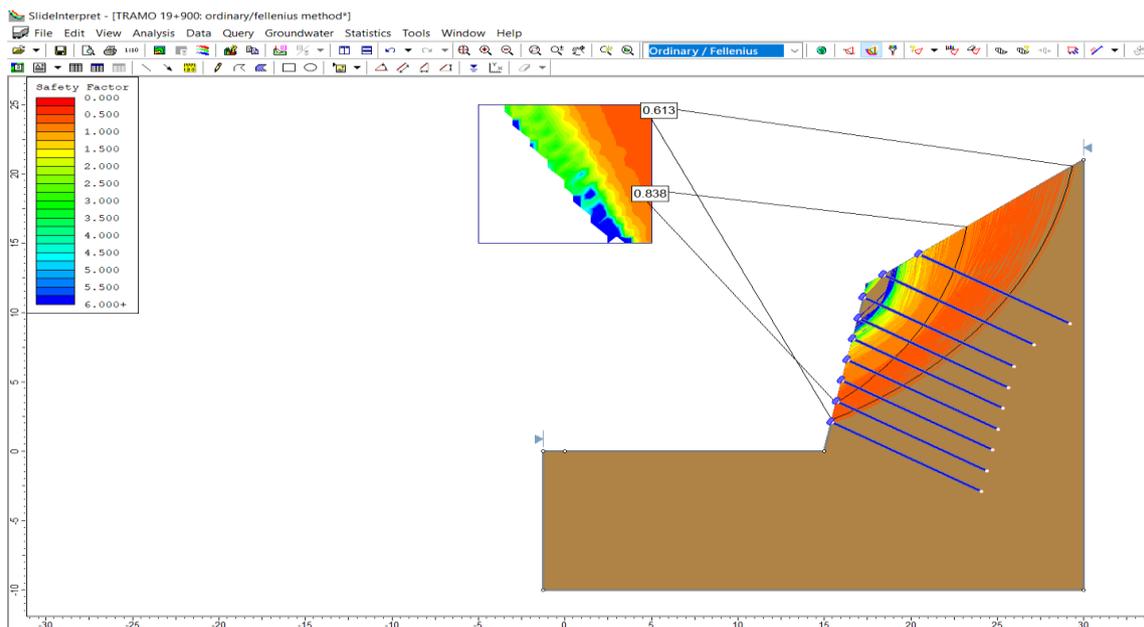


Figura 47: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 47: En el tramo 19+900, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.838 este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

### Análisis del tramo 20+000

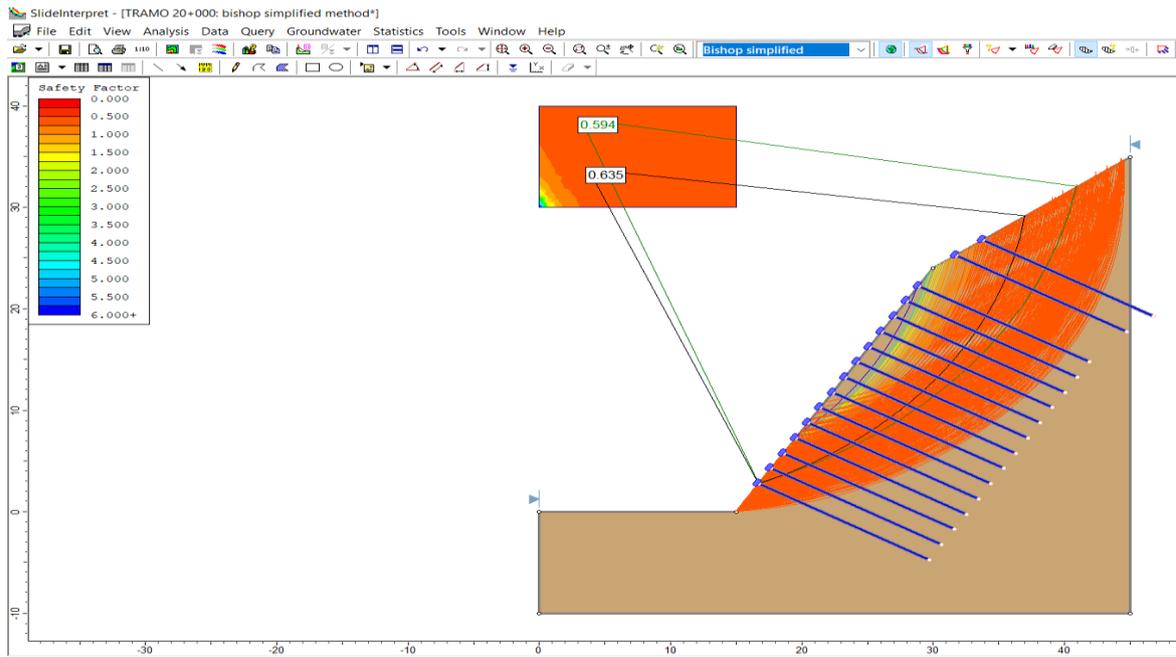


Figura 48: Cálculo del factor de seguridad método de Bishop

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 48: En el tramo 20+000, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Bishop se obtuvo un factor de seguridad = 0.635 este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

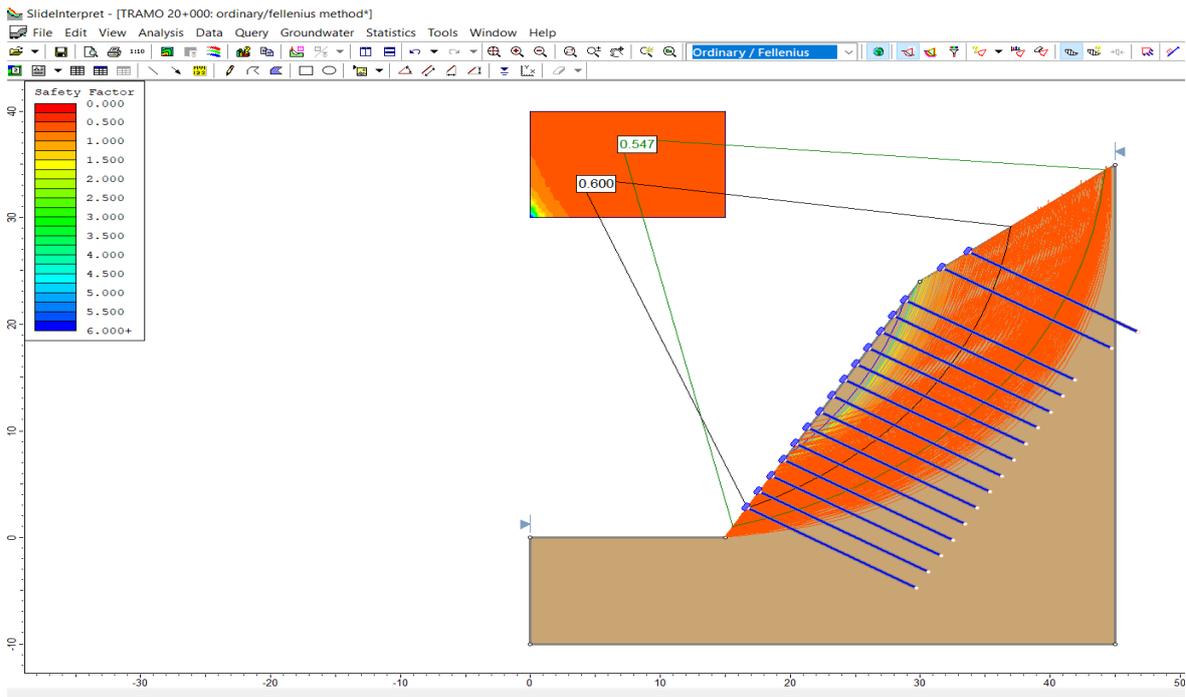


Figura 49: Cálculo del factor de seguridad método de Fellenius

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la Figura 49: En el tramo 20+000, mediante el análisis con fuerzas activas y pasivas aplicando el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad = 0.600 este factor es menor que 1.33 como indica la normativa AASHTO y menor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, es un talud inestable.

Tabla 9: Factor de seguridad con geomalla

METODOS	FACTOR DE SEGURIDAD				
	TRAMO 19+600	TRAMO 19+700	TRAMO 19+800	TRAMO 19+900	TRAMO 20+000
Bishop Simplificado	1.084	0.849	0.150	0.839	0.635
Fellenius	1.043	0.802	0.140	0.838	0.600

Fuente: Elaboración propia

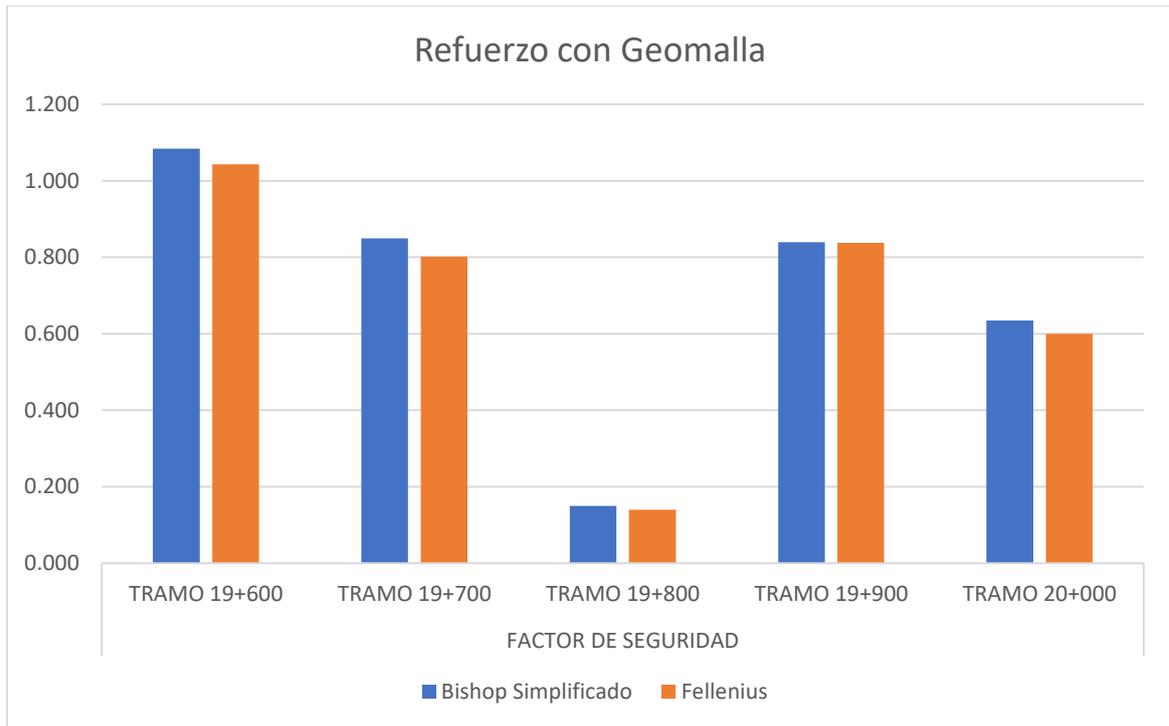


Figura 50: Factores de seguridad

Fuente: Elaboración propia

### Estabilidad de talud con muro de gaviones con software Geo5

Se analizará el tramo completo de 500 metros teniendo en cuenta, misma dimensión y altura de los gaviones. también se considera datos de mecánica de suelos de la calicata 01.

Para el análisis se toma en cuenta las siguientes características de la malla de simple torsión 500 N/mm<sup>2</sup> y malla de metal, resistente a la tracción en ambas direcciones, longitudinal y transversal.

Tabla 10:Características de las mallas de metal

Tipo de malla	Carga (Kn/m)	Deformación (mm/m)
Malla de simple torsión 500N/mm <sup>2</sup> (50x19x3.8mm)	63.24	135.52
Malla de simple torsión 500N/mm <sup>2</sup> (40x18x3.3mm)	83.66	163.07
Malla de triple torsión 500N/mm <sup>2</sup> (80x100x2.7mm)	30.87	96.13
Malla de triple torsión 500N/mm <sup>2</sup> (80x100x3mm)	41.48	98.46
Malla romboidal (83x143x3mm)	151.46	83.8
Malla romboidal(83x143x4mm)	257.65	58.12

Fuente: Castro Fresno D. y Ballester Muñoz F. (2003).

### Ingreso de datos en el programa Geo5

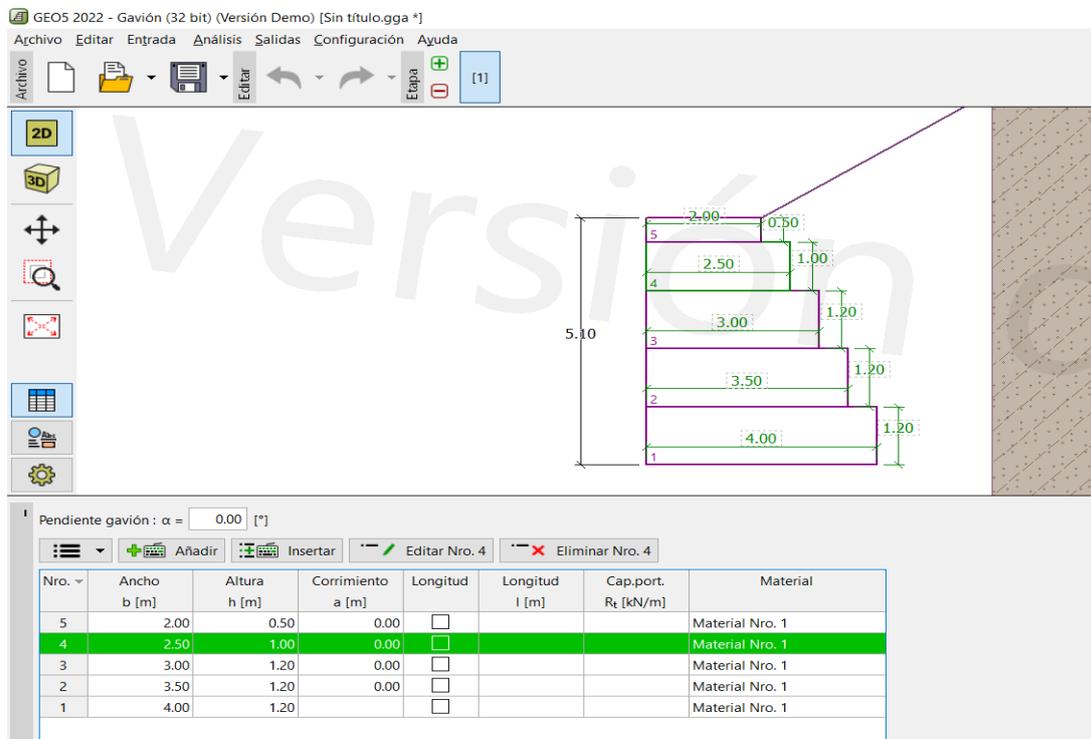


Figura 51: Dimensiones del muro de gaviones

Fuente: Elaboración propia

## Ingreso de datos del tipo de material

The screenshot shows the GEOS 2022 interface. The top menu bar includes 'Archivo', 'Editar', 'Entrada', 'Análisis', 'Salidas', 'Configuración', and 'Ayuda'. The toolbar contains icons for file operations and editing. The main window displays a 2D model of a stepped structure with five levels, numbered 1 to 5 from bottom to top. A vertical dimension line on the left indicates a height of 5.10. To the right, a vertical strip of material with a diagonal hatching pattern is visible. Below the main window, a panel titled 'Material Nro. 1' displays the following properties:

Relleno	
Peso unitario :	$\gamma = 17.64$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Ángulo de fricción interna :	$\phi = 25.00$ [°]
Cohesión :	$c = 0.00$ [kPa]
Malla	
Resistencia a la tracción de la malla :	$R_t = 83.00$ [kN/m]
Espaciamento de los tabiques verticales :	$v = 1.00$ [m]
Resistencia de la conexión :	$R_s = 83.00$ [kN/m]

Figura 52: Características del material

Fuente: Elaboración propia

## Ingreso de las características del suelo

The screenshot shows the GEOS 2022 interface with the same 2D model as Figure 52. The main window now displays the soil characteristics for 'ARENA LIMOSA CON GRAVA'. The properties are as follows:

ARENA LIMOSA CON GRAVA	
Peso unitario :	$\gamma = 17.64$ kN/m <sup>3</sup>
Estado de tensión :	efectivo
Ángulo de fricción interna :	$\phi_{ef} = 25.00$ °
Cohesión de suelo :	$c_{ef} = 0.00$ kPa
Ángulo de fricción estructura-suelo :	$\delta = 20.00$ °
Suelo :	granular
Peso unitario de suelo saturado :	$\gamma_{sat} = 20.00$ kN/m <sup>3</sup>

Figura 53: Características del suelo en estudio

Fuente: Elaboración propia

## Análisis del talud con muro de gaviones - vuelco y deslizamiento

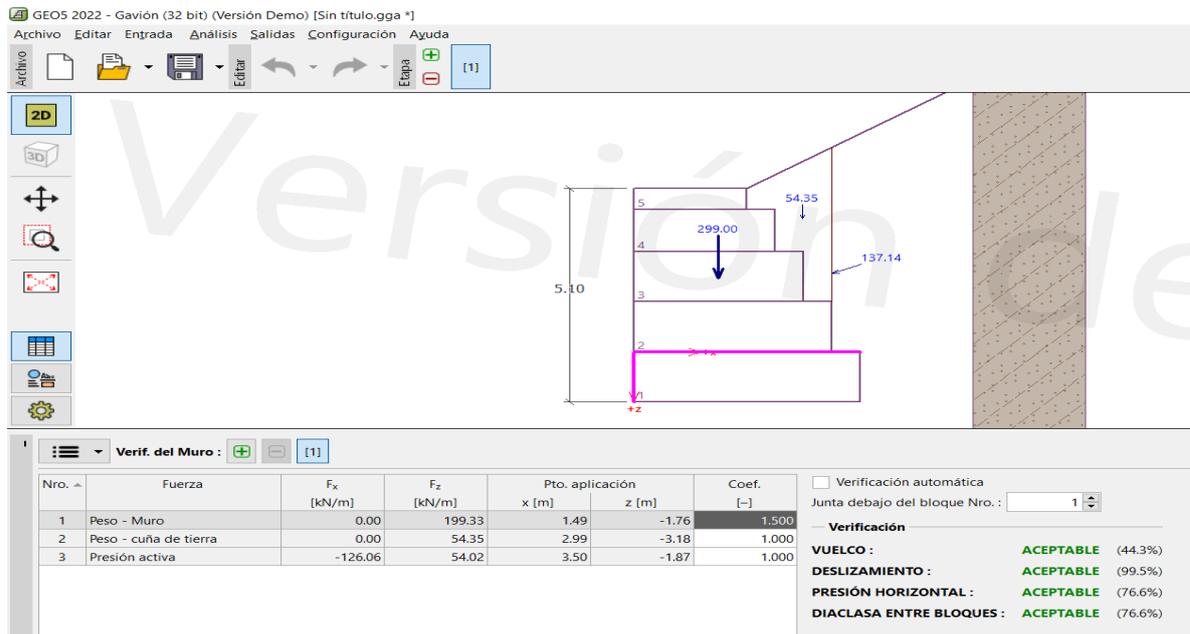


Figura 54: Análisis de vuelco y deslizamiento con software Geo5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación figura 54: Resultado del análisis del FSD y el FSV del muro de gaviones realizada con el software Geo5 y se encontró resultados óptimos.

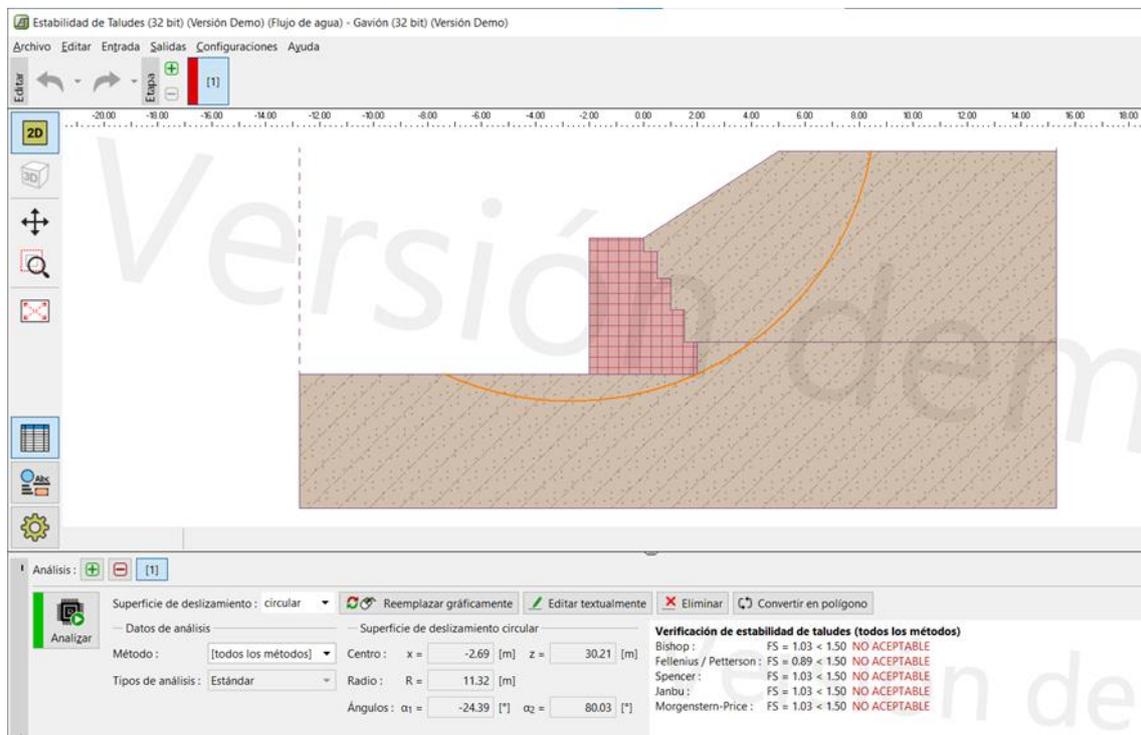


Figura 55: Modelamiento del talud y la superficie de falla con el software Geo 5.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación figura 55: El resultado del factor de seguridad encontrado en el programa Geo5 por el método de Bishop es 1.03 y por Fellenius es 0.89, por lo que el muro en su diseño es no aceptable lo cual indica inestabilidad.

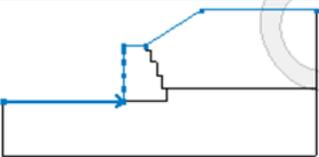
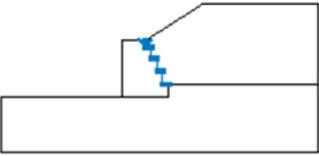
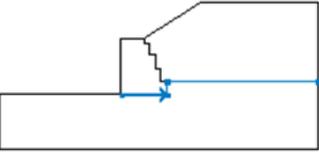
ESTABILIDAD DE TALUD EN LA CARRETERA AN110 KM 19+500 AL 20+000							
ALBERTO GUERRERO JOSSEPH, ARTEAGA URTIAGA GINA.							
<b>Análisis de estabilidad de taludes</b>							
<b>Entrada de datos</b>							
<b>Proyecto</b>							
<b>Configuración</b>							
Estándar - Factor de seguridad							
<b>Análisis de estabilidad</b>							
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)							
Análisis sísmico : Estándar							
<b>Factores de seguridad</b>							
<b>Situación de diseño permanente</b>							
Factor de seguridad :		SF <sub>s</sub> =		1.50 [-]			
<b>Interfaz</b>							
Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-12.75	19.90	-2.00	19.90	-2.00	21.10
		-2.00	22.30	-2.00	23.50	-2.00	24.50
		-2.00	25.00	0.00	25.00	5.00	28.25
		15.30	28.25				
2		0.00	25.00	0.00	24.50	0.50	24.50
		0.50	23.50	1.00	23.50	1.00	22.30
		1.50	22.30	1.50	21.10	2.00	21.10
3		-2.00	19.90	2.00	19.90	2.00	21.10
		15.30	21.10				
<b>Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva</b>							
Nro.	Nombre	Trama	Φ <sub>ef</sub> [°]	c <sub>ef</sub> [kPa]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]		
1	ARENA LIMOSA CON GRAVA		25.00	0.00	17.64		

Figura 56: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones

Fuente: Elaboración propia

**Parámetros de suelo - subpresión**

Nro.	Nombre	Trama	Y <sub>sat</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	Y <sub>s</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	ARENA LIMOSA CON GRAVA		20.00		

**Datos del suelo**

**ARENA LIMOSA CON GRAVA**

Peso unitario :  $\gamma = 17.64 \text{ kN/m}^3$   
 Estado de tensión : efectivo  
 Ángulo de fricción interna :  $\phi_{ef} = 25.00^\circ$   
 Cohesión de suelo :  $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$   
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

**Cuerpos rígidos**

Nro.	Nombre	Patrón	Y [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Material de la estructura		17.64

**Asignación y superficies**

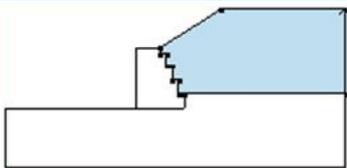
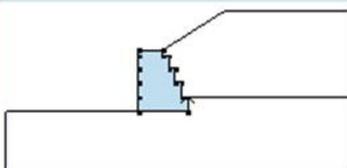
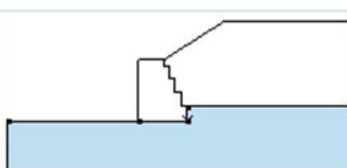
Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		15.30	21.10	15.30	28.25	ARENA LIMOSA CON GRAVA 
		5.00	28.25	0.00	25.00	
		0.00	24.50	0.50	24.50	
		0.50	23.50	1.00	23.50	
		1.00	22.30	1.50	22.30	
		1.50	21.10	2.00	21.10	
2		2.00	19.90	2.00	21.10	Material de la estructura 
		1.50	21.10	1.50	22.30	
		1.00	22.30	1.00	23.50	
		0.50	23.50	0.50	24.50	
		0.00	24.50	0.00	25.00	
		-2.00	25.00	-2.00	24.50	
		-2.00	23.50	-2.00	22.30	
-2.00	21.10	-2.00	19.90			
3		2.00	21.10	2.00	19.90	ARENA LIMOSA CON GRAVA 
		-2.00	19.90	-12.75	19.90	
		-12.75	14.90	15.30	14.90	
		15.30	21.10			

Figura 57: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones

Fuente: Elaboración propia

**Agua**

Tipo de agua : Sin presencia de agua

**Grieta de tracción**

No se ha introducido la grieta de tracción.

**Sismo**

Sismo no incluido.

**Configuraciones de la etapa de construcción**

Situación de diseño : permanente

**Resultados (Etapa de construcción 1)**

**Análisis 1**

**Superficie de deslizamiento circular**

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	-2.69 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-24.39 [°]
	z =	30.21 [m]		$\alpha_2 =$	80.03 [°]
Radio :	R =	11.32 [m]			

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

**Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)**

Bishop : FS = 1.03 < 1.50 **NO ACEPTABLE**  
 Fellenius / Petterson : FS = 0.89 < 1.50 **NO ACEPTABLE**  
 Spencer : FS = 1.03 < 1.50 **NO ACEPTABLE**  
 Janbu : FS = 1.03 < 1.50 **NO ACEPTABLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1.03 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Figura 58: Análisis de estabilidad de taludes por gaviones

Fuente: Elaboración propia

## Estabilidad de taludes con muro de concreto ciclópeo en el programa geo5

En este caso se analizará el tramo completo de 500 metros, considerando una sola altura del muro y dimensiones para todo el tramo de estabilización. También se tomará en cuenta los datos de mecánica de suelos de la calicata 01.

### Ingreso de datos

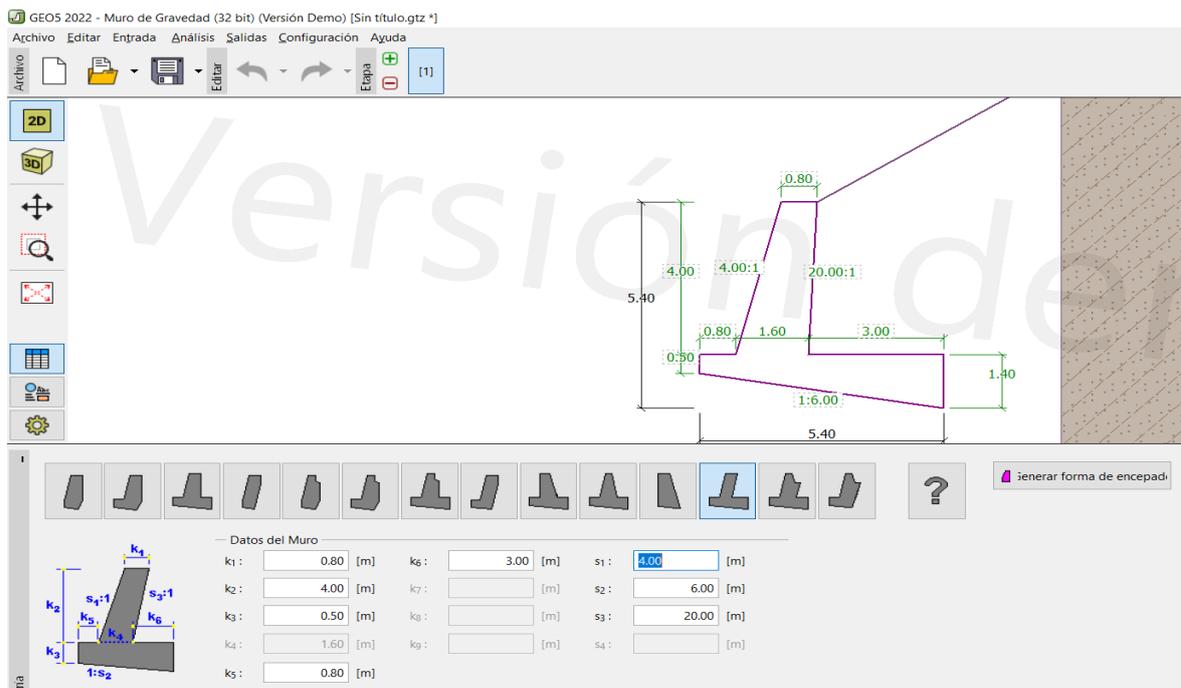


Figura 59: Dimensión del muro de concreto ciclópeo con el programa Geo 5.

Fuente: Elaboración propia

### Ingreso de datos del material

Concreto simple 70% y 30 % de canto rodado, con esa proporción de los materiales se obtendrá una resistencia mínima a la compresión de 21 MPa, considerando tamaños de rocas de 15 cm a 30 cm, teniendo en cuenta el espaciamiento de 10 cm.

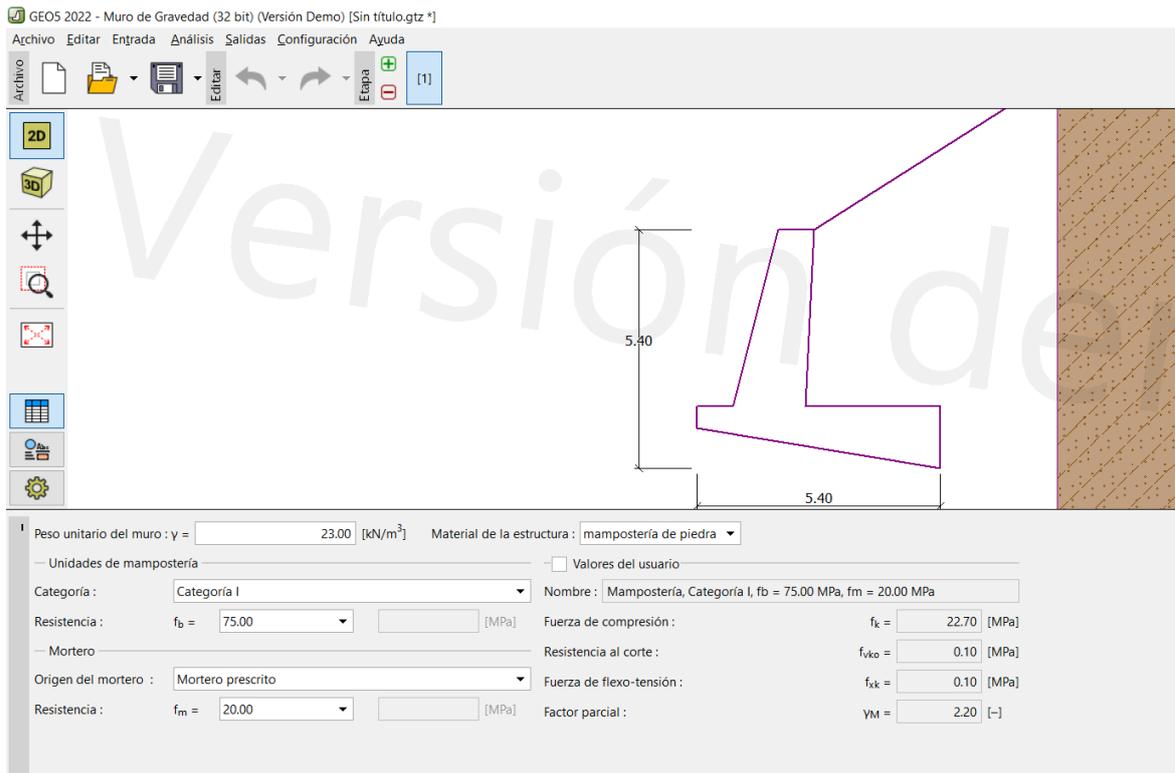


Figura 60: Características del material con el programa Geo5.

Fuente: Elaboración propia

### Ingreso de datos de las características de mecánica de suelos

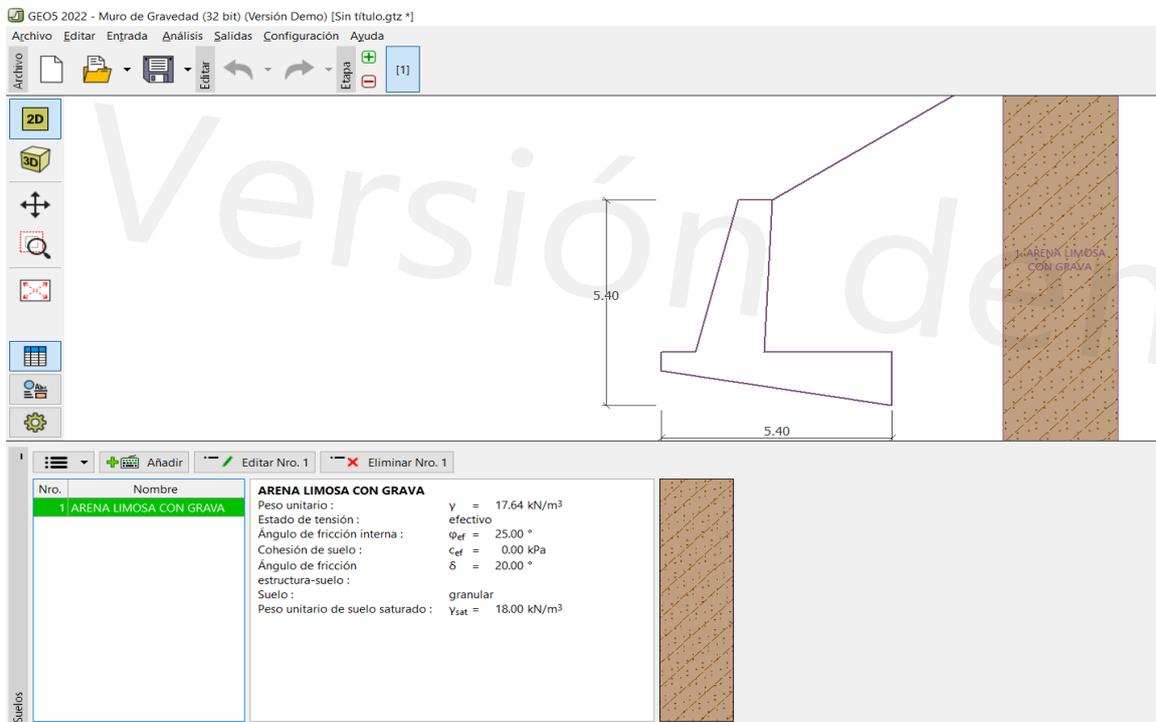


Figura 61: Datos de mecánica de suelo

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de vuelco y deslizamiento

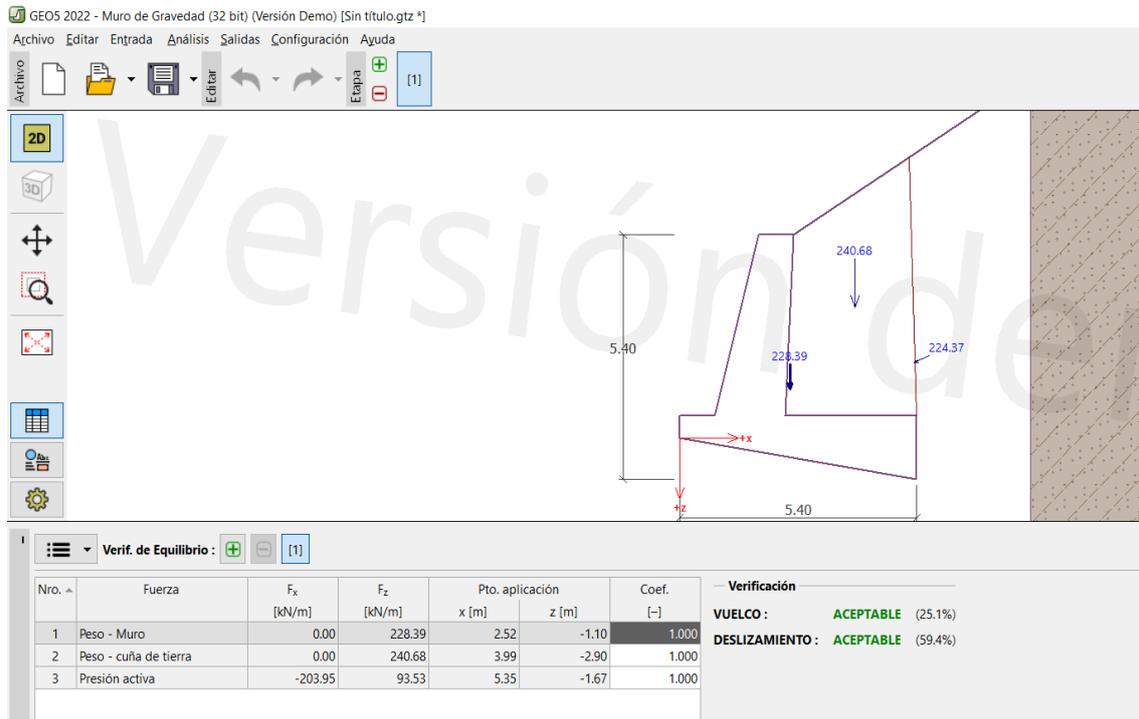


Figura 62: Resultados de deslizamiento y vuelco con el programa Geo5.

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de corte y flexión

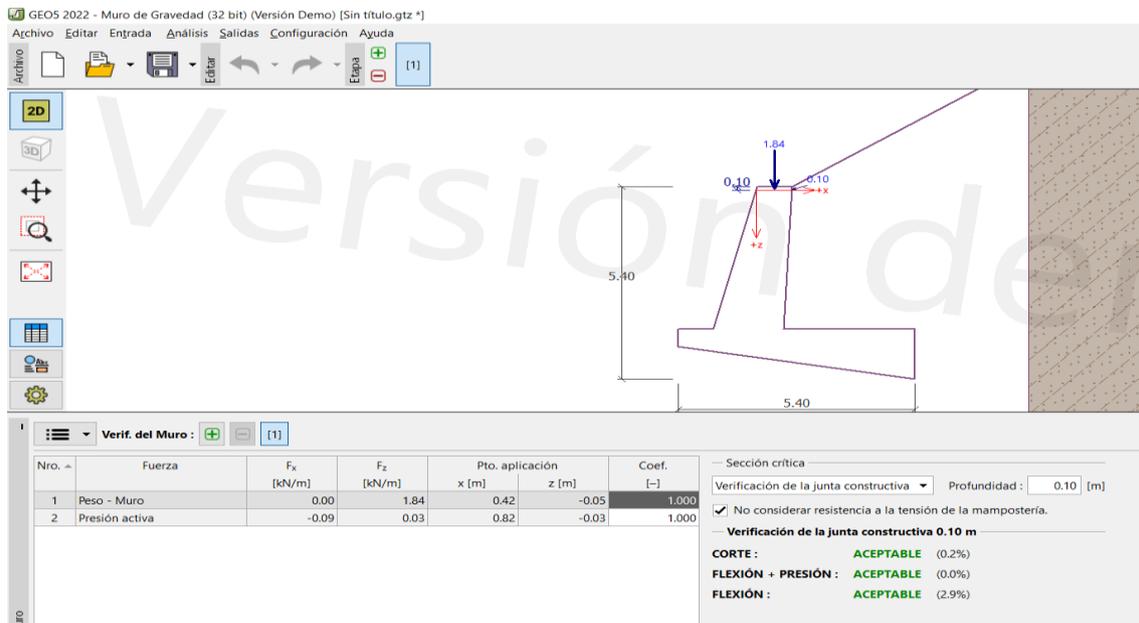


Figura 63: Análisis de corte y flexión con el programa Geo5.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación figura 62 y 63: En el análisis realizado por vuelvo, deslizamiento, corte y flexión se encontraron resultados óptimos que cumplen con la estabilización de talud ante una falla de esos tipos.

## Estabilización

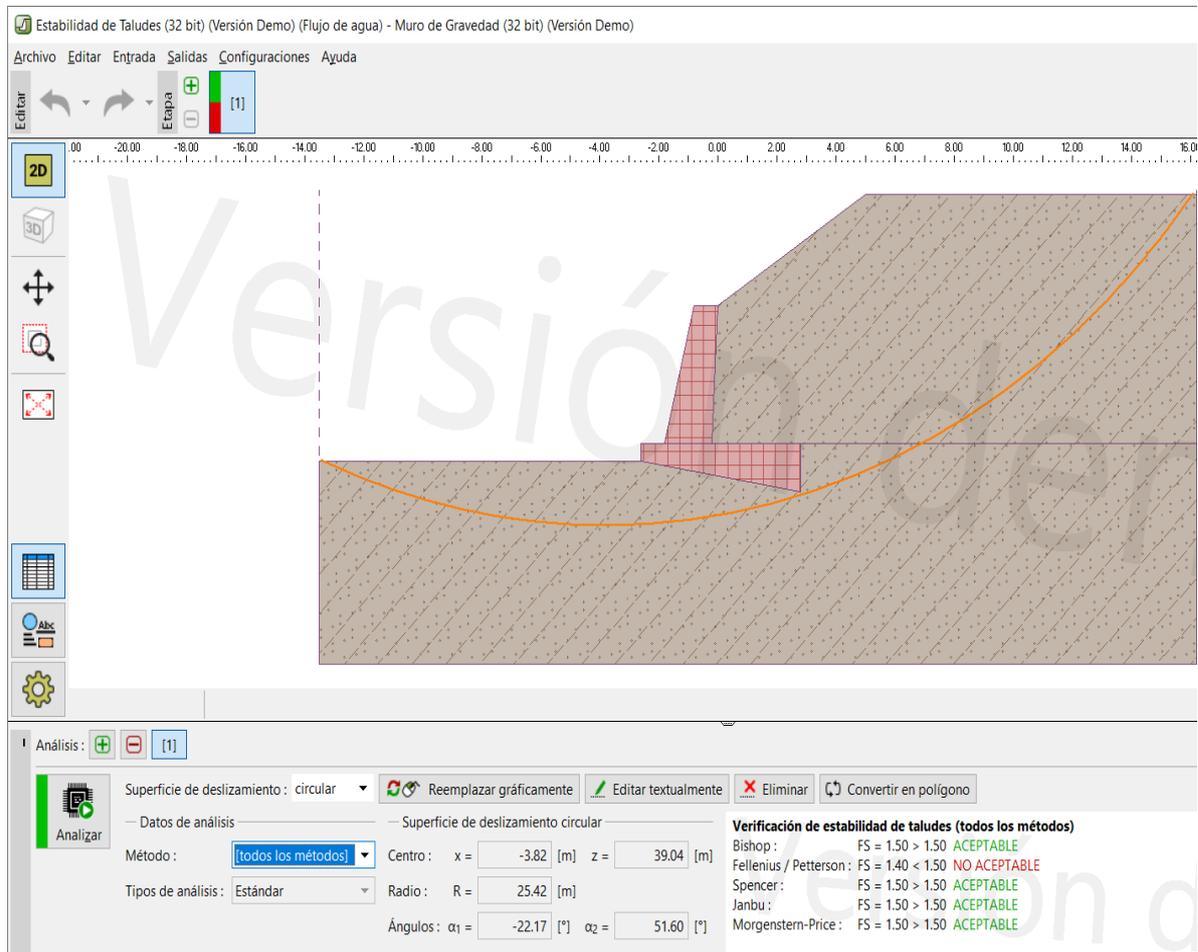


Figura 64: Estabilización con muro de concreto ciclópeo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación figura 64: Realizado la estabilidad del tramo de 500 metros, podemos observar que, por los métodos, Bishop, Spencer, Janbu y Morgenstern se obtuvieron factores de seguridad iguales a 1.50, este resultado es mayor a lo que indica la normativa AASHTO e igual a lo que indica el reglamento nacional de edificaciones norma CE. 020. Mientras que por el método Fellenius se obtuvo un factor de seguridad a 1.4 mayor a la normativa AASHTO y menor a la norma peruana.

**Análisis de estabilidad de taludes**

**Entrada de datos**

**Proyecto**

**Configuración**

Estándar - Factor de seguridad

**Análisis de estabilidad**

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Análisis sísmico : Estándar

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF <sub>s</sub> =	1.50 [-]

**Interfaz**

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-13.50	15.50	-2.60	15.50	-2.60	16.00
		-1.80	16.00	-0.80	20.00	0.00	20.00
		5.00	23.25	16.20	23.25		
2		-1.80	16.00	-0.20	16.00	0.00	20.00
3		-0.20	16.00	2.80	16.00		
4		-2.60	15.50	2.80	14.60	2.80	16.00
		16.20	16.00				

**Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva**

Nro.	Nombre	Trama	Φ <sub>ef</sub> [°]	c <sub>ef</sub> [kPa]	γ [kN/m³]
1	ARENA LIMOSA CON GRAVA		25.00	0.00	17.64

Figura 65: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo.

Fuente: Elaboración propia

Parámetros de suelo - subpresión

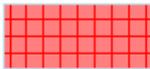
Nro.	Nombre	Trama	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	ARENA LIMOSA CON GRAVA		18.00		

Datos del suelo

ARENA LIMOSA CON GRAVA

Peso unitario :  $\gamma = 17.64$  kN/m<sup>3</sup>  
 Estado de tensión : efectivo  
 Ángulo de fricción interna :  $\phi_{ef} = 25.00$  °  
 Cohesión de suelo :  $c_{ef} = 0.00$  kPa  
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

Cuerpos rígidos

Nro.	Nombre	Patrón	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Material de la estructura		23.00

Asignación y superficies

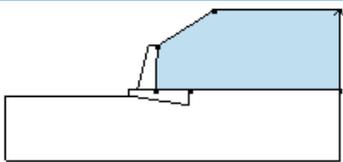
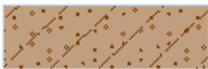
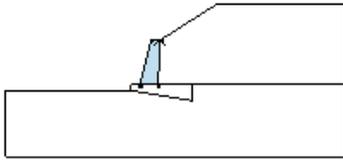
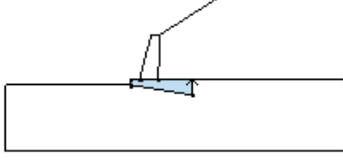
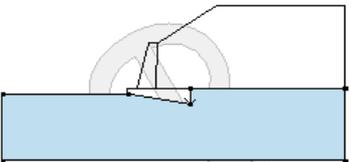
Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		16.20	16.00	16.20	23.25	ARENA LIMOSA CON GRAVA 
		5.00	23.25	0.00	20.00	
		-0.20	16.00	2.80	16.00	
2		-0.20	16.00	0.00	20.00	Material de la estructura 
		-0.80	20.00	-1.80	16.00	
3		2.80	14.60	2.80	16.00	Material de la estructura 
		-0.20	16.00	-1.80	16.00	
		-2.60	16.00	-2.60	15.50	

Figura 66: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo.

Fuente: Elaboración propia

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
4		2.80	16.00	2.80	14.60	ARENA LIMOSA CON GRAVA 
		-2.60	15.50	-13.50	15.50	
		-13.50	9.60	16.20	9.60	
		16.20	16.00			

**Agua**

Tipo de agua : Sin presencia de agua

**Grieta de tracción**

No se ha introducido la grieta de tracción.

**Sismo**

Sismo no incluido.

**Configuraciones de la etapa de construcción**

Situación de diseño : permanente

**Resultados (Etapa de construcción 1)**

**Análisis 1**

**Superficie de deslizamiento circular**

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	-3.82 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-22.17 [°]
	z =	39.04 [m]		$\alpha_2 =$	51.60 [°]
Radio :	R =	25.42 [m]			
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.					

**Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)**

Bishop : FS = 1.50 > 1.50 **ACEPTABLE**  
 Fellenius / Petterson : FS = 1.40 < 1.50 **NO ACEPTABLE**  
 Spencer : FS = 1.50 > 1.50 **ACEPTABLE**  
 Janbu : FS = 1.50 > 1.50 **ACEPTABLE**  
 Morgenstern-Price : FS = 1.50 > 1.50 **ACEPTABLE**

Figura 67: Análisis de estabilidad de taludes con muros de concreto ciclópeo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Factor de seguridad

Propuesta Método	Geomalla	Gaviones	Muro de concreto Ciclópeo
Bishop simplificado	1.081	1.030	1.500
Fellenius	1.043	0.890	1.400

Fuente: Elaboración propia

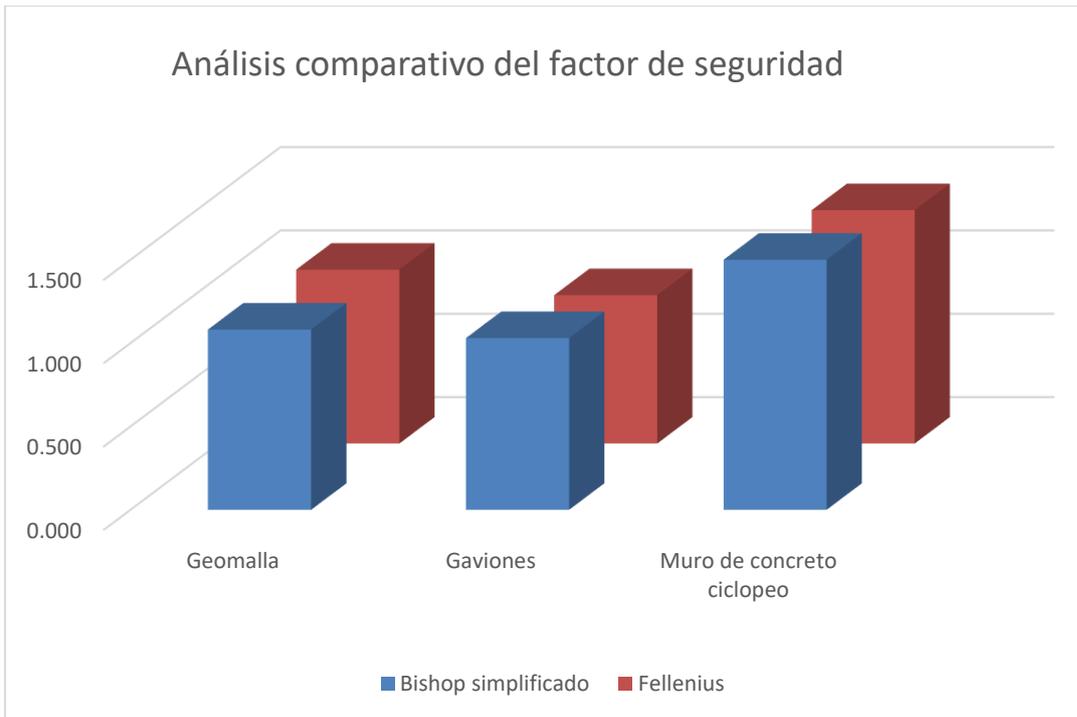


Figura 68: Análisis comparativo de las propuestas.

Fuente: Elaboración propia

## V.- DISCUSIÓN

De acuerdo a las figuras 65, 66 y 67, el análisis de estabilidad de talud en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, se realizó los estudios de mecánicas de suelos, topografía y con los análisis en los softwares Geo5 y Slide V.6, se obtuvo que el método de estabilización más adecuado, es por muro de concreto ciclópeo, con un factor de seguridad de  $F_s=1.50$ , respectivamente esto guarda relación con la investigación Camavilca (2019), ya que en su investigación identificó el mejor método de estabilización, mediante análisis de estudio de su topografía y suelo se determinó el tramo más crítico del terreno, con ayuda del programa Slide V.6.0.

Ambos resultados del factor de seguridad, en dichos estudios cumplen con la norma que indica, que dicho factor debe ser mayor a 1.33 como indica la normativa AASHTO y mayor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, esto significa que el talud está estabilizado.

El empleo de la metodología es el adecuado, ya que usamos los datos obtenidos en laboratorio, posteriormente ingresado al software para su análisis de estabilización, donde se pudo lograr con el objetivo propuesto.

De acuerdo a las tablas 05 y 06, se obtuvo las características del suelo de la zona de estudio mediante la clasificación unificada de suelos (SUCS) ASTM D-2487, de la calicata 01: es arena limosa, con grava y finos sin plasticidad, con peso específico de suelo  $\gamma = 1.764 \text{ tn/m}^3$ ,  $c = 0.00 \text{ tn/m}^2$ ,  $\Phi = 25.0^\circ$ , y la calicata 02: es arena arcillosa, con gravas y finos de plasticidad media, con peso específico de suelo  $\gamma = 1.762 \text{ tn/m}^3$ ,  $c = 0.45 \text{ tn/m}^2$ ,  $\Phi = 20.0^\circ$ , respectivamente esto guarda relación con la investigación de Bellorín, Palma y Darío (2019), ya que mediante la clasificación de ASSHTO determinó el tipo de suelo que posee la zona de estudio, A 2-4 (gravas y arenas limosas), con peso específico de suelo  $\gamma = 1.69324 \text{ tn/m}^3$ ,  $c = 0 \text{ tn/m}^2$ ,  $\Phi = 34^\circ$ .

Ambos resultados sobre la clasificación del suelo están cumpliendo con la norma ASTM D-2487, clasificación de suelos mediante los sistemas de SUCS Y AASHTO.

El empleo de la metodología es el adecuado ya que se usamos las muestras obtenidas en campo de la calicata para posteriormente, mediante ensayo de laboratorio poder clasificarlos mediante los sistemas SUCS y AASHTO.

De acuerdo a la figura 37 y tabla 07, se obtuvo los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar, analizados por los métodos Bishop y Fellenius, analizados cada 100 metros: en el tramo km 19+600 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.334$  por Bishop,  $F_s = 0.259$  por Fellenius; en el tramo km 19+700 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.248$  por Bishop,  $F_s = 0.233$  por Fellenius; en el tramo km 19+800 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.145$  por Bishop,  $F_s = 0.137$  por Fellenius; en el tramo km 19+900 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.382$  por Bishop,  $F_s = 0.391$  por Fellenius; en el tramo km 20+000 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.430$  por Bishop,  $F_s = 0.407$  por Fellenius, respectivamente esto guarda relación con la investigación de García (2017), donde usando el software Geo-Slope se analizó la estabilidad de los taludes y factor de seguridad del terreno, donde en el análisis de estabilidad estático para la sección 1 y 2, el factor de seguridad fue de 1.494 y 1.60 respectivamente, para el análisis de estabilidad dinámico para la sección 1 y 2, el factor de seguridad fue de 1.222 y 1.286 respectivamente.

Los factores de seguridad de ambos resultados cumplen como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.020. donde el factor de seguridad mínimo del talud será 1.5 para análisis estáticos y 1.25 para análisis sísmico y mayor a 1.33 como indica la normativa AASHTO.

El empleo de la metodología es el adecuado ya que los datos obtenidos en mecánica de suelos, fueron ingresados al programa Slide V. 6, donde obtuvimos los factores de seguridad y después lo verificamos conforme dice el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.020.

De acuerdo a la figura 68 y tabla 11, se determinó mediante el análisis de talud de los 500 metros con los softwares Geo5 y Slide V.6, se obtuvieron factores de seguridad reforzando con geomallas  $F_s = 1.081$  por Bishop,  $F_s = 1.043$  por Fellenius; estabilizando con muros de gaviones se obtuvieron factores de seguridad de 1.03 por Bishop,  $F_s = 0.890$  por Fellenius, y por estabilización con muros de concreto ciclópeo se obtuvieron factores de seguridad de 1.50 por Bishop,  $F_s = 1.40$  por Fellenius; donde se sugiere estabilización con muros de concreto ciclópeo, respectivamente esto guarda relación con la investigación de Vergara (2018), donde busca proponer el método más adecuado para los problemas de deslizamiento de las piedras, rocas y tierra provocados mayormente en las épocas de lluvia, infiltraciones y desbordes de aguas de regadíos, siendo un peligro latente para los habitantes del lugar, por lo cual se plantea el método más apropiado entre el uso de geomalla, gaviones y muro de contención, por ende sugiere usar el método de geomalla en el tramo 0+00 al 0+35 km, mientras que en el tramo 0+35 al 0+100 km, propone el uso de gaviones o muro de contención. Se llegó a esas conclusiones teniendo en cuenta diversos análisis en el estudio de mecánica de suelos y factor de seguridad.

Ambos resultados de factor de seguridad cumplen con la norma que indica, que dicho factor debe ser mayor a 1.33 como indica la normativa AASHTO y mayor a 1.5 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE. 020, por lo tanto, esto significa que el talud está estabilizado.

El empleo de la metodología es el adecuado ya que los datos obtenidos en mecánica de suelos, fueron ingresados al programa Geo5, donde obtuvimos el factor de seguridad adecuado para posteriormente modelarlo.

## VI.- CONCLUSIONES

**Como respuesta al objetivo general**, se concluye que el análisis de estabilidad de talud en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash. Se realizó con los estudios de mecánicas de suelos, topografía y con los análisis en los softwares Geo5 y Slide V.6, obteniendo que el método de estabilización más adecuado es por muro de concreto ciclópeo con un factor de seguridad de 1.50, de esta forma evitaremos deslizamientos constantes en dicha zona de estudio.

**Como respuesta al objetivo específico 01**, se concluye las características del suelo de la zona de estudio mediante la clasificación unificada de suelos (SUCS) ASTM D-2487, de la calicata 01: es arena limosa, con grava y finos sin plasticidad, con peso específico de suelo  $\gamma = 1.764 \text{ tn/m}^3$ ,  $c = 0.00 \text{ tn/m}^2$ ,  $\Phi = 25.0^\circ$ , y la calicata 02: es arena arcillosa, con gravas y finos de plasticidad media, con peso específico de suelo  $\gamma = 1.762 \text{ tn/m}^3$ ,  $c = 0.45 \text{ tn/m}^2$ ,  $\Phi = 20.0^\circ$ .

**Como respuesta al objetivo específico 02**, se concluye que los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar son analizados por los métodos Bishop y Fellenius, analizados cada 100 metros: en el tramo km 19+600 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.334$  por Bishop,  $F_s = 0.259$  por Fellenius; en el tramo km 19+700 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.248$  por Bishop,  $F_s = 0.233$  por Fellenius; en el tramo km 19+800 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.145$  por Bishop,  $F_s = 0.137$  por Fellenius; en el tramo km 19+900 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.382$  por Bishop,  $F_s = 0.391$  por Fellenius; en el tramo km 20+000 el factor de seguridad es de  $F_s = 0.430$  por Bishop,  $F_s = 0.407$  por Fellenius. Estos factores de seguridad son menores a 1.33 como indica la normativa AASHTO y menores a 1.50 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.020.

**Como respuesta al objetivo específico 03**, se concluye que mediante el análisis de talud de los 500 metros con los softwares Geo5 y Slide V.6, se obtuvieron factores de seguridad reforzando con geomallas  $F_s = 1.081$  por Bishop,  $F_s = 1.043$  por Fellenius; estabilizando con muros de gaviones se obtuvieron factores de seguridad con de  $F_s = 1.03$  por Bishop,  $F_s = 0.890$  por Fellenius; estos factores de seguridad son menores a 1.33 como indica la normativa AASHTO y menores a 1.50

como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.020, y por estabilización con muros de concreto ciclópeo se obtuvieron factores de seguridad de  $F_s = 1.50$  por Bishop,  $F_s = 1.40$  por Fellenius; estos factores de seguridad son mayores a 1.33 como indica la normativa AASHTO e igual a 1.50 como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.020.

## VII.- RECOMENDACIONES

Para el estudio de mecánica de suelos, se recomienda hacerlo en el tiempo más corto posible, según la profundidad de las calicatas e inmediatamente ser derivadas al laboratorio de mecánica de suelos, para así evitar perder humedad en las muestras de suelo durante el trayecto de su traslado de la zona de estudio hasta el laboratorio.

Se recomienda uso de programas de geotecnia como (Geo5, Slide V.6, etc.) para la estabilización de taludes, donde es posible un análisis más detallado, donde se pueda graficar las formas de falla y evaluar con más profundidad la estabilidad de taludes.

Los ensayos de mecánica de suelos, la topografía y el análisis que se realizaron durante los estudios de esta tesis, corresponden estrictamente a la zona de estudio tomado como población. Por lo que se recomienda usar estos datos únicamente para el área de estudio de la carretera AN110, en caso se desea ampliar la investigación.

Para la estabilización de talud en la carretera AN 110 tramo km 19+500 al 20+00 Recuay - Ancash, se recomienda el uso de muro de contención de concreto ciclópeo, ya que cumple con las verificaciones de fallas aceptables y los factores de seguridad por Bishop  $fs.=1.50$  y Fellenius  $fs.= 1.40$  son mayores a lo que indica la norma ASSHTO y CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## REFERENCIAS

ALMAGUER, Yuri y GUARDADO, Rafael. Tipología de movimientos de masas desarrollados en el territorio de Moa, Cuba. *Minería y Geología*, 22 (1), 2006. ISSN: 0258-5979.

ALMANZA, Aldo, GONZÁLES, Carlos, FUENTES, Eneida, ROJAS, Kelsy, SÁENZ, Milagros y MITRE, Yurianis. Análisis modal de fallas y efectos, AMFE, en taludes. *Revistas académicas UTP*. 1 (1):19-27, 2015.

ALVARADO, Virginia. Factores que inciden en la erosión hídrica. *Revista de ciencia y práctica*, 1(2):57-68, 2021. ISSN: 2710-2408.

AMORES, Rosario, et al. Identificación y georreferenciación de un deslizamiento de tierra en la comunidad de potrero de Atalaya con tecnología digital móvil. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1): 56-60,2015. ISSN: 2412-0464.

ASTUDILLO, Marcelo, PARRA, Víctor. Diseño de alternativas de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle – La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca. Tesis (Título de ingeniero civil con mención en gerencia de construcciones). Ecuador: Universidad del Azuay, 2015-133pp.

AYALA, Rubén y REQUENA, Jesús. Estabilidad relativa de taludes en el Batolito de El Carmen, en un segmento de la carretera Mérida – Tabay, estado de Mérida – Venezuela,52 (1):87-119, enero – junio 2011.

BARROS, José. Muros de contención. España, editorial Ceac, S.A, 2005, 206 pp. ISBN: 84-329-1287-5

BELLORI, Kilmer, PALMA, Roger y Darío, Cristian. Estabilización de talud en el barrio José Santos Rodríguez de la ciudad de Ocotal, nueva Segovia. Tesis (Título de ingeniero civil). Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019-122pp.

CAMAVILCA, Elvis. Análisis de estabilidad de talud y propuesta en el km 93 de la Carretera Central, Distrito San Mateo – Huarochirí, Lima 2019. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 164 pp.

CARDONA, Jaiberth. Ortodoxia y fisuras en el diseño y ejecución de estudios descriptivos. *Revista Med*, 23 (1):40-51,2015. ISSN: 0121-5256.

CHACÓN, José. Movimientos de ladera: clasificación, descripción y evolución espacial y temporal. *Revista de geología aplicada a la ingeniería y al ambiente*. (28):73-79, 2012.

CHÁVEZ, Miguel y GUARDADO, Rafael. Evaluación ingeniero-geológica del deterioro de las rocas en la provincia de Manabí, Ecuador. *Minería y Geología*, 24 (4):1-13, 2008. ISSN: 0258-8959.

CHÁVEZ, Miguel, BLANCO, Roberto y WATSON, Roberto. Estabilización de taludes en el rio Portoviejo, Ecuador. *Minería y Geología*, 24(3):1-9, 2008. ISSN: 0258-8959

COPONS, Ramon y TALLADA, Anna. Movimientos de ladera. *Enseñanzas de las ciencias de la tierra* (17.3):284-294, 2009. ISSN: 1132-9157.

CORDERO, Diego. Análisis sísmico de estabilidad de taludes basado en desempeño. *Ingeniería revista de la universidad de Costa Rica*. 22 (2):25-28, 2012. ISSN: 1409-2441.

CUANALO, Oscar, et al. Sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México. e – *Gnosis*, 4 (4): 1-15, 2006. E -ISSN: 1665-5745.

DELGADO, José, et al. Evaluación de la susceptibilidad de las laderas a sufrir inestabilidades inducidas por terremotos aplicación a la cuenca de drenaje del rio Serpis (Provincia de Alicante). *Revista de la Sociedad Geológica de España*,19 (3-4):197-218, 2006.

Efectividad de la estabilización de taludes con geomallas en relaves. [Contenido de un blog]. Icochea, S., (27 de setiembre de 2019). Disponible en: <https://igc.com.pe/efectividad-estabilizacion-de-taludes-con-geomallas-relaves/>

ESCOBAR, Luis y VALENCIA, Yamile. Análisis de estabilidad y probabilidad de falla de dos taludes de suelo tropical en la autopista Medellín- Bogotá en el tramo de vía entre Marinilla y Santuario. *Boletín de Ciencia de la Tierra*, (31):51-63, junio 2012. ISSN: 0120-3630.

FERNÁNDEZ, Flory. *El análisis de contenido como ayuda metodológico para la investigación*. Revista de ciencias sociales, 2 (96) 35:53, 2002. ISSN: 0482-5276.

GARCIA, Joseph. Estabilización de taludes de la carretera Pe-3N Km 263+100. Tesis (Título de ingeniero civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco, 2017. 208 pp.

GARNICA, Paul y PÉREZ, Carlos. Metodología para la gestión de cortes carreteros. *Secretaria de comunicaciones y transportes*. (370), 2012. ISSN: 0188-7297. Gaviones [Artículo de un blog]. (04 de abril de 2015). Recuperado de: <http://ingenieriacivilgaviones.blogspot.com/2015/04/>

GONZÁLEZ DE VALLEJO, et al. Los taludes en España en los últimos 50 años. *Revista Digital Del Cedex*, 85(187):2017

IGME y EPTISA. Manual de taludes [en línea]. España, 1987. Capítulo 7. Métodos de cálculos. Disponible en [file:///C:/Users/Cinthya/Downloads/IGME%20-%20Manual%20de%20Taludes%20\[1%C2%AA%20Ed.%201987\].pdf](file:///C:/Users/Cinthya/Downloads/IGME%20-%20Manual%20de%20Taludes%20[1%C2%AA%20Ed.%201987].pdf).

Inestabilidad de taludes en carreteras: tipos de movimientos que se producen [blog en línea]. Earle, B., (5 de febrero del 2021). Recuperado de <https://blog.structuralia.com/inestabilidad-de-taludes-en-carreteras-tipos-de-movimientos-que-se-producen>

ISAZA, Irving, GONZALEZ, Freddy y DOMINGUEZ, Ricardo. Condición de falla global en el sector de Miramar Provincia de Colon. *Centros Revista Científica Universitaria*, 11(1): 301-314, enero-julio 2022. ISSN: 2301-604x.

JIMENEZ, Ledys. Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad. *Revista Científica Convergence Tech*, 4 (1):59-68, marzo-agosto 2020. ISSN 2737-6087.

JIMÉNEZ, Leonor. Inestabilidad de laderas en el estado de Veracruz: necesidad de investigación y búsqueda de soluciones. *Veracruz, Instituto de ecología, A.C.* México, 2015. 140 pp. ISBN: 978-607-7579-49-6

LOZADA, José. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. *CineciAmérica*, 3(1):47-50, diciembre 2014. ISSN: 1390-9592.

MANRIQUE, Vania y TIGRERO, Paola. Análisis de estabilidad de taludes a partir de la evaluación geomecánica del macizo rocoso en Anconcito, Provincia de Santa Elena. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019. 183pp.

MESA, Milena y TEJADA, Eduardo. Análisis de la estabilidad de taludes en terraplenes mediante los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos. *Revista Cubana de Ingeniería*, 9 (1):49-56, enero-abril 2018. ISSN: 2223-1781.

MESA, Milena, ALVAREZ, José y CHAVEZ, Jorge. Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica. *Revista de Ingeniería Sísmica*, (103):1-17, 2020. ISSN-E 2395-8251.

MEZA, Victoria. Suelos parcialmente saturados, de la investigación a la Catedra Universitaria. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (31):23-38, 2012. ISSN: 0120-3630. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Diseño geométrico RD N° 03-2018. Lima, 2018. 340pp.

MORA, René y ROJAS, Eduardo. Efecto de la saturación en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 8 (1):55-68, 2012. ISSN: 1405-7743.

PIÑAR, Rafael. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m<sup>3</sup>. Proyecto (Licenciatura en ingeniería en construcción). Costa Rica: Instituto tecnológico de Costa Rica, 2008. 50 pp.

RAMOS, Carlos. Los paradigmas de la investigación científica. *Revista de la facultad de psicología y humanidades: Avances en psicología*: ,23 (1):9-17, 2015. ISSN:1812-9536.

RIVERA, Jhonathan, et al. Estabilización química de suelos- Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico* ,84(2): 202-206, julio-diciembre 2020. ISSN 0122-056X

ROJAS, Marcelo. Tipos de Investigación científica: una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET: Revista electrónica de veterinaria*, 16(1):1-14 2015. E-ISSN:1695-7504.

SANHUEZA, C y RODRIGUEZ, L. Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la Construcción*,12(1):17-29, abril 2013. ISSN: 0717-7925.

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, 1998. 550 pp. ISBN: 9789583308000.

Tipos de gaviones y sus características más relevantes [Artículo de un blog]. Colombia: Pérez, M., (18 de octubre de 2017). Recuperado de: <https://www.parqueygrama.com/tipos-de-gaviones/>.

TRUJILLO, Mario y RAMOS, Alfonso. Bases para el análisis de confiabilidad de flujos de material desagregado. *Revistas UIS ingenierías*. 13(2):29-38, 2014. ISSN:1657-4583

VARGAS, G. Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa. *Boletín de Geología*. Vol. 22 (37) 40-67. 2000.

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista de educación*, 33(1): 155-165, 2009. ISSN:0379-7082.

VEGA, Christian y Velásquez, Gema. Análisis de inestabilidad de talud tramo NIC-7 (km 177-178) Santo Tomas, departamento de Chontales. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (33): abril-junio 2020. ISSN:2505-5790.

VERGARA, Ronald. Estabilización de talud por tres métodos: Gaviones, Geomalla y muro de Contención en el centro poblado San Juanito Alto distrito de Guadalupe, Viru, La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 118 pp.

¿Qué es una geomalla y cuáles son sus usos? [Contenido de un blog]. Perú: Geoaceoblog, (10 de octubre de 2019). Recuperado de: <https://www.geoaceperu.com/blog/que-es-una-geomalla-usos/>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Estabilización</b>	Se define como el procedimiento en el cual se mejora las condiciones del suelo, para que obtenga propiedades estables, en base a las características del medio ambiente de servicio. (Rivera y et al, 2020)	De acuerdo a las condiciones del suelo se determina el factor de seguridad para una adecuada estabilización	- Estabilización del talud.	-Factor de seguridad. -Punto de falla.	Razón
			Topografía.	pendiente (%).	Razón
<b>Talud</b>	Se describe como todo terreno con superficie inclinada con relación a la horizontal, que ha adquirido el terreno ya sea de manera natural o mediante una obra hecha por el hombre. (Isaza, González y Domínguez, 2022)	Para esta superficie inclinada (talud) se analizarán sus propiedades físicas y mecánicas	Propiedades físicas del talud.	-Clasificación SUCS. -Limite plástico (%). - Limite líquido (%). -Índice de plasticidad (%). -Granulometría -Peso específico.	Razón
			Propiedades mecánicas del talud.	-Máxima densidad seca (gr/cm3). -Optimo contenido de humedad (%). - CBR (%).	Razón

**ANEXO 2: Matriz de consistencia.**

<b>TITULO: Análisis de estabilización de talud en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Metodología</b>
¿Cuál es el análisis de estabilidad de talud en la carreta AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?	Determinar el análisis de estabilidad de talud en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.	La estabilización de talud garantiza una zona más segura, disminuye el índice de deslizamientos de tierra, lodos y piedras para una mejor transitabilidad vehicular y peatonal en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.	Dependiente: estabilización Independiente: talud	Topografía, Estudio de mecánica de suelos, análisis de estabilización de talud.	Sección transversal. Punto de falla, pendiente, talud estable.	Tipo de estudio aplicativo. Diseño de investigación descriptivo con enfoque cuantitativo.
¿Cuál es el tipo de suelo de los taludes en la carreta AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?	Determinar el tipo de suelo de los taludes en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.	Mediante los ensayos de laboratorio y los sistemas de clasificación S.U.C.S, se permitirá conocer el tipo de suelo.		Estudio de mecánica de suelos	Clasificación SUCS. -Límites de plasticidad (%). -Granulometría -Peso específico.	
¿Cuáles son los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar en la carreta AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?	Identificar los factores de seguridad de los taludes sin estabilizar en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.	Mediante los factores de seguridad se identifica la inestabilidad de los taludes en la carretera AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.		Metodología 2D, análisis en Slive V6.	Factor de seguridad	

<p>¿Cuál será el método más adecuado para la estabilización de talud en la carreta AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022?</p>	<p>Analizar el método más adecuado para la estabilización de taludes en la carreta AN 110 Kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.</p>	<p>Mediante el adecuado análisis a través de métodos de cálculos de estabilización de taludes, obtendremos patrones exactos para proponer el correcto sistema de estabilización del talud.</p>	<p>Metodología 2D, análisis en Slide V6 y Geo5</p>	<p>Factor de seguridad</p>
--	--	--	--	----------------------------

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos



Figura 69: Reconocimiento del lugar



Figura 70: Levantamiento topográfico



Figura 71: Extracción de muestras



Figura 72: Ensayos de contenido de humedad



Figura 73: Ensayos de limites



Figura 74: Ensayo de granulometría



Figura 75: Equipos e instrumentos del laboratorio

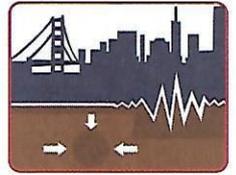
# 3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



## CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (TEORIA DE TERZAGHI)

INFORME N° 363-2022-3R-LG

SOLICITA : ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY  
ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN

PROYECTO : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA  
AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"

ENTIDAD : FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA : 17 DE AGOSTO DE 2022

Clasificación SUCS de los suelos: C-01  
SM

### Observaciones:

Por las características obtenidos de los ensayos estandar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), se tienen los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad de carga.

### Por Teoría de Terzaghi:

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga última es:

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma \quad \longrightarrow \quad \text{Falla General por Corte}$$

**Nota:** Los parámetros de resistencia cortante se han asumido solo de acuerdo al tipo de clasificación de suelos.

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo, de acuerdo a la información indicada por el solicitante:

c = cohesión del suelo	0.00 Tn/m <sup>2</sup>
γ = peso unitario del suelo	1.764 Tn/m <sup>3</sup>
D <sub>f</sub> = profundidad de la cimentación	2.50 m.
B = ancho de la zapata de cimentación	1.00 m.
N <sub>c</sub> , N <sub>q</sub> , N <sub>γ</sub> = factores de capacidad de carga	
φ = ángulo de fricción interna del suelo	25.0 °

Referencia: Principios de Ingeniería de Cimentaciones - Braja M. Das

Para φ = 25.0 °	N <sub>c</sub> = 25.13
	N <sub>q</sub> = 12.72
	N <sub>γ</sub> = 8.34

$$q_u = 63.45 \text{ Tn/m}^2$$

$$F.S. = 3.00$$

$$q_a = q_u / F.S.$$

$$q_a = 21.15 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_a = 2.12 \text{ Kg/cm}^2$$

### Presión Admisible del Terreno para el Proyecto (Capacidad Portante Admisible):

$$q_{adm} = 2.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 0.21 \text{ Mpa}$$



*Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.*  
INGENIERO CIVIL CIP N° 57500  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



# 3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



## CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (TEORIA DE TERZAGHI)

INFORME N° 363-2022-3R-LG

SOLICITA : ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY  
ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN

PROYECTO : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA  
AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"

ENTIDAD : FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA : 17 DE AGOSTO DE 2022

Clasificación SUCS de los suelos: C-02  
SC

### Observaciones:

Por las características obtenidos de los ensayos estadar de laboratorio para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), se tienen los siguientes parámetros para el cálculo de la capacidad de carga.

### Por Teoría de Terzaghi:

Se conoce que para una cimentación corrida la capacidad de carga última es:

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma \quad \longrightarrow \quad \text{Falla General por Corte}$$

**Nota:** Los parámetros de resistencia cortante se han asumido solo de acuerdo al tipo de clasificación de suelos.

Se ha asumido los siguientes parámetros para el cálculo, de acuerdo a la información indicada por el solicitante:

c = cohesión del suelo 0.45 Tn/m<sup>2</sup>

γ = peso unitario del suelo 1.762 Tn/m<sup>3</sup>

D<sub>f</sub> = profundidad de la cimentación 2.50 m.

B = ancho de la zapata de cimentación 1.00 m.

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> = factores de capacidad de carga

φ = ángulo de fricción interna del suelo 20.0 °

Referencia: Principios de Ingeniería de Cimentaciones - Braja M. Das

Para φ = 20.0 ° N<sub>c</sub> = 17.69

N<sub>q</sub> = 7.44

N<sub>γ</sub> = 3.64

q<sub>u</sub> = 43.94 Tn/m<sup>2</sup>

F.S. = 3.00

q<sub>a</sub> = q<sub>u</sub> / F.S.

q<sub>a</sub> = 14.65 Tn/m<sup>2</sup>

q<sub>a</sub> = 1.46 Kg/cm<sup>2</sup>



*Reynaldo M. Reyes Roque*  
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO

### Presión Admisible del Terreno para el Proyecto (Capacidad Portante Admisible):

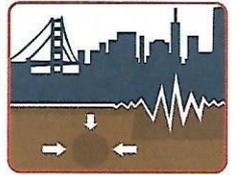
q<sub>adm</sub> = 1.46 Kg/cm<sup>2</sup>

q<sub>adm</sub> = 0.14 Mpa



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





SOLICITA : ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY  
ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN

TESIS : "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA  
AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"

ENTIDAD : FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FECHA : 17 DE AGOSTO DE 2022

INFORME N° 363-2022-3R-LG

### ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA N°		C-01	C-02
ESTRUCTURA		-	-
MUESTRA		Mab-01	Mab-01
PROFUNDIDAD CALICATA (mts)		2.50	2.50
PROF. NIVEL FREÁTICO (mts)		- . -	- . -
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA POR MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3 "	3"	93.94	100.00
	2"	93.94	100.00
	1 1/2"	93.51	100.00
	1"	87.99	100.00
	3/4"	85.61	92.95
	3/8"	79.36	86.03
	N° 4	74.14	80.46
	N° 10	64.74	72.74
	N° 20	53.06	62.38
	N° 40	40.94	51.65
N° 60	30.82	44.21	
N° 140	16.85	32.46	
N° 200	14.89	30.16	
Coef. Uniformidad	Cu.	---	---
Coef. Concavidad	Cc.	---	---
LIMITES DE	L.L.	N.P.	35.33
	L.P.	N.P.	28.18
CONSISTENCIA	I.P.	N.P.	7.15
HUMEDAD NATURAL		38.42	20.71
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		SM	SC
DESCRIPCIÓN		Arena limosa, con grava, y finos sin plasticidad.	Arena arcillosa, con gravas y finos de plasticidad media.

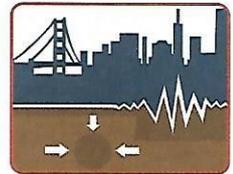
Nota:

Las muestras de suelo fueron traídos por el solicitante para su analisis en el laboratorio.



REGISTRO INDECORI CERTIFICADO N°00131871





SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-01
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"	MUESTRA	: Mab-01
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

POZO	: C-01			
MUESTRA	: Mab-01			
PROFUNDIDAD (m)	: 2.50			
FRASCO N°	ACH-R01	ACH-R02		
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	138.69	122.53		
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	106.69	93.01		
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	32.00	29.52		
(4) Pfr (gr)	19.32	19.60		
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	87.37	73.41		
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	36.63	40.21		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	38.42			

Nota: Pfr = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso del suelo humedo  
P.S.S. = Peso del suelo seco  
Pagua = Peso del agua



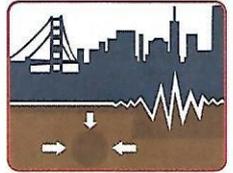
**3R GEOINGENIERÍA S.A.C.**  
Ingeniería Civil Especializada  
Laboratorio Geotécnico



*Reynaldo M. Reyes Roque*  
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-01
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"	MUESTRA	: Mab-01
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 5,148.00 grs      % QUE PASA MALLA No 200 : 14.89  
PESO LAVADO SECO : 4,383.00 grs      % RETENIDO MALLA 3" : 6.06

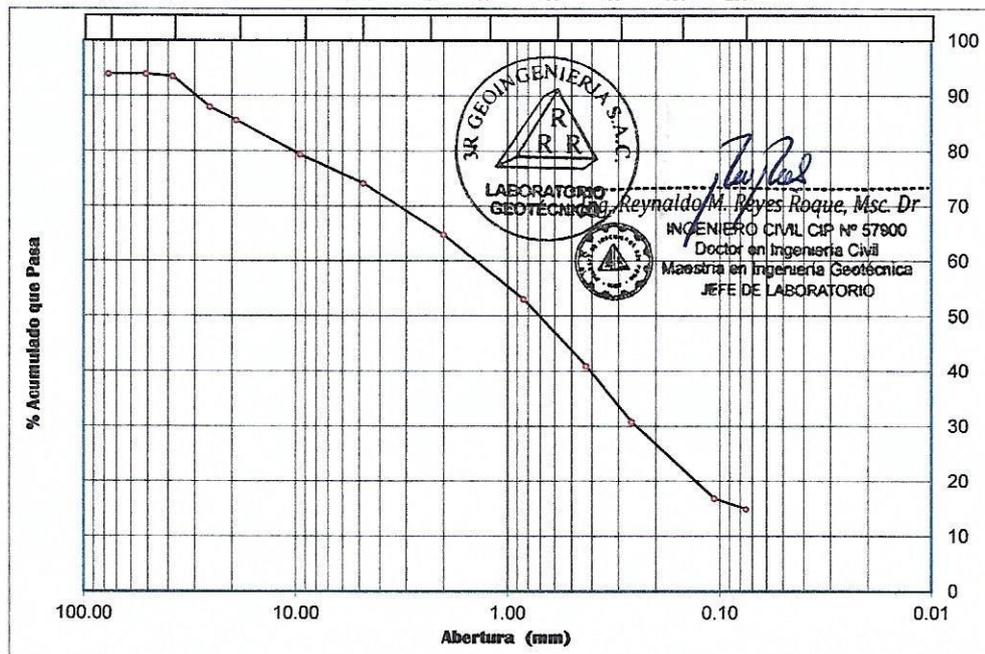
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	312.10	6.06	6.06	93.94
2"	50.800	0.00	0.00	6.06	93.94
1 1/2"	38.100	22.00	0.43	6.49	93.51
1"	25.400	284.00	5.52	12.01	87.99
3/4"	19.050	122.80	2.39	14.39	85.61
3/8"	9.525	321.90	6.25	20.64	79.36
No 4	4.780	268.50	5.22	25.86	74.14
No 10	2.000	483.80	9.40	35.26	64.74
No 20	0.840	601.50	11.68	46.94	53.06
No 40	0.426	624.00	12.12	59.06	40.94
No 60	0.260	521.00	10.12	69.18	30.82
No 140	0.106	718.80	13.96	83.15	16.85
No 200	0.075	101.30	1.97	85.11	14.89
> No 200	0.000	1.30	0.03	85.14	14.86
TOTAL		4,383.00	85.14		

Resumen de datos	
% que pasa N° 3	93.94
% que pasa N° 4	74.14
% que pasa N° 200	14.89
L.L.	N.P.
L.P.	N.P.
I.P.	N.P.
D10	---
D30	---
D60	---
Cu	---
Cc	---
w (%)	38.42
GRAVA (%)	25.86
ARENA (%)	59.25
FINOS (%)	14.89

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------

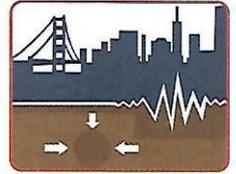
3" 1 1/2" 3/4" 3/8" N° 4 8 16 30 50 100 200



GRAVA (%) =	25.86	ARENA (%) =	59.25	FINOS (%) =	14.89
-------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871





SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-01
TESIS	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2022"	MUESTRA	: Mab-01
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 2022

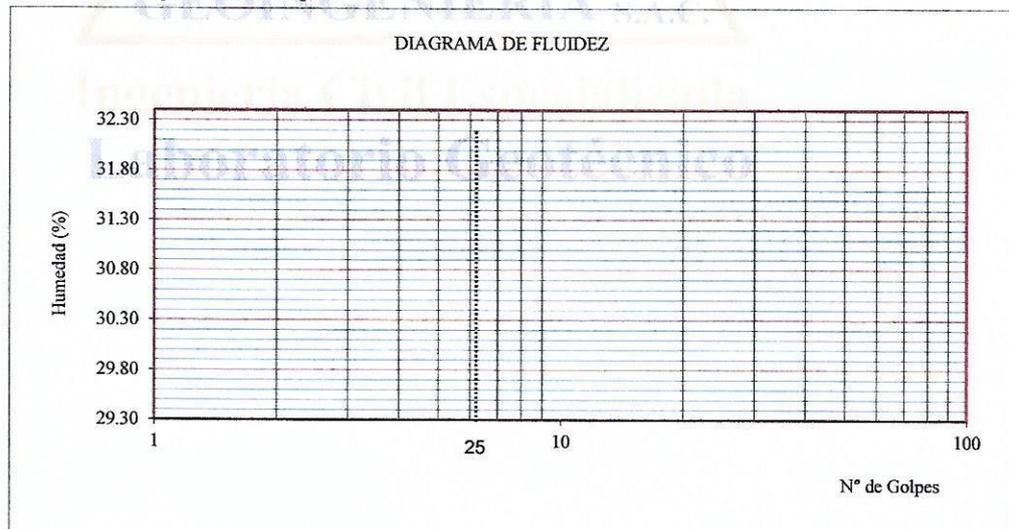
### LIMITES DE CONSISTENCIA

#### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
Datos				
Frasco N°				
N. De golpes				
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	N.P.		N.P.	
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)				
(3) Pagua (gr) (1) - (2)				
(4) Pfr (gr)				
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)				
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)				

Nota: Pfr = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso del suelo humedo  
P.S.S. = Peso del suelo seco  
Pagua = Peso del agua

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

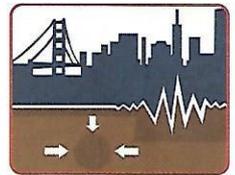


Limite Liquido (L.L.) =	N.P.	Limite Plastico (L.P.) =	N.P.	Indice Plasticidad (I.P.) =	N.P.
-------------------------	------	--------------------------	------	-----------------------------	------

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



*Reynaldo M. Reyes Roque*  
Mg. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr  
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO



SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-02
PROYECTO	: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 20	MUESTRA	: Mab-02
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 202

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

POZO	: C-02			
MUESTRA	: Mab-02			
PROFUNDIDAD (m)	: 2.50			
FRASCO N°	ACH-R03	ACH-R04		
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	172.80	163.94		
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	146.48	138.90		
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	26.32	25.04		
(4) Pfr (gr)	18.35	18.97		
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	128.13	119.93		
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	20.54	20.88		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	20.71			

Nota: Pfr = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso del suelo humedo  
P.S.S. = Peso del suelo seco  
Pagua = Peso del agua

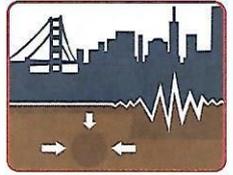


*Reynaldo M. Reyes Roque*  
Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871





2

SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-02
PROYECTO	: *ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH, 2	MUESTRA	: Mab-02
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 2022

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM D-422

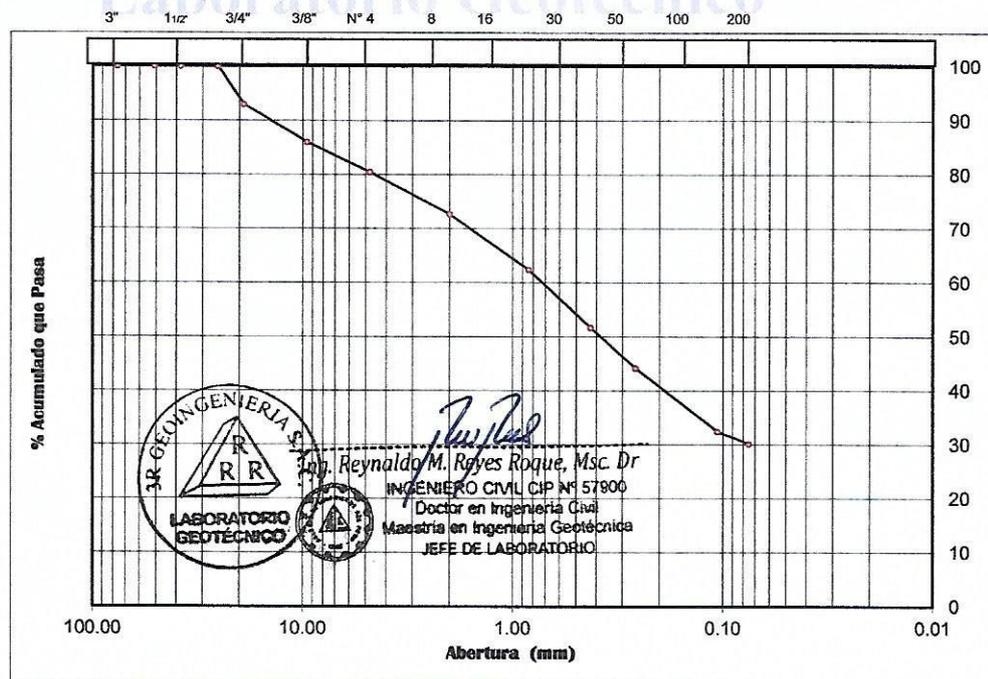
PESO INICIAL SECO : 1,436.00 grs      % QUE PASA MALLA No 200 : 30.16  
PESO LAVADO SECO : 1,004.00 grs      % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	101.20	7.05	7.05	92.95
3/8"	9.525	99.40	6.92	13.97	86.03
No 4	4.780	80.00	5.57	19.54	80.46
No 10	2.000	110.90	7.72	27.26	72.74
No 20	0.840	148.70	10.36	37.62	62.38
No 40	0.426	154.10	10.73	48.35	51.65
No 60	0.260	106.90	7.44	55.79	44.21
No 140	0.106	168.70	11.75	67.54	32.46
No 200	0.075	33.00	2.30	69.84	30.16
> No 200	0.000	1.10	0.08	69.92	30.08
TOTAL		1,004.00	69.92		

Resumen de datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	80.46
% que pasa N° 200	30.16
L.L.	35.33
L.P.	28.18
I.P.	7.15
D10	—
D30	—
D60	—
Cu	—
Cc	—
w (%)	20.71
GRAVA (%)	19.54
ARENA (%)	50.30
FINOS (%)	30.16

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------

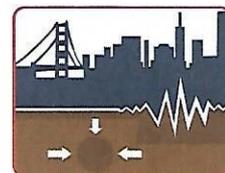


GRAVA (%) =	19.54	ARENA (%) =	50.30	FINOS (%) =	30.16
-------------	-------	-------------	-------	-------------	-------



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





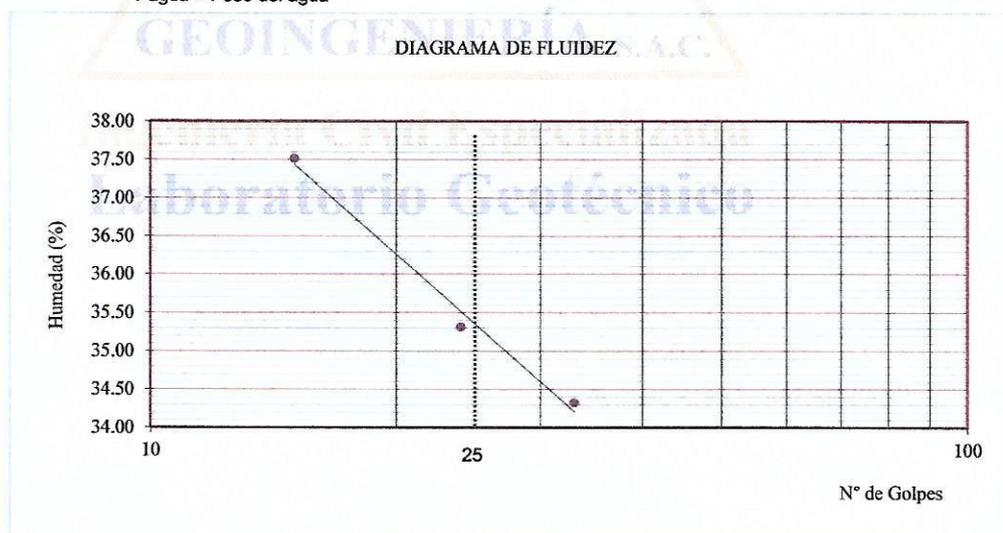
SOLICITA	: ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN	CALICATA	: C-02
PROYECTO	: *ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN LA CARRETERA AN 110 KILÓMETRO 19+500 AL 20+000 RECUAY, ANCASH	MUESTRA	: Mab-02
		PROFUNDIDAD	: 2.50
		FECHA	: 17 DE AGOSTO DE 2022

### LIMITES DE CONSISTENCIA

#### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	ALC-R10	ALC-R11	ALC-R12	ALC-P10	ALC-P11	ALC-P12
Datos						
Frasco N°						
N. De golpes	15	24	33			
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	50.36	51.34	50.58	12.39	15.54	16.05
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	44.83	45.53	44.94	10.91	14.01	14.59
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	5.53	5.81	5.64	1.48	1.53	1.46
(4) Pfr (gr)	30.09	29.08	28.51	5.63	8.61	9.41
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	14.74	16.45	16.43	5.28	5.40	5.18
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	37.52	35.32	34.33	28.03	28.33	28.19

Nota: Pfr = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso del suelo humedo  
P.S.S. = Peso del suelo seco  
Pagua = Peso del agua



Limite Liquido (L.L.) = 35.33	Limite Plastico (L.P.) = 28.18	Indice Plasticidad (I.P.) = 7.15
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



*Reynaldo M. Reyes Roque*  
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.  
INGENIERO CIVIL CP N° 57900  
Doctor en Ingeniería Civil  
Maestría en Ingeniería Geotécnica  
JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nº 002 562- 1 de 2

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Nº: 002 562

Razón Social: ANTONY FREDY ALVA MORALES  
Instrumento: ESTACION TOTAL  
Fecha de emisión: 28/09/2022  
Próxima calibración: 28/03/2023

RUC: 72288140  
Marca: LEICA  
Modelo: TS06PLUS 5" R500  
Serie: 1392378

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGÚN FABRICANTE

Precisión del EDM		Compensador centralizado de cuádruple eje:	
0m - 500m :	2mm + 2ppm	doble eje:	índice vertical
>500m :	3mm + 2ppm	doble eje:	índice horizontal
Abertura libre del objetivo:	40mm	Resolución nivel electrónico:	1"
Telescopio imagen directa:	30x	Plomada Laser	
Lectura mínima	1"/5"	Precisión	1,5mm a 1.5m de altura
Precisión angular	5"	Diámetro	2,5mm a 1.5m de altura

### AJUSTE DEL EQUIPO

ESTADO VISIBLE DEL EQUIPO		PANEL DE CONTROL		MECÁNICA DEL EQUIPO		BASE NIVELANTE	
Color	OK	Leyenda de teclado	OK	Rotación horizontal	OK	Nivel esférico	OK
Limpieza	OK	Condición física	OK	Rotación EDM	OK	Tornillos nivelantes	OK
Estado físico/mecánico	OK	Funciones de teclado	OK			Condición física/mecánica	OK

### REVISIÓN

Puntero laser	OK	Doble centro	OK
Plomada laser	OK	Error vertical	OK
Perpendicularidad	OK	Error horizontal	OK

### PATRÓN DE MEDIDAS ANGULARES

Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 00"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot-Der	270° 00' 00"
Ángulo de elevación	60° 00' 00"	Depresión	120° 00' 00"

### VALORES ANGULARES INICIALES LEÍDOS EN EL INSTRUMENTO

Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 04"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot	270° 00' 09"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 06"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	180° 00' 04"

EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA REVISADO, CALIBRADO, AJUSTADO Y VERIFICADO. SE TOMÓ COMO REFERENCIA EL ESTÁNDAR DE LA NORMA ISO 17123 "OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENT", POR LA CUAL SE GARANTIZA SU CORRECTO Y NORMAL FUNCIONAMIENTO.

### VALORES ANGULARES A CORREGIR

Angulo Hz	00° 00' 04"
Vertical V	00° 00' 09"
Muñones V	00° 00' 06"
Muñones Hz	00° 00' 04"

### PRECISIÓN ANGULAR

	Grados °	Minutos '	Segundos "
+	00°	00'	05"
-	00°	00'	05"

### VALORES ANGULARES FINALES LEÍDOS EN EL INSTRUMENTO

Angulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 00"
Angulo V	90° 00' 00"	Rot	270° 00' 01"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 01"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	180° 00' 01"

### DESVIACIÓN ANGULAR FINAL

Δ	+ 00"
Δ	+ 01"
Δ	+ 01"
Δ	+ 01"



Nº 002 562 - 2 de 2

REVISIÓN DE DISTANCIÓMETRO

Distancia inicial (m)	Distancia patrón (m)	Error a Corregir (mm)	Distancia Final (m)	Desviación Final
50,012	50,012	+0	50,012	0 mm
110,012	110,012	+0	110,012	0 mm
190,936	190,937	+1	190,936	-1 mm

**CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO**

Temperatura:	18°C con variación +/- 1°C
Presión atmosférica:	590 mmHg con variación de +/- 0.5 mmHg
Humedad relativa:	55%

OBSERVACIONES: Por medio de la presente certificamos que el producto descrito ha sido verificado y cumple con las especificaciones establecidas por el fabricante detallado en el manual de usuario. Los resultados del presente documento, son validos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones ambientales en que fueron ejecutadas las mediciones.

**TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACIÓN**

Equipo utilizado como patrón:

Set de Colimadores. Marca Sanzhun W550-4; Serie N° BM2903  
Teodolito Mecánico WILD-T1A, Serie N°95453.  
Nivel Automático Topcon AT-B2, Serie N°90837.  
Micrómetro de placas paralelas Sokkia OM5, con Serie N° 7001660.  
Medidor electrónico de distancia South PD-56N, Serie N° 004893.



Colimador SANZHUN W550-4; con Telescopios de 32x cuyo retículo está enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 1", consta de 04 tubos cada uno con doble retículo en plataforma fija, con distancia de enfoque infinito, distancia focal de 550mm, apertura efectiva de 55mm y 3° de campo de visión, es revisado periódicamente con un Teodolito WILD-T1A precisión 1", con método de lectura directa-inversa y refrendado con un Nivel Automático Topcon Modelo AT-B2 de 32x con Micrómetro de Placas Paralelas de Precisión 0.5mm nivelación doble de 1km.

**NOTA:**

- 1.- ANTES DE SALIR DE OFICINA ESTE EQUIPO HA SIDO REVISADO, SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO Y FUNCIONAMIENTO.
- 2.- EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL TRANSPORTE DEL INSTRUMENTO Y USO DEL CERTIFICADO.
- 3.- TOPLAB S.A.C. NO SE RESPONSABILIZA DE LOS PERJUICIOS QUE PUEDA OCASIONAR EL USO INADECUADO DEL INSTRUMENTO VERIFICADO.
- 4.- TOPLAB S.A.C. NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR MALA MANIPULACION Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO DEL INSTRUMENTO. EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL CUIDADO Y USO ADECUADO DEL EQUIPO.

**CORPORACIÓN SWISS S.A.C.**  
Erika Pineda Alvarado Mejía  
SOPORTE TÉCNICO



LGD - 008 - 2020



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Análisis de estabilización de talud en la carretera AN 110 kilómetro 19+500 al 20+000 Recuay, Ancash, 2022.", cuyos autores son ARTEAGA URTIAGA GINA STEFANY, ALBERTO GUERRERO JOSSEPH JOAQUIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 12 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO <b>DNI:</b> 70407573 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 17-12- 2022 13:03:50

Código documento Trilce: TRI - 0484899