



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilidad de Taludes de Corte Evaluados Mediante Método de
Equilibrio Limite en Zonas de Selva Alta, Carretera Interoceánica
Tramo IV, Puno 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Arce Mamani, Mayuri Daniddersan (ORCID: 0000-0001-8536-7044)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios por iluminar mi camino y ayudarme a levantarme de cada tropiezo para culminar con éxito mis estudios.

A mis queridos padres Víctor y Flora por el apoyo incondicional durante mi formación profesional y personal, por enseñarme que los objetivos se logran con dedicación y esfuerzo, también a mis hermanos Sharon, Shanty y Anderzon por brindarme siempre su apoyo. A la memoria de mi hijo Risvan quien siempre estará guiándome por el buen camino desde el cielo.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible culminar mis estudios.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo, por la oportunidad que me está brindando para poder cumplir una de mis metas, también, agradezco al Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por la paciencia y dedicación como asesor.

A mis padres Víctor y Flora a mis hermanos por brindarme siempre su apoyo incondicional, a mi ángel del cielo por siempre darme las fuerzas necesarias para seguir.

¡Gracias!

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.1.1. Tipo de investigación.....	14
3.1.2. Enfoque de investigación	14
3.1.3. Diseño de investigación.....	14
3.1.4. Nivel de la investigación	15
3.2. Variables y Operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.3.1. Población.....	16
3.3.2. Muestra	16
3.3.3. Muestreo	17
3.3.4. Unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.4.1. Técnica.....	17
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	17
3.4.3. Validez.....	18
3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.5.1. Estudios previos	20
3.6. Método de análisis de datos	22
Calicatas.....	22
Resultados de los ensayos de laboratorio.....	22
3.6.1. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.....	23
3.6.2. Identificación del tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.	26
3.6.3. Calculo del factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.	28
3.6.4. Determinación de la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.	32
3.6.5. Condiciones pseudo-estático	33

3.7. Aspectos éticos.....	34
IV. Resultados	35
4.1. Descripción de la zona de estudio	35
4.2. Resultados de los análisis de datos.....	37
4.2.1. Resultados de la cuantificación de la geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.....	37
4.2.2. Resultados de la identificación del tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.....	38
4.2.3. Resultados del Cálculo del factor de seguridad de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio limite en zonas de selva alta.....	38
4.3. Resultados de la determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.	40
4.3.1. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Bishop Simplificado.....	40
4.3.2. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Morgenstern-Price	40
4.3.3. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Fellenius	41
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	53

Índice de tablas

Tabla 1.	Valores referenciales para un talud de corte	11
Tabla 2.	Identificación del tipo de topografía	11
Tabla 3.	Categoría de factor de seguridad	13
Tabla 4.	Factor de zona “Z”	13
Tabla 5.	Rango y magnitud de validez según Herrera.....	18
Tabla 6.	Validez de contenido de instrumento.....	18
Tabla 7.	Rango y magnitudes.....	18
Tabla 8.	Ensayos de laboratorio de suelos.....	22
Tabla 9.	Ubicación de las calicatas	22
Tabla 10.	Ensayos de laboratorio	23
Tabla 11.	Resumen de geometría de la sección en los 3 tramos críticos.....	25
Tabla 12.	Resumen de pendientes.....	25
Tabla 13.	FS Condiciones estáticas escenario normal.....	29
Tabla 14.	FS Condición estática escenario de lluvia	30
Tabla 15.	FS condición pseudo-estático escenario normal	31
Tabla 16.	FS condición pseudo - estático escenario de lluvia	32
Tabla 17.	FS en condiciones estáticas	32
Tabla 18.	FS en condición estáticas.....	33
Tabla 19.	FS en condiciones estáticas	33
Tabla 20.	FS Condiciones pseudo-estático	33
Tabla 21.	FS Condiciones pseudo-estático	34
Tabla 22.	FS Condiciones pseudo-estático	34
Tabla 23.	Precipitación meteorológica del año 2018 al 2021	36
Tabla 24.	Datos del levantamiento topográfico.....	37
Tabla 25.	Datos del tipo de falla	38
Tabla 26.	Factor de seguridad en condiciones estáticas.....	39
Tabla 27.	Factor de seguridad en condiciones pseudo-estático.....	39
Tabla 28.	Nivel de estabilidad método de Bishop Simplificado.....	40
Tabla 29.	Nivel de estabilidad método de Morgenstern-Price	40
Tabla 30.	Nivel de estabilidad método de Fellenius	41
Tabla 31.	Datos de la geometría de talud.....	42
Tabla 32.	Calculo de suma de cuadrados	42
Tabla 33.	Análisis de varianza.....	43
Tabla 34.	Datos del escarpe de talud.....	44
Tabla 35.	Calculo de suma de cuadrados	44
Tabla 36.	Análisis de varianza.....	44
Tabla 37.	FS condiciones estáticas y pseudo-estáticas	45
Tabla 38.	Calculo de suma de cuadrados	46
Tabla 39.	Análisis de varianza.....	46
Tabla 40.	Evaluación con los 3 métodos	47
Tabla 41.	Calculo de suma de cuadrados	47
Tabla 42.	Análisis de varianza.....	48

Índice de figuras

Figura 1.	Foto km 330+792 al km 330+835	2
Figura 2.	Foto km 346+976 al km 347+032	2
Figura 3.	Falla de talud	9
Figura 4.	Partes de un talud.....	10
Figura 5.	Condiciones del terreno y formas de taludes.....	12
Figura 6.	Masas de empuje	12
Figura 7.	Pocedimiento de investigación	19
Figura 8.	Foto estación total	20
Figura 9.	Foto del GPS	20
Figura 10.	Levantamiento topográfico del talud km 330+792 al km 330+835....	20
Figura 11.	Km 323+530 al km 323+606 (C-01).....	21
Figura 12.	Km 330+792 al km 330+835 (C-02).....	21
Figura 13.	Km 3476+976 -347+032 (C-03).....	21
Figura 14.	Calicata (C-03).....	21
Figura 15.	Sección transversal de corte tramo km 323+530 al km 323+606	23
Figura 16.	Sección transversal tramo km 330+792 al km 330+835	24
Figura 17.	Sección transversal tramo km 346+976 al km 347+032	25
Figura 18.	Talud km 323+530 al km 323+606	26
Figura 19.	Talud km 330+792 al km 330+835	27
Figura 20.	Talud km 346+976 al km 347+032	27
Figura 21.	Modelo estático km 323+530 al km 323+606	28
Figura 22.	Modelo estático km 346+976 al km 347+032	29
Figura 23.	Modelo pseudo-estático km 346+976 al km 347+032	30
Figura 24.	Modelo pseudo-estático km 346+976 al km 347+032	31
Figura 25.	Mapa político del Perú	35
Figura 26.	Mapa político del departamento de Puno	35
Figura 27.	Mapa de la provincia de Carabaya	35
Figura 28.	Mapa del distrito de san gaban.....	35
Figura 29.	Precipitación meteorológica del año 2018 al 2021	37

RESUMEN

La presente investigación titula: Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, tuvo el objetivo: Determinar la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante métodos de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021. Como metodología, se aplicó el método deductivo, tipo: aplicada, nivel: descriptivo-explicativo y diseño: no experimental, con población de 10 taludes, 3 muestras y muestreo no probabilístico.

Los resultados obtenidos fueron: los tramos evaluados son de terreno de tipo escarpado con pendiente mayor a 100% con tipo de suelo A-4(0) y presentan un tipo de falla rotacional, condiciones estáticas escenario de lluvia km 323+530 al km 323+606 $FS=0.571$, km 330+792 al km 330+835 $FS=0.486$ y km 346+976 al km 347+032 $FS=0.723$ en condiciones pseudo-estáticos km 323+530 al km 323+606 $FS=0.487$, km 330+792 al km 330+835 $FS=0.431$ y km 346+976 al km 347+032 $FS=0.633$, la investigación muestra en conclusión: el talud crítico está ubicado en el km 330+792 al km 330+835 condición estática $FS=0.486$ valor menor a 1.50, condiciones pseudo-estático $FS=0.431$ menor a 1.25, ambas condiciones el talud es inestable; mayor altura y suelo limo menor factor de seguridad.

Palabras Clave: talud, estabilización, factor de seguridad, altura, ángulo de talud.

ABSTRACT

The present research entitled: Stability of cut slopes evaluated by limit balance methods in high jungle areas, Interoceanic highway section IV, Puno 2021, had the objective: To determine the stability of cut slopes evaluated by limit balance methods in areas of high jungle, Interoceanic highway section IV, Puno 2021. As a methodology, the deductive method was applied, type: applied, level: descriptive-explanatory and design: non-experimental, with a population of 10 slopes, 3 samples and non-probabilistic sampling.

The results obtained were: the sections evaluated are steep-type terrain with a slope greater than 100% with soil type A-4(0) and present a type of rotational fault, static conditions rainy scenario km 323+530 to km 323 +606 FS=0.571, km 330+792 at km 330+835 FS=0.486 and km 346+976 at km 347+032 FS=0.723 in pseudo-static conditions km 323+530 at km 323+606 FS=0.487, km 330+792 at km 330+835 FS=0.431 and km 346+976 at km 347+032 FS=0.633, the investigation shows in conclusion: the critical slope is located at km 330+792 at km 330+835 static condition FS =0.486 value less than 1.50, pseudo-static conditions FS=0.431 less than 1.25, both conditions the slope is unstable; higher height and silt soil lower safety factor.

Keywords: slope, stabilization, safety factor, height, slope angle.

I. INTRODUCCIÓN

El deslizamiento en taludes de corte puede representar un grave riesgo para la población a nivel mundial y se presenta en distintos climas y diferentes tipos de terreno, generando así miles de pérdidas económicas y en muchos casos miles de pérdidas humanas cada año ya que se tiene constantemente la construcción de obras civiles.¹

En el Perú se tiene una geografía muy complicada de distintos tipos de suelos y climas y esto con lleva que en algunos lugares se presente constantemente los deslizamientos de taludes, generalmente esto sucede en temporada de lluvia o cuando se presenta algún movimiento sísmico, así mismo en el Perú presenta zonas de llanuras como es Puno y es conocido como el Altiplano ya que se caracteriza por tener una pronunciada altitud con planicies.²

Puno es un lugar de geografía muy complicada como lo que se recorre en la carretera Interoceánica en el tramo IV que atraviesa dos provincias Azángaro y Carabaya, dentro de eso se tiene siete distritos y un sin número de comunidades y sectores, teniendo en todo el tramo una geografía muy accidentada, la carretera Interoceánica tramo IV inicia en el Altiplano sobre los 3900 m.s.n.m. y pasa por el lugar más alto que es la Abra Oquepuño que está a los 4875m.s.n.m que luego desciende a la selva alta a los 630m.s.n.m; misma que tiene una geografía muy complicada ya que es una zona tropical y casi todo el año tiene un clima lluviosos, densos, donde constantemente ocurre desprendimiento de rocas en distintas zonas del tramo IV, aún más si es en época de lluvia.

Finalmente, en este estudio de investigación de pre grado se busca evaluar la estabilidad de talud de corte mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno; en los lugares más críticos.

¹ (Asociación carreteras del Japon, 1984 pág. 9)

² (ESCOBAR, y otros, 2000 pág. 5)



Figura 1. Foto km 330+792 al km 330+835
Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Foto km 346+976 al km 347+032
Fuente: Elaboración propia

En las imágenes mostradas se puede ver el peligro de los taludes que afecta la carretera Interoceánica dañando la plataforma de la vía en el tramo del km 323+530 al km 323+606, km 330+792 al km 330+835 y km 346+976 al km 347+032.

Se considera como problema general: ¿Cuánto es la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021? Problemas específicos: primero: ¿Cuánto es la geometría de sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?, segundo: ¿Cuál es el tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?, tercero: ¿Cuánto es el factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?

Se muestra la Justificación teórica: El análisis de datos es para obtener el factor de seguridad y definir el estado del talud ya que en diferentes obras como son carreteras, presas hidráulicas y minas se tiene una estabilidad de talud de corte, se realizará ensayos en laboratorio de suelos, estudio. Desde la visualización de la justificación practica: En este trabajo de investigación se utilizará el método de equilibrio límite para conocer el estado de estabilidad o inestabilidad del talud, tomando en cuenta los datos de geotécnicos y topográficos de los tres tramos

elegidos como son en el km 323+530 al km 323-606, km 330+792 al km 330+835 y km 346+976 al km 347+032 de la carretera Interoceánica, continuando con la Justificación social: Para la población que recorre la vía, un talud de corte adecuado sería de mucha importancia ya que no se tendría presencia de derrumbes o deslizamientos de masas rocosas y así la población no se quedaría varado en la vía. Finalmente, en la Justificación metodológica: Existen distintos métodos aproximados (BISHOP SIMPLIFICADO, MORGENSTERN y PRICE, FELLINIUS

Fijándose el Objetivo general: Determinar la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, como objetivo específico; primero: Cuantificar la geometría de sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, segundo: Identificar el tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, tercero: Calcular el factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

Finalmente la hipótesis general: La estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es inadecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, como hipótesis específica primero: La geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es adecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, segundo: El tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es traslacional, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021, tercero: El factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es baja, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente nacional: la investigación de pregrado titulada “Análisis de estabilidad de talud mediante método de equilibrio límite para la carretera Huancavelica – Lircay entre las progresivas del km 02+700 al km 02+800”, el objetivo es determinar los factores principales que provoca una inestabilidad con el propósito de poder mitigar los deslizamientos y lograr asegurar el tránsito fluido de vehículos y de peatones por la carretera de Huancavelica, empleando una metodología de nivel explicativo ya que inicia de una origen de eventos suscitados en el tramo, se obtuvo como resultados que el talud del km 02+750, factor de seguridad estado estáticas (normal) con el uso del método de Bishop simplificado $FS=1.38$, Morgenstern-Price $FS=1.39$ y Spencer $FS=1.40$, estado estáticas (lluvia): Bishop simplificado $FS=1.03$, Morgenstern-Price $FS=1.05$ y Spencer $FS=1.09$, estado pseudo-estáticas (normal): Bishop simplificado $FS=1.10$, Morgenstern-Price $FS=1.11$ y Spencer $FS=1.15$ y estado pseudo-estáticas (lluvia): Bishop simplificado $FS=0.81$, Morgenstern-Price $FS=0.83$ y Spencer $FS=0.88$, se llega a la conclusión que la parte de la cabeza del talud tiene un suelo tropical de un espesor mayor de 0.30m hasta 2.0 m, el cual en época de lluvias se satura y disminuye su factor de seguridad y se convierte en un talud inestable y generando así un deslizamiento con falla rotacional comunes en taludes de corte.³

En el trabajo de pregrado “ Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca 2018”, el objetivo es establecer la importancia que tiene como refuerzo un talud realizando muros claveteados con pernos en los taludes, aplicando una metodología de cuasi experimental de nivel explicativo ya que respondió a los fenómenos que sucede, obtuvo como resultado se obtuvo que en el tramo de 15+280 de tipo de suelo arcilloso, talud con una altura de 30 m, ángulo de 45° y pendiente de 100% talud accidentado y el factor de seguridad se obtuvo con el método de elementos finitos que el $FS=0.90$ talud sin refuerzo y $FS=1.43$ con reforzamiento, con equilibrio limite método de Bishop Simplificado en situaciones estáticas $FS=1.48$ y situaciones pseudo-estático $FS=0.928$ y se llega a la

³ (CCAHUANA Pucllas, y otros, 2019)

conclusión que el factor de seguridad aumenta y el talud es estable al usar refuerzo como los muros claveteados.⁴

En la investigación titulada “Estudio de la estabilidad de taludes en roca entre los kilómetros 95 al 97 de la carretera ciudad de Dios - Cajamarca” su objetivo fue llevar a cabo un estudio de nivel de estabilidad en roca para condiciones estáticas y pseudo-estática en 7 estaciones, se empleó la metodología de pre-experimental ya que se dará solución sin alterar las condiciones naturales, teniendo un resultado en ambos estados un factor de seguridad entre 0.68 y 1.12 y concluyendo que el talud estudiado es inestable.⁵

En la tesis titulada “ Estabilidad de talud y sostenimiento en la zona de intervención km. 344+250 – 344+540 del proyecto corredor vial interoceánico sur, tramo 4 Azángaro – puente Inambari ” en su primer objetivo es obtener la estabilidad de zona de estudio, con uso de la metodología de tipo descriptivo en el cual solo se observara los acontecimientos encontrados, se tiene como resultado del estudio realizado en el talud es que en la parte inferior se encontró un tipo de suelo lutitas rojizas a marrón fracturadas y se llega a determinar que condicione estática método de Bishop Simplificado L1 FS=0.0.862, L2 FS=0.739, L3 FS=0.643 y en condiciones pseudo-estático método de Bishop Simplificado en L1 FS=0.715, L2 FS=0.622, L3 FS=0.557 y que los valores son de estos es muy bajo y por ende el talud es inestable, con falla circular con filtraciones en cabecera del talud saturando las fisuras y en conclusión el talud está conformada con material de mala calidad y se recomienda realzar sostenimiento en banquetas implementando drene horizontales. ⁶

En la tesis titulada “Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 - km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz – Chachapoyas, Amazonas 2016”, se definió por objetivo identificar las principales causas de un deslizamiento en los sectores críticos del tramo de la carretera Pedro Ruiz – Chachapoyas, se empleó la metodología descriptiva no experimental ya que se interpreta los datos logrados de los ensayos realizados en laboratorio de suelos y no se ejecutara alguna

⁴ (SILVA Quesquen, 2018)

⁵ (DIAZ Rodas, y otros, 2017)

⁶ (DIAZ Chayacaña, 2020)

alteración al talud, logrando resultados de la topografía del talud que presenta el km 07+300 al km 07+320 con una $S=39.77\%$ perteneciendo a un terreno ondulado, km 07+500 al km 07+530 con una $S=77.19\%$ con altura de 31.70 m, ángulo de inclinación de 77.19° siendo un terreno accidentado, obteniendo factor de seguridad talud del km 07+300 al km 07+320, método Bishop Simplificado $FS=0.475$, siendo un talud inestable y en el km 07+500 al km 07+530 $FS=0.207$, talud inestable, finalmente se tiene en conclusión que al realizar los estudios necesarios, son taludes inestables ya que FS menor 1 en ambos tramos evaluados.⁷

Como Antecedentes Internacionales: En la tesis titulado “Estudio de estabilidad de talud ubicado en barrio bellavista de Ocaña, norte de Santander-Colombia” tiene como principal objetivo hacer el análisis de estabilidad o inestabilidad de un talud, realizar el levantamiento topográfico del talud, obtener las características físicas que conforman el talud en estudio, con el programa de software Slopw realizar la modelación del talud en estudio, resultado el talud está constituido por 7 tipos de estratos, por suelos arenosos con presencia de rocas, estrato de limo y arcillas con pendientes mayores 25% y altura de 16 m y llegando a una conclusión que el talud en estudio está conformada por dos tipos de suelo que tiene la región Ocaña, y Formación ígneo, en la parte superior está formado por un tipo de material residual y en lugares más cercanos con material conglomerado así mismo con arenisca fina, el talud en estudio presenta desprendimientos de material en forma de pedazos, presentando falla circular ya que sucede en taludes de presenten pendiente de 70° a 90° conformado por suelos de mala calidad y presenta roca fracturada con un $FS = 0.967$ y $FS = 0.112$ al realizar el ensayo se llegó a la conclusión que se necesita 5 de refuerzos para su estabilización.⁸

La tesis titulada: Influencia del abatimiento del nivel freático en el factor de seguridad para la estabilidad de taludes en Colombia, como objetivo es calcular el nivel freático, para la instalación de drenes californianos, teniendo como metodología un enfoque de investigación cuantitativo-experimental, obteniendo a

⁷ (CARUAJULCA Bernal, 2017)

⁸ (CONDE Garzon, y otros, 2014)

un resultado que entre más mayor es la inclinación del talud menor es el factor de seguridad ya que afecta el nivel freático, llegando a la conclusión una vez obtenida la red de flujo es decir sin drenes para taludes de 30° y 40° la superficie de falla es profunda sin embargo para taludes de 50° y 60° la falla es en el pie del talud de instalar drenes horizontales de 0°. Con una longitud de 10 metros.⁹

La elaboración de su investigación titulado “Análisis comparativo entre los métodos de estabilidad de taludes aplicados a las presas de tierra del proyecto Pacalori”, como objetivo es determinar el factor más confiable en ejecución de presa de tierra, resultado se desarrollara utilizando los métodos aproximados como son en condiciones pseudo-estáticas con el método de Fellenius FS=1.323, Bishop simplificado FS=1.376, Janbu FS=1.279, Spencer FS=1.371 y Morgenstern-Price FS=1.370, todo ello se realiza para saber si resistirá a los esfuerzos, se realizara muestreo, calicatas para obtener las características geotécnicas del cimient, se utilizara el software SLOPE/W y se obtendrá la modelación geométrica de la presa, finalmente se llegó a la conclusión que el principal componente para una inestabilidad es la escorrentía del agua para ello se tiene que ejecutar obras de mitigación.¹⁰

La ejecución de su tesis titulada “ Análisis y diseño de los taludes en la mina a cielo abierto de diabasa de triturados el Chocho”, se realizara un cálculo de factor de seguridad a largo plazo para que se pueda garantizar aun estable el talud cuando se decida dejar de realizar algún tipo de trabajo, para todo ello se realizara un estudio utilizando métodos probabilísticos y estudios de geotecnia así mismo se utilizó el software Dips 6.0 para la evaluación de posibles fallas que puede presentar, el valor debe de ser mayor a 1.05 como factor de seguridad en distintas condiciones.¹¹

En la tesis titulado “ Riesgo de taludes y terraplenes en obras lineales de la Republica Dominicana”, definió como objetivo identificar los factores que intervienen en la rotura de un talud y terraplenes, estudiar las posibles roturas en un terraplén o talud, aplicando una metodología: organización de gestión de riesgos

⁹ (LEURO Martinez, y otros, 2015)

¹⁰ (ESPINOZA Durán, 2013)

¹¹ (CASANOVA R Kevin, 2016)

y oportunidades, con un resultado: realizar un catálogo de las amenazas existentes en los taludes y poder lograr una debida responsabilidad de la prevención y la existencia de peligros, con factores de seguridad en el perfil 1 Morgenstern-Price FS=3.70, Janbu FS=2.989, perfil 2 Spencer FS=2.410 Janbu FS=1.002, perfil 4 Spencer FS=1.638, Bishop FS=1.600 y perfil 12 Spencer FS=1.594, Janbu FS=1.450, cada talud en situaciones sísmicas tener un factor de seguridad de 1.00 y en estado estáticos el factor de seguridad de 1.30 para que dichos taludes sean estables, como conclusión: dar un seguimiento constante de las situaciones actuales y evitar los posibles deslizamientos.¹²

Antecedentes Científicos Internacionales: Se realizaron un artículo científico en La Paz- Bolivia, cuyo propósito es el análisis geo mecánico para estabilidad de taludes artificiales con el uso de método de elementos finitos para poder lograr tener a detalle las zonas que puede sufrir deslizamientos con el pasar de los tiempos y así poder estimar el factor de seguridad y llegar a precisar las fuerzas que se presentan en un suelo inestable, para tal se tomó como referencia el estudio de riesgos de Villa Exaltación – La Paz ubicado en Bolivia.¹³

Artículo científico en Sau Paulo, país de Brasil, el primer trabajo que se tuvo que realizar fue el levantamiento topográfico para después tener el diseño de secciones, ángulo de inclinación y continuar con los ensayos de laboratorio, con el ensayo de penetración estándar se obtendrá el nivel freático que tiene el talud, el agua es el factor principal para tener una alta influencia de deslizamiento ya que el factor de seguridad era inferior a las normas técnicas brasileras, pero se sabe que para obtener un análisis muy detallado se obtiene un FS correcto.¹⁴ En cuanto a las teorías, Método de Equilibrio Limite: Conocido también como el método Sueco para el cálculo se utilizan ábacos así mismo es importante tomar en cuenta el nivel freático la dirección del flujo.¹⁵ Es el método más utilizado y complejo ya que analiza una masa altamente inestable teniendo en cuenta una superficie de rotura plana en el talud ya que los problemas que presenta son de gran riesgo.¹⁶ Con la obtención

¹² (AGUILAR Goenaga, y otros, 2015)

¹³ (Análisis de estabilidad de taludes mediante el empleo de elementos finitos, 2020)

¹⁴ (Evaluación de la estabilidad del talud de una carretera con modelación numérica, 2017)

¹⁵ (SUAREZ Burgoa, 2016)

¹⁶ (GONZALES de Vallejo, 2004)

de datos de laboratorio de suelos como son el ángulo de fricción, cohesión, peso unitario, para lograr obtener el factor de seguridad y determinar si el suelo resiste los esfuerzos cortantes que causa el deslizamiento, dicho análisis se realiza en la falla.¹⁷ La resistencia al corte se moviliza en la superficie de falla con el uso de las leyes de la estática se obtendrá el factor de seguridad.¹⁸ Como dimencion 1 Método de Bishop simplificado (1955): Hace referencia que el ángulo de un talud es de 11° a 26.5° , lo fundamental que se debe tener en cuenta para realizar el análisis de un talud es la presencia del agua¹⁹, se realiza la presentación del método de dovelas ya que esto indica que cada dovela son perpendiculares y no se tiene en cuenta las fuerzas cortantes disminuyendo así el número de incógnitas²⁰. Dimensión 2 método de Morgenstern-Price (1967): Proyecta la superficie de falla puede ser de cualquier forma y está fundamentando al igual que el de Spencer en las fuerzas de las dovelas varían de acuerdo a cada función ²¹. Dimensión 3 método de Fellenius (1927): también conocido como procedimiento ordinario que es utilizado para fallas circulares lo primordial es las fuerzas entre Dovelas y la masa deslizante, se indica que no es adecuado aplicar para taludes planos²². Teoría de estabilidad de taludes de corte: Zona expuesta que forma un ángulo con la horizontal se llama pendiente ilimitada, la pendiente puede ser natural o artificial, si el suelo no es horizontal una fuerza contraria ara que se produzca el deslizamiento como en la figura 3. si la altura es elevada es muy probable a que ocurra deslizamiento²³

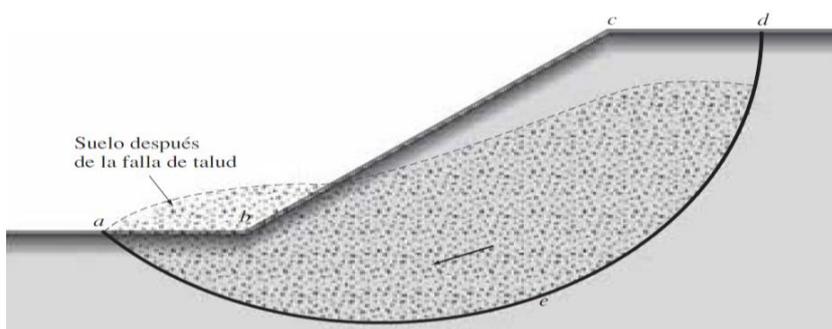


Figura 3. Falla de talud

Fuente: Fundamentos de la ingeniería geotécnica Braja M. Das (2005)

¹⁷ (SUAREZ Díaz, 2009)

¹⁸ (MINERO, 1985)

¹⁹ (SUAREZ Díaz, 2009)

²⁰ (BISHOP, 1995)

²¹ (SUAREZ Díaz, 2009)

²² (SUAREZ Díaz, 2009)

²³ (BRAJA M, 2005 pág. 334)

Se considera las propiedades del suelo la forma de la masa potencial de falla cuando el talud es isotrópico y homogéneo, cuando el suelo tiene una superficie freática es no isotrópico, el método de dovelas es el más usado para el cálculo del FS si es menor que 1.07 se deduce que podría suceder un deslizamiento en el talud²⁴ El momento que ocurre un deslizamiento son por distintos factores que afectan el suelo y producen un movimiento interno, para procesar los datos se realiza un análisis en Situ²⁵ Respecto al talud Se llama talud a toda superficie inclinada ya sea natural o artificial o de corte que son construidos por el hombre ya sea de material rocoso o suelo, mismo material que tenga la forma de un ángulo respecto a la horizontal, las fallas en taludes se presenta en todo tipo de taludes y en la modificación topográfica otro factor que influjo a un desprendimiento es la intervención del agua²⁶ Taludes de corte son distintos a los taludes de relleno, ya que el talud de corte está elaborado por las manos del hombre para su diseño adecuado se realiza con cálculos de estabilidad de talud de acuerdo a la estructura geológica que presenta el talud, en algunas oportunidades tendrá presencia de fallas²⁷

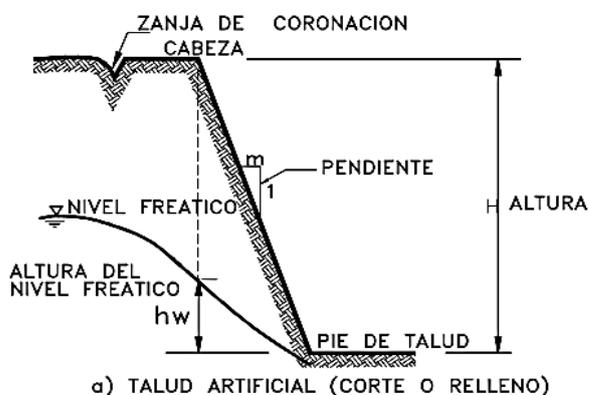


Figura 4. Partes de un talud

Fuente: Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Suárez, J., 2009

Plantea los siguientes conceptos para cada elemento presentado en la figura 4²⁸ Altura: Es la longitud de forma vertical entre el pie y la cabeza del talud, misma que es determinado de manera clara en taludes construidos. Pie: Es el lugar de

²⁴ (BOWLES, 1974)

²⁵ (GONZALEZ A, y otros, 2019)

²⁶ (GERSCOVICH, 2012)

²⁷ (Asociación carreteras del Japon, 1984 pág. 246)

²⁸ (SUAREZ Diaz, 2009)

modificación de manera radical. Cabeza: Es llamado también escarpe, el cual hace referencia a la modificación drástica de la pendiente. Nivel freático: Distancia del agua desde el pie del talud. Pendiente: Es la inclinación que presenta el talud, se mide en grados (35°), porcentaje (50%) es la longitud horizontal el cual retribuye a una unidad con relación a la longitud vertical (1H:2V). De acuerdo a los Pendientes en taludes de corte: Los cálculos para un talud de corte son muy importantes ya que por lo general los taludes de corte son inestable y por el intemperismo sufren deslizamientos ya que se debe hacer referencia a los parámetros estándar de inclinación con la finalidad de recurrir el volumen de corte.²⁹ Manual de Carreteras DG- 2018 del MTC se obtiene la tabla 1. el cual hace mención de las recomendaciones sobre inclinaciones que se deberían tomar en cuenta en taludes de corte. (P. 204)³⁰

Tabla 1. Valores referenciales para un talud de corte

materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte < 5 m	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	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Manual de carreteras DG – 2018

Tabla 2. Identificación del tipo de topografía

Tipo de terreno	Identificación	Pendiente
		Transversal
1	Terreno plano	$S \leq 10\%$
2	Terreno ondulado	$11\% \leq S \leq 10\%$
3	Terreno accidentado	$51\% \leq S \leq 100\%$
4	Terreno escarpado	$S \geq 100\%$

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño geométrico DG-2018

Formas del talud de corte: La figura 5. presenta la inclinación que tienen los taludes de acuerdo al tipo de material que está compuesto el talud, en muchos casos cuando el terreno tendrá un cambio de inclinación se ejecuta una banqueteta y cuando el suelo geológico es la misma de profundidad y longitudinal se realiza un corte de pendiente uniforme pero si el tipo de suelo varía de manera constante se

²⁹ (Asociación carreteras del Japon, 1984 pág. 48)

³⁰ (Manual de Carreteras: DG, 2018)

llegara a usar una mayor pendiente, al realizar el talud de corte llega hacer muy costoso³¹

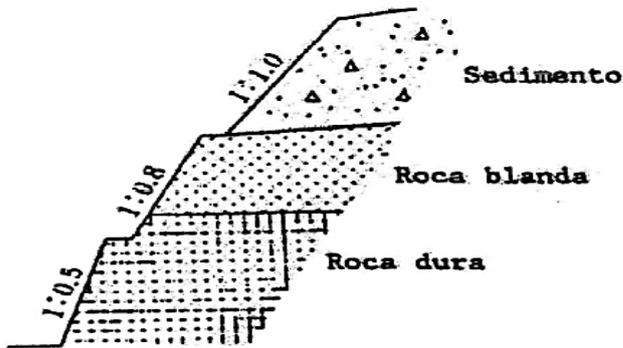


Figura 5. Condiciones del terreno y formas de taludes
Fuente: Manual de talud Japón. 1984.

Tipo de falla: Los deslizamientos se desarrolla generalmente en taludes verticales o casi verticales que tienen suelos muy débiles o macizos rocosos fracturados, hay tipos de falla como son: a) Falla planar: desplazamiento de una masa de suelo o roca, b) Falla rotacional: movimiento lento o rápido a lo largo de una superficie curvo. c) Falla traslacional: movimiento formado por el agrietamiento en el cuerpo.³²

Factor de seguridad: Equilibrio de fuerzas actuantes y resistentes en un talud, es importante las fuerzas de gravedad como se muestra en la figura N°6 se muestran las masas de empuje y de resistencia que tratan de producir una falla y si se adiciona cargas en la parte de la cabeza del talud o por alguna razón se realiza trabajos en el pie del talud esto tiende a fallar a producir un deslizamiento ya que el talud es inestable por las cargas adicionales³³

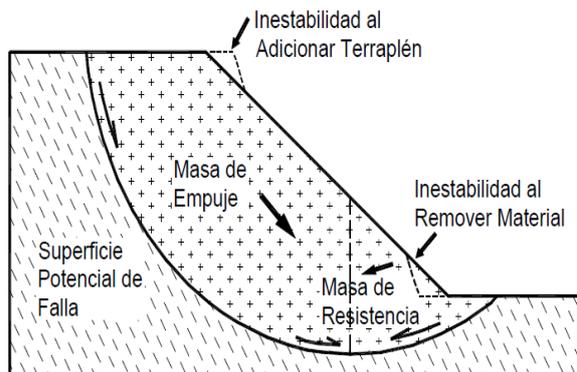


Figura 6. Masas de empuje

Fuente: Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Suarez J. 2009

³¹ (Asociación carreteras del Japon, 1984 pág. 48)

³² (RICO Rodríguez, 1976)

³³ (SUAREZ Diaz, 2009)

También es conocido como factor de amenaza, se obtiene para saber si la geografía va a fallar o va a sufrir deslizamiento para poder evitar se platea una solución y poder estabilizar el talud y así mitigar los daños que podría causar un deslizamiento³⁴, para la investigación se considerara la norma CE.020 estabilización de Suelos y Taludes: condición estáticas FS>1.50 y condiciones sísmicas FS>1.25³⁵

$$FS = \frac{\text{Fuerza resistente}}{\text{Fuerza actuante}} \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

Tabla 3. Categoría de factor de seguridad

Factor de seguridad	Estabilidad
<1	Inestabilidad
1.0 – 1.2	Estable criticada
1.2 – 1.5	Estable condiciones estáticas
>1.5	Estable condiciones pseudo-estático

Fuente: Deslizamiento y estabilidad en zonas tropicales. Suarez J. 2009

Según la norma E.030 de Diseño Sismorresistente (2018) del Reglamento Nacional de Edificaciones, el Perú se divide en cuatro zonas sísmicas con un factor Z para cada zona, y poder expresarla como una fracción de la aceleración de la gravedad y para los tramos en estudio están considerados en la zona 2 con una aceleración de 0.25, requiriendo así un mínimo de FS de 1.25³⁶

Tabla 4. Factor de zona “Z”

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E.30 Reglamento de Diseño Sismorresistente (2018)

³⁴ (GONZALES de Vallejo, 2004)

³⁵ (NTP CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes, 2012)

³⁶ (NTP E.030 Diseño de sismorresistente, 2018)

III. METODOLOGÍA

Detalla de qué manera se realizan las labores de materia de Investigación, el mismo que detalla las características de los métodos usados durante la investigación y la demostración de los resultados y argumentar correctamente cada resultado que se obtiene al realizar el trabajo de investigación³⁷

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Considera que la investigación es de manera aplicada y se obtendrá una respuesta exacta al problema planteado y tendrá que ser debidamente conceptualizada y poner en práctica los métodos considerados en el proyecto³⁸

Es empleada de tipo aplicativo ya que se determinará el factor de seguridad para luego analizar la respuesta y corroborar la estabilidad de talud de los sectores críticos elegidos.

3.1.2. Enfoque de investigación

Una investigación es cuantitativa, por la obtención del resultado³⁹

Los taludes críticos que se estudiarán serán los que se encuentran en los km 323+530 – km 323+606, km 330+792 – 330+835 y km 346+976 – 347+032 de la carretera Interoceánica para la obtención de dicho resultado se tendrá que seguir todo un proceso detallado para obtener un resultado correcto, de la misma manera se tiene que respetar los diferentes métodos a utilizar, todo ello se realizara previo estudio exploratorio.

3.1.3. Diseño de investigación

El siguiente trabajo es de estudio no experimental, se desarrollará sin alterar el talud en la obtención de datos de manera detallada; se dará sin alterar la variable

³⁷ (ABREU, 2012)

³⁸ (SABINO, 1992)

³⁹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

puesto que no se tiene influencia directa en ella, prácticamente es observar los acontecimientos existentes todo en su entorno de manera natural para luego analizar los factores que realmente afecta al talud de corte. Los cortes transversales hacen referencia a reunir datos para no modificar las variables, y tener la examinación correcta en el momento dado⁴⁰

Del diseño de la investigación es No Experimental y de corte Transversal por que se considerará para el desarrollo el control de variables, todos los datos serán reunidos en campo en un solo momento, analizando todo el dato y aplicando métodos de Equilibrio Limite y desarrollar e iniciar con la evaluación del talud.

3.1.4. Nivel de la investigación

Es explicativo por dar respuesta a los eventos que puede presentar, podrían ser eventos físicos o sociales, en conclusión, se centra en dar la explicación del por qué sucede y en qué estado ocurre tal evento⁴¹

Según la línea de investigación planteada para la siguiente tesis corresponde a nivel descriptivo - explicativo, debido a que existe la relación de causalidad de variables que determinan la estabilidad de talud de corte, bajo el enfoque cuantitativa explicativo.

3.2. Variables y Operacionalización

VARIABLE 1: MÉTODO DE EQUILIBRIO DE LIMITE

DEFINICIÓN CONCEPTUAL

La variable independiente es conocida a toda situación, característica que se toma en cuenta como la causa de las variables⁴²

Comprende en calcular la capacidad portante del suelo, y saber el momento en que pueda sufrir una falla⁴³

⁴⁰ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

⁴¹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

⁴² (BERNAL Torres, 2010)

⁴³ (SUAREZ Diaz, 2009)

DEFINICIÓN OPERACIONAL

El método a utilizar se operacionaliza según el desarrolla de sus dimensiones con el uso de método Bishop Simplificado, Morgenstern-Price y Fellenius y cada uno de las dimensiones se divide en 3 indicadores.

VARIABLE 2: ESTABILIDAD DE TALUD DE CORTE

DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Es la masa estable de tierra o rocas que representa una pendiente, cuando existen fuerzas resistentes o las fuerzas de gravedad, y este talud es conformado artificialmente por lo cual es llamado talud de corte⁴⁴

DEFINICIÓN OPERACIONAL

La estabilidad de talud de corte se desarrollará de acuerdo a sus indicadores de cálculo:

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Se indica que es un conjunto finito o infinito de mismos componentes y características. En la investigación realizada la población está integrada por 10 taludes encontrados en la carretera Interoceánica tramo IV⁴⁵

3.3.2. Muestra

“Es aquella sección de la población que se elige, de ello se obtiene datos detallados para el inicio de la evaluación y realizar la inspección necesaria”⁴⁶

En el siguiente trabajo de investigación la muestra está conformado por 3 taludes de corte que son considerados los más inestables, que se encuentra en la carretera interoceánica en el tramo IV el primer talud km 323+530 al km 323+606

⁴⁴ (SUAREZ Díaz, 2009)

⁴⁵ (LERMA, 2009)

⁴⁶ (BERNAL Torres, 2010)

el segundo talud km 330+792 al km 330+835 y el tercero es del km 346+976 al km 347+032.

3.3.3. Muestreo

Es un grupo de pasos, procedimientos que se tiene que seguir para la obtención de un resultado el cual se elegirá de una determinada población.

En la siguiente indagación se realizará el trabajo de muestreo no probabilístico, porque se tomará en cuenta el sector más crítico que son los 3 tramos.⁴⁷

3.3.4. Unidad de análisis

Para la presente investigación es en 3 taludes de corte más crítico encontrado en el tramo IV de la carretera Interoceánica el primer talud km 323+530 al km 323+606 el segundo talud km 330+792 al km 330+835 y el tercer en el km 346+976 al km 347+032.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Ello implica realizar un plan minucioso de acciones que nos lleven a juntar datos con una misma finalidad.⁴⁸

La técnica empleada ha sido recolección de información por observación ya que se realizó la inspección de campo determinando así el talud de corte más crítico.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Toda cuantificación o herramienta de obtención de datos debe tener tres requisitos imprescindibles como son: la objetividad, la validez y la confiabilidad⁴⁹

Se utilizará la hoja de recopilación de datos.

⁴⁷ (MATA, 1999)

⁴⁸ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

⁴⁹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

3.4.3. Validez

Se describe el nivel en que un instrumento cuantifica empíricamente aquella variable por medio de expertos en el tema con el uso de instrumento de medición⁵⁰

Se muestra una tabla de validez

Tabla 5. *Rango y magnitud de validez según Herrera*

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a a0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Reproducción de Oseda (2008)

Se validaron por medio de tres expertos, como se puede observar (anexo 3)

Tabla 6. *Validez de contenido de instrumento*

N°	Grado Académico	Apellidos Y Nombre	N° CIP	Validez
1	Ing.	Ramos Valle, Kerwin	180981	1
2	Ing.	Luque Condori, Edgar David	169000	1
3	Ing.	Ochochoque Condori, Juan Pastor	246282	1

Fuente: Elaboración propia

Se tiene la prueba de la evaluación de la validez de ficha de recopilación de datos de los tres expertos, el promedio que se obtuvo fue un valor de 1.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

Es cuantificar la recopilación de datos bajo distintas condiciones y lograr obtener un resultado parecido si se tendría resultados diferentes se realiza nuevamente la evaluación⁵¹

Tabla 7. *Rango y magnitudes*

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta

⁵⁰ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014)

⁵¹ (RUIZ, 2013)

0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.001 a 0.20	Muy baja

Fuente: Reproducido de Ruiz (2013)

3.5. Procedimientos

Cumpliendo la evaluación validez y confiabilidad se continuo con la ejecución del proyecto de investigación según el procedimiento para poder aplicar en los 03 taludes críticos: estudios previos, estudios de campo y estudios de laboratorio.

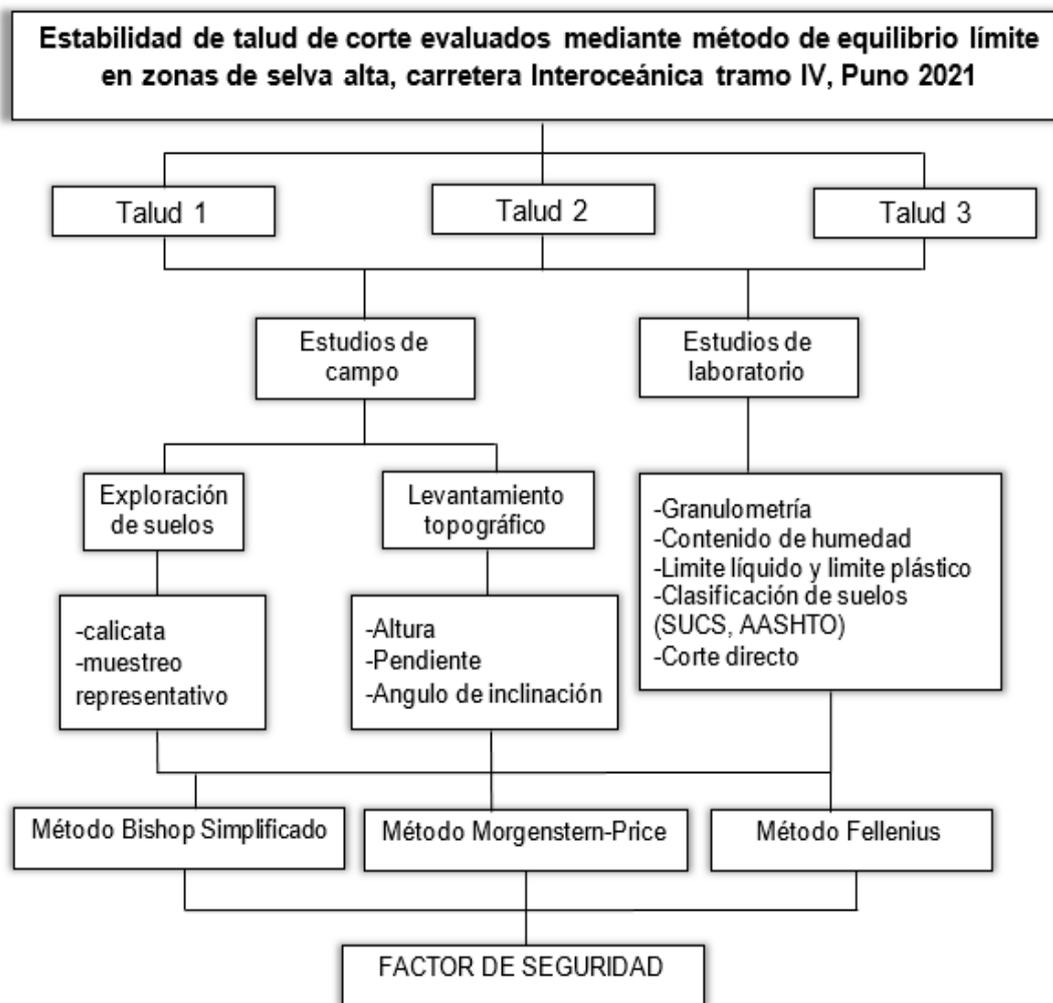


Figura 7. Flujograma de procedimiento de investigación
Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Estudios previos

3.5.1.1. Estudios de campo

3.5.1.1.1. Estudios topográficos

A fin de obtener la altura, ángulo de inclinación y pendiente de talud se realizó el levantamiento topográfico de los taludes de corte, con el uso de una estación total de marca TOPCON modelo OS-105 debidamente calibrada con una precisión de 5", para la obtención de puntos de control verticales se utilizó un GPS.



Figura 8. Foto estación total
Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Foto del GPS
Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Levantamiento topográfico del talud km 330+792 al km 330+835
Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. Exploración de suelos

3.5.1.2.1. Calicata

Se ejecutó en la carretera Interoceánica tramo IV, en las progresivas km 323+530 al km 323+606, km 330+792 al km 330+835 y km 346+976 al km 347+032, calicatas de 1.50 m. de profundidad.



Figura 11. Km 323+530 al km 323+606 (C-01)
Fuente : Elaboración propia



Figura 12. Km 330+792 al km 330+835 (C-02)
Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Km 346+976 -347+032 (C-03)
Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Calicata (C-03)
Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2.2. Muestreo representativo

La norma recomienda que para realizar los diferentes ensayos de laboratorio se requiere una cantidad de 40 kg de muestra.

3.5.1.2.3. Estudios de laboratorio

Los ensayos realizados fueron:

Tabla 8. *Ensayos de laboratorio de suelos*

Nombre de ensayo	Norma técnica	Ubicación
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM – D 422	Ver Anexo 4
Limite líquido y limite plástico	ASTM – D 424, D 422	Ver Anexo 4
Contenido de humedad	ASTM – D 2216	Ver Anexo 4
Clasificación SUCS	ASTM D - 2487	Ver Anexo 4
Clasificación ASSHTO	AASHTO M -145	Ver Anexo 4
Ensayo de corte directo	ASTM - D 3080	Ver Anexo 4

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó el Microsoft Excel, para el procesamiento de datos de los levantamientos topográficos el AutoCAD, Civil 3D y el programa de Slide para la modelación del talud.

Calicatas

Se realizaron calicatas en cada uno de los tramos con 1.5 m de profundidad en la progresiva km 323+530 al km 323+606, km 330+792 al km 330+835 y km 346+976 al km 347+032, cantidad de 3 calicatas.

Tabla 9. *Ubicación de las calicatas*

Calicata	Tramo	Coordenadas			Profundidad (m)
		Este	Norte	Cota	
C-01	km 323+530 al km 323+606	355980.51	8525077.22	480.68	1.50
C-02	km 330+792 al km 330+835	358318.35	8528161.56	453.72	1.50
C-03	km 346+976 al km 347+032	351987.27	8539611.50	508.82	1.50

Fuente: Elaboración propia

Resultados de los ensayos de laboratorio

Resumen de resultados de laboratorio. (Anexo - 4)

Tabla 10. Ensayos de laboratorio

Ensayo de mecánica de suelos		Calicata-01	Calicata-02	Calicata-03
Análisis granulométrico	Clasificación	SUCS MH	SM	ML
		AASHTO A-7-5(20)	A-4 (0)	A-4 (2)
		Limo de baja plasticidad		Limo arenoso de baja plasticidad
Límites de consistencia	Limite líquido(%)	52	33	37
	Limite plástico(%)	34	29	31
	Índice de plasticidad (%)	18	4	6
Peso específico (gr/cm3)		1.82	1.82	1.84
Contenido de humedad (%)		48.7	24.7	34.7
Corte directo	Cohesión (kg/cm2)	0.105	0.08	0.115
	Angulo de fricción (°)	15.11	28.12	19.44

Fuente: Elaboración propia

3.6.1. Cuantificación de la geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

3.6.1.1. Topografía del terreno

Se realizó el levantamiento topográfico, para obtener los datos de altura, pendiente y ángulo del talud y se efectuará el modelamiento para la evaluación de cada talud.

3.6.1.1.1. Talud 1: km 323+530 al km 323+606

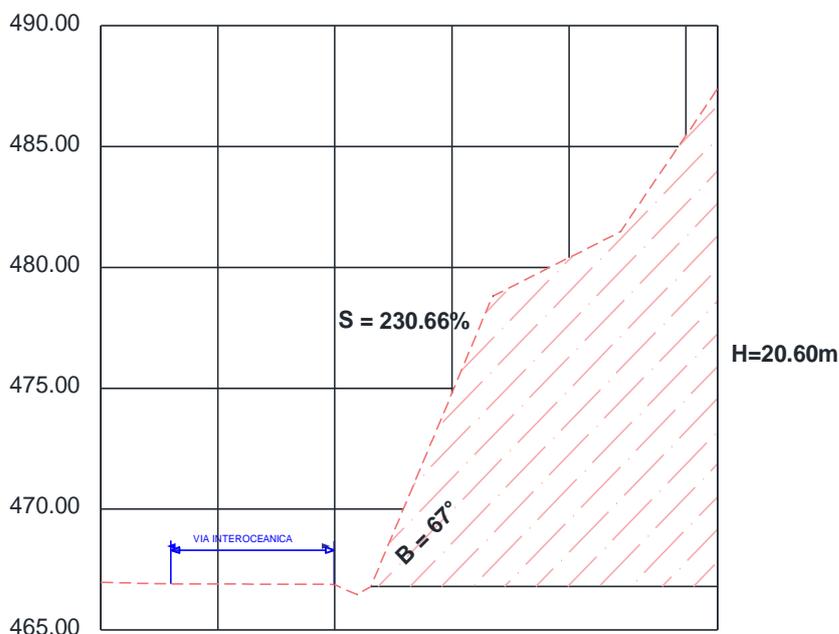


Figura 15. Sección transversal de corte tramo km 323+530 al km 323+606

Fuente: Elaboración propia

Se observa la figura 15. la sección transversal de corte del talud ubicado en el tramo de km 323+530 al km 323+606, tiene una altura de 20.60 m, pendiente de 230.66% y un ángulo de talud de 67°.

3.6.1.1.2. Talud 2: km 330+792 al km 330+835

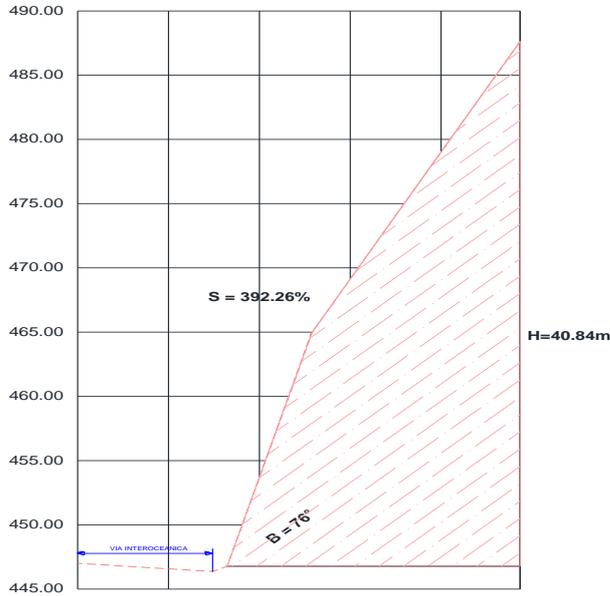


Figura 16. Sección transversal tramo km 330+792 al km 330+835
Fuente: Elaboración propia

Se observa la figura 16. sección transversal de corte del talud ubicado en el tramo de km 330+792 al km 330+835, tiene una altura de 40.84m, pendiente de 392.26% y un ángulo de talud de 76°.

3.6.1.1.3. Talud 3: km 346+976 al km 347+032

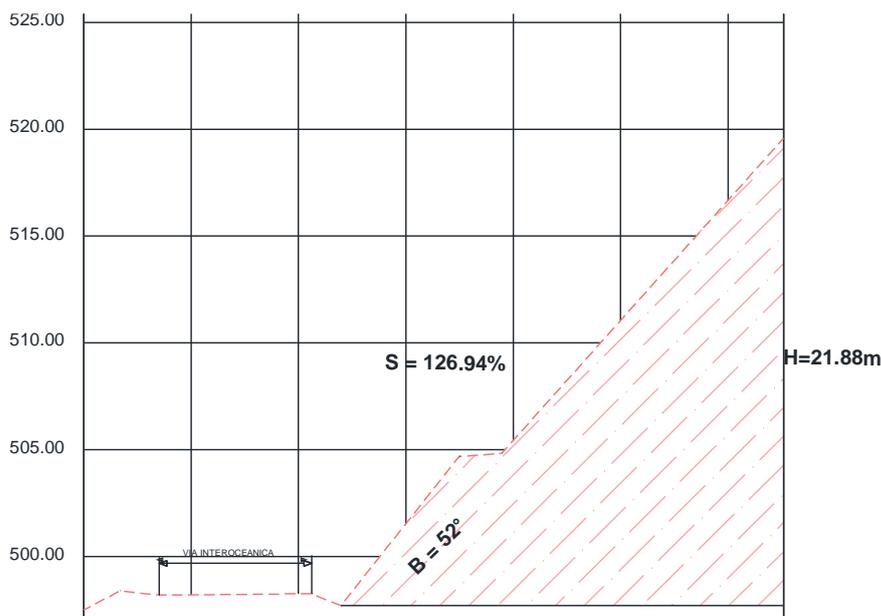


Figura 17. Sección transversal tramo km 346+976 al km 347+032
Fuente: Elaboración propia

Se observa la figura 17. sección transversal de corte del talud ubicado en el tramo de km 346+976 al km 347+032, tiene una altura de 21.88 m, pendiente de 126.94% y un ángulo de talud de 52°.

Tabla 11. Resumen de geometría de la sección en los 3 tramos críticos

Tramo	Altura del talud	Pendiente del talud	Ángulo de talud
Km 323+530 al km 323+606	20.60m	230.66%	67°
km 330+792 al km 330+835	40.84m	392.26%	76°
km 346+976 al km 347+032	21.88m	126.94%	52°

Fuente: Elaboración propia

Se tiene la tabla 11. donde se observa el resumen de la sección de taludes críticos como la altura, de 20.60 m, 21.88 m y 40.84 m con pendientes de 230.66 %, 126.94 % y 392.26 % y ángulo de 67°, 52° y 52° respectivamente.

Tabla 12. Resumen de pendientes

Descripción	Transversal	Pendiente %		
		Km 323+530 – km 323+606	km 330+792 – km 330+835	Km 346+976 – km 347+032
Terreno plano	S ≤ 10			
Terreno ondulado	11 ≤ S ≤ 10			
Terreno accidentado	51 ≤ S ≤ 100			

Terreno escarpado	$S \geq 100$	230.69%	392.26%	129.94%
-------------------	--------------	---------	---------	---------

Fuente: Elaboración propia

Empleando la tabla 2, los taludes críticos evaluados tienen pendientes de 129.94% 230.69 % y 392.26 % por lo mismo se encuentran en pendientes mayores a 100% y corresponde a taludes de terrenos escarpados.

3.6.2. Identificación del tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

Ejecutando la evaluación del área, tomando en cuenta todos los datos se procede a identificar el tipo de falla que presenta.

3.6.2.1.1. Talud 1: km 323+530 al km 323+606



Figura 18. Talud km 323+530 al km 323+606

Fuente: Elaboración propia

Talud km 323+530 al km 323+606 presenta deslizamiento entre la corona y el hombro sin dañar el pie de talud, se observa que consiste en caída de masa de tierra de la corona al pie de talud con tipo de falla rotacional.

3.6.2.1.2. Talud 2: km 330+792 al km 330+835

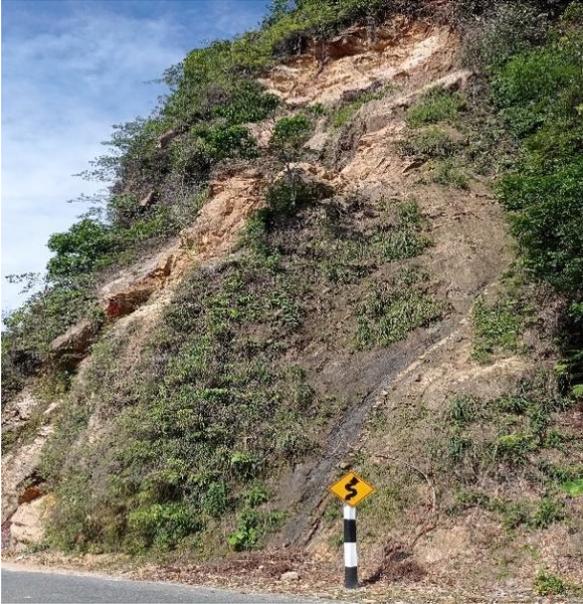


Figura 19. Talud km 330+792 al km 330+835
Fuente: Elaboración propia

Talud ubicado en el km 330+792 al km 330+835 presenta desprendimiento de 1.0 m en el hombro y en se observa que tiene un escarpe vertical en el cuerpo del talud, en proceso de derrumbe, tipo de falla circular.

3.6.2.1.3. Talud 3: km 346+976 al km 347+032



Figura 20. Talud km 346+976 al km 347+032
Fuente: Elaboración propia

Talud ubicado en el km 346+976 al km 347+032 presenta desprendimiento de masa de suelo en cara de talud, al lado derecho se observa que tiene un escarpe

vertical de una profundidad de 0.50 m, se puede ver que tiene falla de forma rotacional.

3.6.3. Calculo del factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

Se realizó la obtención del factor de seguridad en estado normal y de lluvia con el uso de los métodos de: Bishop Simplificado, Morgenstern-Price y Fellenius, aplicando el software slide.

3.6.3.1. Condiciones estática

3.6.3.1.1. Condiciones estáticas en escenario normal

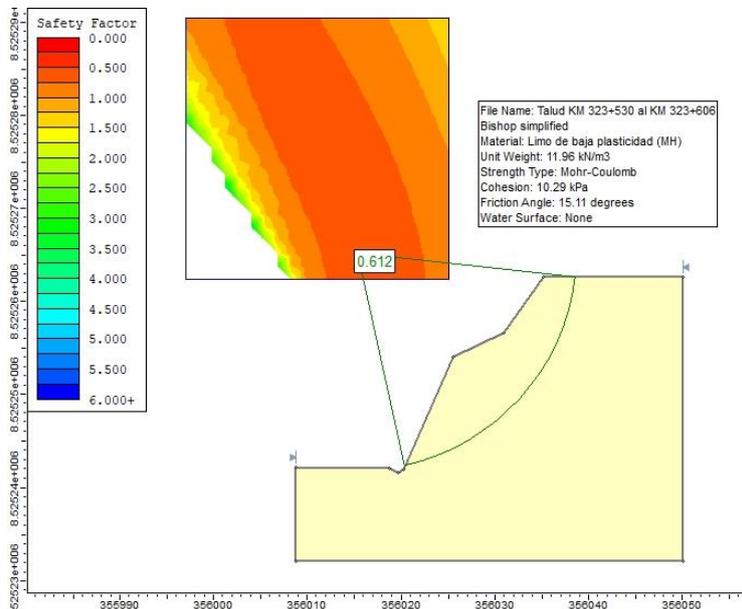


Figura 21. Modelo estático km 323+530 al km 323+606

Fuente: Software slide

En la figura anterior presenta el modelamiento y obtención del FS por el método de Bishop simplificado en condición estático en escenario normal en el tramo del km 323+530 al km 323+606.

En seguida se presenta los datos obtenidos como FS en condiciones estáticas en escenario normal con la aplicación de los tres métodos.

Tabla 13. FS Condiciones estáticas escenario normal

Tramo	Factor de Seguridad		
	Bishop Simplificado	Morgenstern-Price	Fellenius
km 323+530 al km 323+606	0.612	0.613	0.599
km 330+792 y km 330+835	0.509	0.504	0.486
km 346+976 al km 347+032	0.800	0.796	0.759

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13. muestra el análisis del FS evaluado con los tres métodos en condiciones estáticas en escenario normal siendo el talud más desfavorable del km 330+792 al km 330+835, según Bishop Simplificado el FS=0.509, Morgenstern-Price FS=0.504 y Fellenius FS=0.486 todos los valores son menores a 1.50.

3.6.3.2. Condiciones estática

3.6.3.2.1. Condiciones estáticas - escenario de lluvia

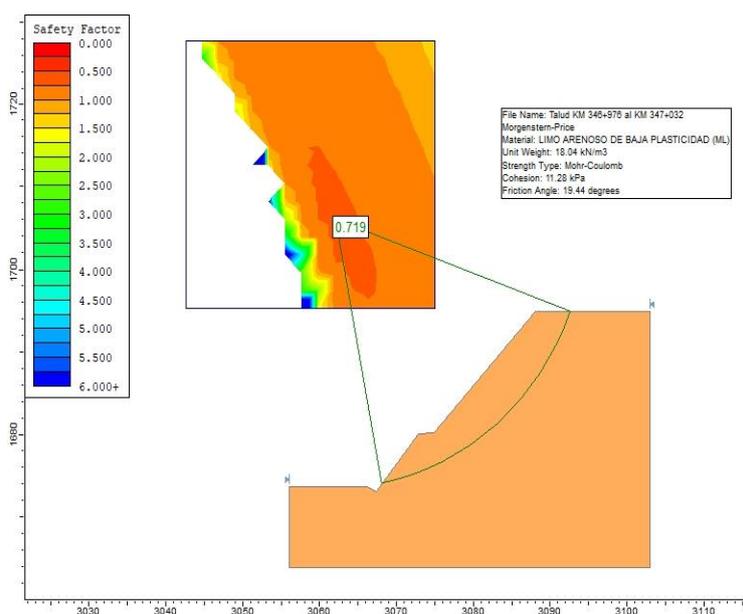


Figura 22. Modelo estático km 346+976 al km 347+032

Fuente: Software slide

En la figura 21. presenta el modelamiento estático en escenario de lluvia en el km 346+976 al km 347+032 con el uso del método de Morgenstern-Price.

A continuación, se presenta los datos obtenidos de FS en condiciones estáticas con el uso de los tres métodos.

Tabla 14. FS Condición estática escenario de lluvia

Tramo	Factor de Seguridad		
	Bishop Simplificado	Morgenstern-Price	Fellenius
km 323+530 al km 323+606	0.571	0.566	0.544
km 330+792 y km 330+835	0.486	0.480	0.463
km 346+976 al km 347+032	0.723	0.719	0.684

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14. muestra el resumen del FS analizado por los tres métodos, el talud más crítico es km 330+792 al km 330+835, según Bishop Simplificado FS=0.486, Morgenstern-Price FS=0.480 y Fellenius FS=0.463 en condiciones estáticas y escenario de lluvia, obteniendo valores menores a 1.50.

3.6.3.3. Condiciones pseudo-estático

3.6.3.3.1. Condiciones pseudo-estático - escenario normal

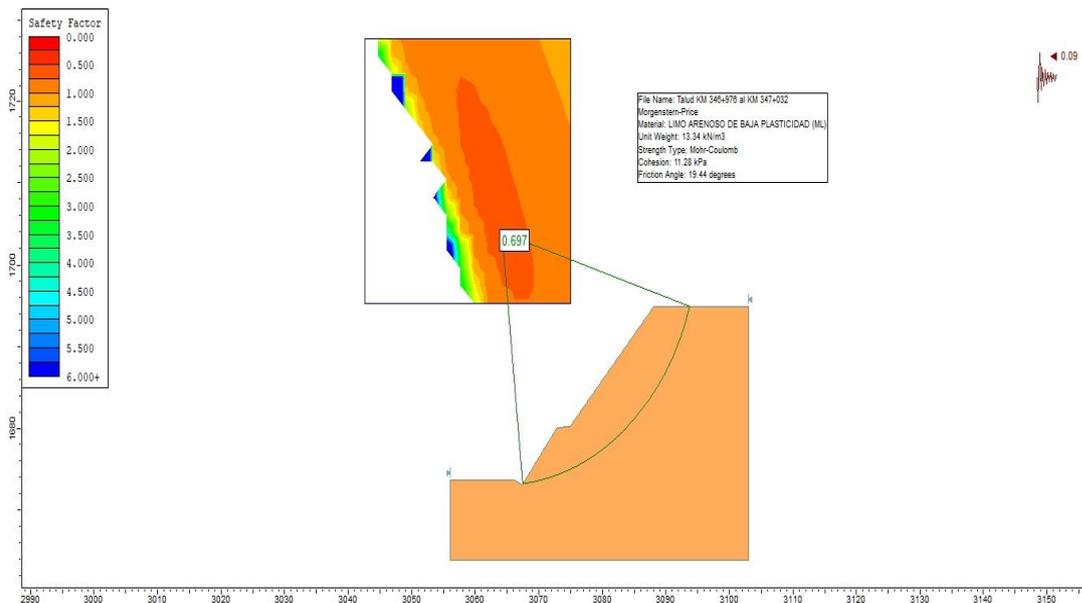


Figura 23. Modelo pseudo-estático km 346+976 al km 347+032

Fuente: Software slide

En la figura 23. muestra el modelo pseudo-estático en escenario normal en el tramo del km 346+976 al km 347+032 por el método de Morgenstern-Price con una aceleración de 0.09 y obteniendo un FS=0.697.

Tabla 15. FS condición pseudo-estático escenario normal

Tramo	Factor de Seguridad		
	Bishop Simplificado	Morgenstern-Price	Fellenius
km 323+530 al km 323+606	0.536	0.538	0.521
km 330+792 y km 330+835	0.453	0.447	0.420
km 346+976 al km 347+032	0.704	0.697	0.662

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15. muestra la evaluación del FS por los tres métodos, el tramo del km 330+792 al km 330+835 es el más crítico, según Fellenius FS=0.420, se puede observar que los valores son menores a 1.25 teniendo así un talud inestable.

3.6.3.4. Condición pseudo-estático

3.6.3.4.1. Condiciones pseudo-estático en escenario de lluvia

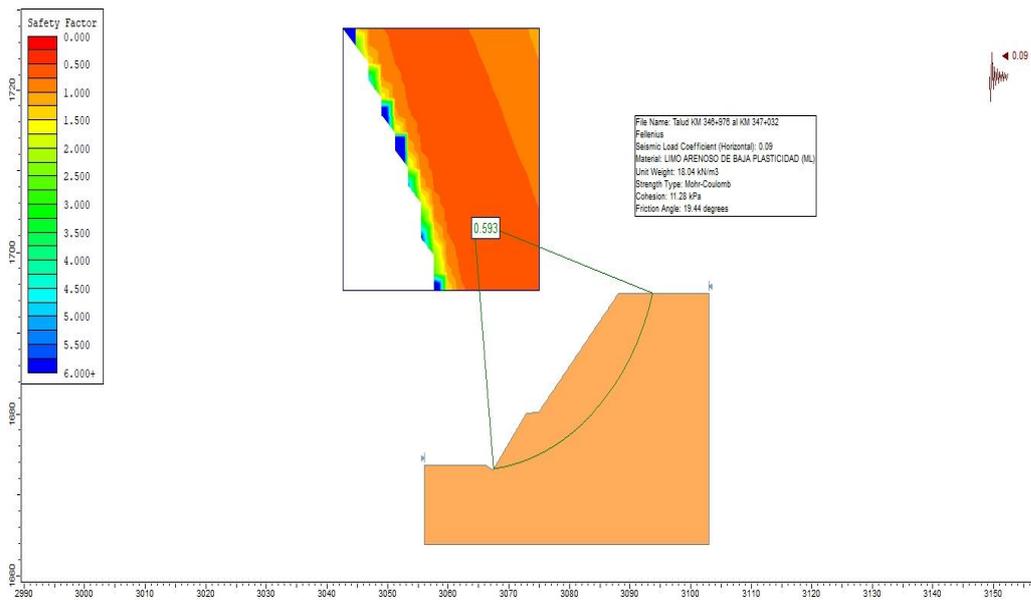


Figura 24. Modelo pseudo-estático km 346+976 al km 347+032

Fuente: Software slide

La figura 24. muestra el modelo pseudo-estático en escenario de lluvia en el tramo del km 346+976 al km 347+032 con el uso del método Fellenius.

Tabla 16. FS condición pseudo - estático escenario de lluvia

Tramo	Factor de Seguridad		
	Bishop Simplificado	Morgenstern-Price	Fellenius
km 323+530 al km 323+606	0.487	0.489	0.466
km 330+792 y km 330+835	0.431	0.423	0.399
km 346+976 al km 347+032	0.633	0.629	0.593

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16. se tiene el resumen de FS evaluado en condiciones pseudo estática, siendo valores menores a 1.25 y el tramo más crítico km 330+792 al km 330+835, según Bishop Simplificado FS=0.431, Morgenstern-Price FS=0.423 y

3.6.4. Determinación de la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

Para determinar la estabilidad de talud se realizó la comparación de valores de factor de seguridad en condiciones estáticas y los valores debe de ser mayor a 1.50 y en condiciones pseudo-estáticos mayor a 1.25.

3.6.4.1. Condiciones estáticas

3.6.4.1.1. Talud 1: km 323+530 al km 323+606

Tabla 17. FS en condiciones estáticas

Tramo km 323+530 al km 323+606				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.612	0.571	<1.50	inestable
Morgenstern-Price	0.613	0.566	<1.50	inestable
Fellenius	0.599	0.544	<1.50	inestable

Fuentes: Elaboración propia

La tabla 17. se tiene el análisis del km 323+530 al km 323+606 por el método de Bishop Simplificado, Morgenstern-Price y Fellenius en escenario normal y lluvia, teniendo un FS=0.544 el más crítico, siendo un talud inestable

3.6.4.1.2. Talud 2: km 330+792 al km 330+835

Tabla 18. *FS en condición estáticas*

Tramo km 330+792 al km 330+835				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.509	0.486	<1.50	inestable
Morgenstern-Price	0.504	0.480	<1.50	inestable
Fellenius	0.486	0.463	<1.50	inestable

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18. muestra el resumen de FS del km 330+792 al km 330+835, evaluado por tres métodos teniendo un FS=0.463 por el método de Fellenius en escenario de lluvia teniendo un talud inestable.

3.6.4.1.3. Talud 3: km 346+976 al km 347+032

Tabla 19. *FS en condiciones estáticas*

Tramo km 346+976 al km 347+032				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.800	0.723	<1.50	inestable
Morgenstern-Price	0.796	0.719	<1.50	inestable
Fellenius	0.759	0.684	<1.50	inestable

Fuente: Elaboración propia

Se muestra la evaluación del tramo del km 346+976 al km 347+032 en condiciones estáticas escenario normal FS=0.759 y escenario de lluvia FS=0.684 con el método de Fellenius, talud inestable.

3.6.5. Condiciones pseudo-estático

3.6.5.1.1. Talud 1: km 323+530 al km 323+606

Tabla 20. *FS Condiciones pseudo-estático*

Tramo km 323+530 al km 323+606				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.536	0.487	<1.25	inestable
Morgenstern-Price	0.538	0.489	<1.25	inestable
Fellenius	0.521	0.466	<1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20. muestra el FS en condiciones pseudo-estático escenario normal y de lluvia, evaluado por el método de Fellenius FS=.466 en escenario de lluvia, talud inestable.

3.6.5.1.2. Talud 2: km 330+792 al km 330+835

Tabla 21. FS Condiciones pseudo-estático

Tramo km 330+530 al km 323+606				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.453	0.431	<1.25	inestable
Morgenstern-Price	0.447	0.423	<1.25	inestable
Fellenius	0.420	0.399	<1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

Se observa el FS evaluado por el método de Bishop Simplificado FS=0.431, Morgenstern-Price FS=0.423 Y Fellenius FS=0.399 en escenario de lluvia, siendo un talud inestable.

3.6.5.1.3. Talud 3: km 346+976 al km 347+032

Tabla 22. FS Condiciones pseudo-estático

Tramo km 346+976 al km 347+032				
Método	Escenario normal	Escenario de lluvia	FS	Nivel de estabilidad
Bishop Simplificado	0.704	0.633	<1.25	inestable
Morgenstern-Price	0.697	0.629	<1.25	inestable
Fellenius	0.662	0.593	<1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

Se tiene el talud km 346+976 al km 347+032 evaluado por el método de Bishop Simplificado, Morgenstern-Price y Fellenius en escenario normal y de lluvia teniendo un FS=0.593 siendo el más crítico y no cumpliendo el valor requerido teniendo un talud inestable.

3.7. Aspectos éticos

En la siguiente redacción del proyecto de investigación se ejecutó con las normas ISO 690 brindada por la Universidad Cesar Vallejo, así mismo se respetará los resultados que se obtendrá como la validez, la información conseguida y la originalidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La investigación de la zona de estudio de estabilidad de taludes se localiza en el distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, en el departamento de Puno, en la carretera Interoceánica tramo IV.



Figura 25. Mapa político del Perú



Figura 26. Mapa político del departamento de Puno

Ubicación del proyecto

Se encuentra en el distrito de San Gabán, limitado por el Norte: con el departamento de Cusco, por el Sur: con el distrito de Ayapata, por el Este: con el departamento de Madre de Dios y por el Oeste: con el distrito de Ollachea.



Figura 27. Mapa de la provincia de Carabaya



Figura 28. Mapa del distrito de San Gabán

Ubicación geográfica

La carretera Interoceánica tiene una latitud por el sur 13° 26' 19" y la longitud por el oeste 70° 24' 9" y con una altitud de 630 m.s.n.m.

La zona de investigación está ubicada en el cuadrángulo de Ayapata (28-u y 28-v), con formación de materiales pertenece al sustrato rocoso que afloran en el trazado estudiado pertenecen al Plutón de San Gabán, el cual está cubierto por suelos areniscas de grano fino, arena con relleno de arcilla con tonalidad plomiza y gris rojiza, pizarra negra.⁵²

Clima

La zona de investigación se encuentra expuesta a un clima tropical, cálido y húmedo donde se presentan precipitaciones significativas ya que casi todo el año son lluviosos. Las precipitaciones inician desde diciembre a marzo.⁵³

Los datos del Instituto del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI de la estación de San Gabán del distrito del mismo nombre de los años del 2018 al 2021, fueron los que se utilizó.⁵⁴

Tabla 23. *Precipitación meteorológica del año 2018 al 2021*

Meses Año	Precipitación (mm)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
2018	75.30	71.40	81.30	61.90	18.50	13.60	20.60	8.50	21.50	42.60	42.30	65.80
2019	75.30	73.50	83.40	63.80	16.80	12.70	23.30	9.80	25.20	41.90	43.50	72.80
2020	80.60	65.80	75.70	60.20	18.90	15.30	21.50	10.60	24.70	38.40	41.40	75.80
2021	68.50	75.01	90.03	50.50	19.96	12.10	18.20	11.50	23.50	40.20	45.60	70.20

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2021)

⁵² (CHÁVEZ, y otros, 1997)

⁵³ (INGEMMET, 2020)

⁵⁴ (Instituto del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2021)

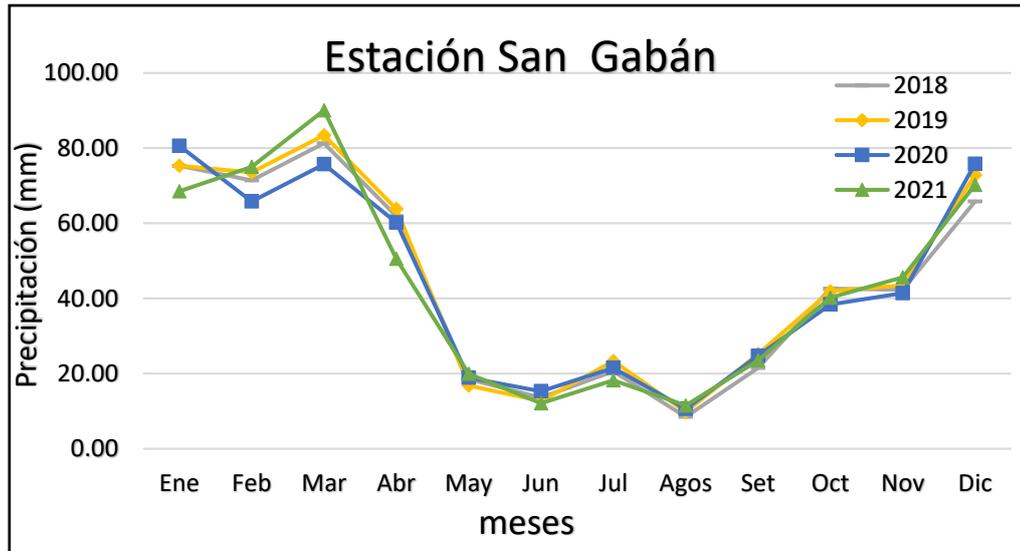


Figura 29. Precipitación meteorológica del año 2018 al 2021
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2021)

Se puede ver que la precipitación máxima es en los meses de enero, marzo, diciembre, teniendo valores de 65.80 mm a 90.03 mm.

4.2. Resultados de los análisis de datos

Se da resultado al orden de los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

4.2.1. Resultados de la cuantificación de la geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

Tabla 24. Datos del levantamiento topográfico

Tramo	AASHTO	Altura (m)	Angulo de talud (°)	Pendiente (%)	Tipo de terreno
Km 323+530 al km 323+606	A-7-5(20)	20.60	67	230.66	Terreno escarpado
km 330+792 al km 330+835	A-4(0)	40.84	76	392.26	
km 346+976 al km 347+032	A-4(2)	21.88	52	126.94	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 44. muestra la geometría de los taludes más críticos, donde las alturas varían de 20.60, 21.88 y 40.84 para ángulos de inclinación de 67°, 52° y 76° respectivamente y para suelos del tipo A-7-5(20), A-4(2) y A-4(0). Estos taludes por el tipo de suelo son inestables y se vuelven más críticos en épocas de lluvia.

4.2.2. Resultados de la identificación del tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

Identificación del tipo de falla según la visualización que se realizó en campo.

Tabla 25. Datos del tipo de falla

Tramo	Profundidad de escarpe (m)	Tipo de falla
Km 323+530 al km 323+606	0.50	Rotacional
km 330+792 al km 330+835	1.00	Rotacional
km 346+976 al km 347+032	0.50	Rotacional

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 45. muestra la identificación del tipo de falla según el escarpe, los cuales varían de 0.5 m hasta 1.0 m para tipos de falla rotacional, resultando el talud de la progresiva del km 330+792 al km 330+835 el más crítico con un escarpado de 1.0 m debido a las condiciones de sitio (tipo de suelo y clima).

4.2.3. Resultados del Cálculo del factor de seguridad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

4.2.3.1. Calculo del factor de seguridad en Condición estática

Resumen del factor de seguridad evaluado en condiciones estáticas en escenario normal y de lluvia.

Tabla 26. Factor de seguridad en condiciones estáticas

Tramo	Factor de seguridad					
	Bishop Simplificado		Morgenstern-Price		Fellenius	
	escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia
km 323+530 al km 323+606	0.612	0.571	0.613	0.566	0.599	0.544
Km 330+792 al km 330+835	0.509	0.486	0.504	0.480	0.485	0.463
Km 346+976 al km 347+032	0.800	0.723	0.796	0.719	0.759	0.684

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 26. muestra obtención del FS y el tramo más crítico km 330+792 al km 330+835 en condiciones estáticas en escenario normal y de lluvia: Bishop Simplificado FS=0.486, Morgenstern-Price FS=0.480 y Fellenius FS=0.463 que son valores por debajo de lo recomendado y se puede ver que el método Fellenius es el que obtiene el menor valor y por lo tanto los tres tramos evaluados son taludes inestables

4.2.3.2. Condición pseudo-estático

Resumen del factor de seguridad en condición pseudo-estático en escenario de normal y de lluvia.

Tabla 27. Factor de seguridad en condiciones pseudo-estático

Tramo	Factor de seguridad					
	Bishop Simplificado		Morgenstern-Price		Fellenius	
	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia
km 323+530 al km 323+606	0.536	0.487	0.538	0.489	0.521	0.466
Km 330+792 al km 330+835	0.453	0.431	0.447	0.423	0.420	0.399
Km 346+976 al km 347+032	0.704	0.633	0.697	0.629	0.662	0.593

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se presenta la tabla 27. resumen de la obtención del FS en condiciones pseudo-estático, de los tres sectores evaluados el tramo más crítico es del km 330+792 al km 330+835 el cual en condición pseudo-estático en escenario de lluvia el FS: Bishop Simplificado FS=0.431, Morgenstern-Price FS=0.423 y Fellenius FS=0.399, los taludes evaluados son inestables.

4.3. Resultados de la determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta.

4.3.1. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Bishop Simplificado

Tabla 28. Nivel de estabilidad método de Bishop Simplificado

Tramo	Método de Bishop Simplificado						Nivel
	Condición estática		Norma	condición pseudo-estático		Norma	
	Escenario normal	Escenario lluvia		Escenario normal	Escenario lluvia		
km 323+530 al km 323+606	0.612	0.571	CE.020 ST 1.50	0.536	0.487	1.25	inestable
Km 330+792 al km 330+835	0.509	0.486	1.50	0.453	0.431	1.25	inestable
Km 346+976 al km 347+032	0.800	0.723	1.50	0.704	0.633	1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 28. muestra el nivel de estabilidad evaluado según el método de Bishop Simplificado respecto al FS, resultando el talud más crítico km 330+792 al km 330+835 en condiciones estáticas en escenario normal FS=0.509 y escenario de lluvia FS=0.486 <1.50 y condiciones pseudo-estáticos escenario normal FS=0.453 y escenario de lluvia FS=0.431 <1.25. Los taludes son de nivel inestable.

4.3.2. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Morgenstern-Price

Tabla 29. Nivel de estabilidad método de Morgenstern-Price

Tramo	Método de Morgenstern-Price						Nivel
	Condición estática		Norma	condición pseudo-estático		Norma	
	Escenario normal	Escenario lluvia		Escenario normal	Escenario lluvia		
km 323+530 al km 323+606	0.613	0.566	CE.020 ST 1.50	0.538	0.489	1.25	inestable
Km 330+792 al km 330+835	0.504	0.480	1.50	0.447	0.423	1.25	inestable
Km 346+976 al km 347+032	0.796	0.719	1.50	0.697	0.629	1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 49. muestra el nivel de estabilidad evaluado según el método de Morgenstern-Price respecto al factor de seguridad y la norma CE.020 ST, resultando el talud más crítico km 330+792 al km 330+835 en condiciones estáticas en escenario normal $FS=0.504$ y escenario de lluvia $FS=0.480 < 1.50$ y condiciones pseudo-estáticas escenario normal $FS=0.447$ y escenario de lluvia $FS=0.423 < 1.25$. Los taludes son de nivel inestable.

4.3.3. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante método de Fellenius

Se muestra el nivel de estabilidad en los tres tramos evaluados.

Tabla 30. Nivel de estabilidad método de Fellenius

Tramo	Método de Fellenius						Nivel
	Condición estática		norma	condición pseudo-estático		Norma	
	Escenario normal	Escenario lluvia	CE.020 ST	Escenario normal	Escenario lluvia	CE.020 ST	
km 323+530 al km 323+606	0.599	0.544	1.50	0.521	0.466	1.25	inestable
Km 330+792 al km 330+835	0.485	0.463	1.50	0.420	0.399	1.25	inestable
Km 346+976 al km 347+032	0.759	0.684	1.50	0.662	0.593	1.25	inestable

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La tabla 30. muestra el nivel de estabilidad evaluado según el método de Fellenius respecto al FS, resultando el talud más crítico km 330+792 al km 330+835 en condiciones estáticas en escenario normal $FS=0.485$ y escenario de lluvia $FS=0.463 < 1.50$ y condiciones pseudo-estáticas escenario normal $FS=0.420$ y escenario de lluvia $FS=0.399 < 1.25$. Los taludes son de nivel inestable.

CONTRASTE DE HIPÓTESIS

1. Contraste de Hipótesis específica 1

a) Planteamiento de hipótesis nula H_0 y alternativa H_1

Hipótesis Nula H_0

La geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta no es adecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

Hipótesis Alternativa

La geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta es adecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

b) Parámetro de interés

Tabla 31. Datos de la geometría de talud

Descripción	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
Altura	20.60	40.84	21.88
Angulo	67	76	52
Pendiente	230.66	392.26	126.94

Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo estadístico método ANOVA

Tabla 32. Cálculo de suma de cuadrados

Grupos	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
Suma (ΣX_i)	318.26	509.1	200.82
Promedio	106.09	169.70	66.94
Suma total (ΣX_n)	1028.18		
n_i	3	3	3
N	9		
K	3		
SC_{trat}	16138.73529		
SC_{total}	121264.1		
SC_{error}	105125.4035		

Fuente: Anova

d) Análisis de varianza

Tabla 33. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre las muestras	16138.7353	2	8069.36764	0.46055667
Dentro de las muestras	105125.403	6	17520.9006	
Total	121264.139	8		

Fuente: Anova

Valor crítico para F	5.14325285
probabilidad	0.65151717

Fuente: Anova

e) Conclusion

De acuerdo al valor crítico $F=5.1432$ se encuentra en la región de aceptación, se acepta la hipótesis nula ya que:

$$5.1432 > 0.46$$

La geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta **no** es adecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

2. Contraste de hipótesis específica 2

a) Planteamiento de hipótesis nula H_0 y alternativa H_1

Hipótesis Nula H_0

El tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta no es traslacional, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

Hipótesis Alternativa H_1

El tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es traslacional, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

b) Parámetro de interés

Tabla 34. Datos del escarpe de talud

Tramo	Profundidad de escarpe (m)	Tipo de falla
Km 323+530 al km 323+606	0.50	Rotacional
km 330+792 al km 330+835	1.00	Rotacional
km 346+976 al km 347+032	0.50	Rotacional

Fuente: Elaboración propia

c) Calculo estadístico método ANOVA

Tabla 35. Calculo de suma de cuadrados

Grupos	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
Suma (Xi)	0.9	1.9	0.9
Promedio	0.45	0.95	0.45
Suma total (Xn)	3.7		
n _i	2	2	2
N	6		
K	3		
SC _{trat}	0.333		
SC _{total}	0.3		
SC _{error}	0.15		

Fuente: Anova

d) Análisis de varianza

Tabla 36. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre las muestras	0.333	2	0.16667	33.3333
Dentro de las muestras	0.015	3	0.005	
Total	0.3483	5		

Fuente: Anova

Valor crítico para F	5.1432
probabilidad	0.00893

Fuente: Anova

e) Conclusion

De acuerdo al valor critico $F=5.1432$ se encuentra en la región de rechazo, se rechaza la hipótesis nula ya que:

5.1432 < 33.333

El tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta no es traslacional, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

3. Contraste de hipótesis específica 3

a) Planteamiento de Hipótesis nula H_0 y alternativa H_1

Hipótesis Nula H_0

El factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta no es baja, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

Hipótesis Alternativa H_1

El factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es baja, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

b) Parámetro de interés

Tabla 37. *FS condiciones estáticas y pseudo-estáticas*

Bishop simplificado	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
c. estática normal	0.612	0.509	0.800
c. estática lluvia	0.571	0.486	0.723
c.pseudo-estática norma	0.536	0.453	0.704
c.pseudo-estática lluvia	0.487	0.431	0.633

Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo estadístico método ANOVA

Tabla 38. *Cálculo de suma de cuadrados*

Grupos	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
Suma (Xi)	2.206	1.879	2.86
Promedio	0.55	0.47	0.72
Suma total (Xn)	6.945		
n _i	4	4	4
N	12		
K	3		
SC _{trat}	0.1247		
SC _{total}	0.2		
SC _{error}	0.0261		

Fuente: Anova

d) Análisis de varianza

Tabla 39. *Análisis de varianza*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre las muestras	0.1248	2	0.0624	21.4579
Dentro de las muestras	0.0262	9	0.0029	
Total	0.1509	11		

Fuente: Anova

Valor crítico para F	4.2565
probabilidad	0.0004

Fuente: Anova

e) Conclusión

De acuerdo al valor crítico $F=4.2565$ se encuentra en la región de rechazo, se acepta la hipótesis alternativa ya que:

$$3.2565 < 21.4579$$

El factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta es baja, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

4. Contraste de hipótesis general

a) Planteamiento de Hipótesis nula Ho y alternativa H1

Hipótesis Nula Ho

La estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta no es inadecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

Hipótesis Alternativa H1

La estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es inadecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

b) Parámetro de interés

Tabla 40. Evaluación con los 3 métodos

Tramo	Factor de seguridad		
	Bishop Simplificado	Morgenstern-Price	Fellenius
	Escenario normal	Escenario normal	Escenario normal
km 323+530 al km 323+606	0.536	0.538	0.521
Km 330+792 al km 330+835	0.453	0.447	0.420
Km 346+976 al km 347+032	0.704	0.697	0.662

Fuente: Elaboración propia

c) Calculo estadístico método ANOVA

Tabla 41. Calculo de suma de cuadrados

Grupos	Km 323+530 al km 323+606	km 330+792 al km 330+835	km 346+976 al km 347+032
Suma (Xi)	1.595	1.32	2.401
Promedio	0.53	0.44	0.80
Suma total (Xn)	5.316		
n _i	3	3	3
N	9		
K	3		
SC _{trat}	0.21042		
SC _{total}	0.3		
SC _{error}	0.06061		

Fuente: Anova

d) Análisis de varianza

Tabla 42. *Análisis de varianza*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre las muestras	0.210	2	0.1052	10.4144
Dentro de las muestras	0.060	6	0.0101	
Total	0.2710	8		

Fuente: Anova

Valor crítico para F	5.1432
probabilidad	0.0111

Fuente: Anova

e) Conclusion

De acuerdo al valor crítico $F=5.1432$ se encuentra en la región de rechazo, se acepta la hipótesis alternativa ya que:

$$5.1432 < 10.4144$$

La estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es inadecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.

V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos se realiza la discusión con los antecedentes según el orden de los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

Discusión 1:

En cuanto a la geometría las alturas de los taludes varían de 20.60, 21.88 y 40.84 para ángulos de inclinación de 67°, 52° y 76° respectivamente y para suelos del tipo A-7-5(20), A-4(0) y A-4(2). Estos taludes por el tipo de suelo son inestables y se vuelven más críticos en épocas de lluvia. Al respecto, Caruajulca (2017) muestra como resultado que el km 7+500 al km 7+530 tiene un suelo arcilloso arenoso (SC) tiene una pendiente de 77.19%, altura de 31.70 m con un ángulo de inclinación de 77.19° y tiene un terreno accidentado, de la misma manera Silva (2018) en el tramo km 15+280 que conforma un tipo de suelo arcilloso y tiene una altura de 30 m, ángulo de 45° y pendiente de 100% siendo así un terreno accidentado, de la misma manera en antecedente internacional Conde (2014) talud constituido por 7 estratos por suelos arenosos con presencia de rocas, estratos de limo y arcillas con pendiente mayores de 25%, altura de 16 m, terreno accidentado.

Discusión 2:

Los tipos de falla presentan escarpes que varían de 0.5 m hasta 1.0 m para fallas rotacionales, resultando el talud de la progresiva del km 330+792 al km 330+835 el más crítico con un escarpado de 1.0 m debido a las condiciones de sitio (tipo de suelo y clima). Al respecto Díaz (2020) citado como antecedente nacional menciona que el principal factor para el inicio de una falla son las filtraciones que presenta en la cabecera del talud, saturando los escarpes y generando una falla de rotura circular. Asimismo, Ccahuana (2019) indica que la falla rotacional son lo más común en taludes de corte ya que son conformados por suelo de arcilla y limos. Además, Conde (2014) citado como antecedente internacional indica que presenta un tipo de falla circular ya que presenta estratos débiles como la arcilla.

Discusión 3:

El factor de seguridad evaluado en el tramo más crítico del km 330+792 al km 330+835, en condiciones estáticas método de Bishop simplificado $FS=0.486$,

Morgenstern-Price $FS=0.480$, Fellenius $FS=0.463$ y en condiciones pseudo-estático Bishop Simplificado $FS=0.431$, Morgenstern-Price $FS=0.423$ y Fellenius $FS=0.399$. Respecto Ccahuana (2019) citado como antecedente nacional tiene como factor de seguridad en condiciones estáticas en temporadas normales con el uso del método de Bishop simplificado $FS=1.38$, Morgenstern-Price $FS=1.39$ y Spencer $FS=1.40$, en condiciones estáticas en temporada de lluvia: Bishop simplificado $FS=1.03$, Morgenstern-Price $FS=1.05$ y Spencer $FS=1.09$, condiciones pseudo estáticas: Bishop simplificado $FS=1.10$, Morgenstern-Price $FS=1.11$ y Spencer $FS=1.15$ y condiciones pseudo estáticas bajo temporadas de lluvia: Bishop simplificado $FS=0.81$, Morgenstern-Price $FS=0.83$ y Spencer $FS=0.88$, seguidamente de Díaz (2017) en taludes de roca en condiciones estáticas obtiene un $FS=0.87$ y pseudo-estático $FS=0.71$, Espinoza (2013) en condiciones pseudo-estáticas con el método de Fellenius $FS=1.323$, Bishop simplificado $FS=1.376$, Janbu $FS=1.279$, Spencer $FS=1.371$ y Morgenstern-Price $FS=1.370$, asimismo Aguilar (2015) indica que el perfil 1 Morgenstern-Price $FS=3.70$, Janbu $FS=2.989$, perfil 2 Spencer $FS=2.410$ Janbu $FS=1.002$, perfil 4 Spencer $FS=1.638$, Bishop $FS=1.600$ y perfil 12 Spencer $FS=1.594$, Janbu $FS=1.450$.

Discusión 4:

El nivel de estabilidad respecto al factor de seguridad en la progresiva km 330+792 al km 330+835 evaluado en condiciones estáticas escenario normal según método de Bishop Simplificado $FS=0.509$, Morgenstern-Price $FS=0.504$, Fellenius $FS=0.485$ y escenario de lluvia método de Bishop Simplificado $FS=0.486$, Morgenstern-Price $FS=0.480$, Fellenius $FS=0.463$ y en condiciones pseudo-estáticos escenario normal método de Bishop Simplificado $FS=0.453$, Morgenstern-Price $FS=0.447$, Fellenius $FS=0.420$ y escenario de lluvia método de Bishop Simplificado $FS=0.431$, Morgenstern-Price $FS=0.423$, Fellenius $FS=0.399$, el talud evaluado es de nivel inestable. Al respecto Silva (2018) citado como antecedente nacional evalúa por el método de Bishop Simplificado en condiciones estáticas es $FS=1.48$ y condiciones pseudo-estático $FS=0.928$ siendo un valor no mayor a 1.25 determinado que el talud evaluado es inestable, de tal forma Díaz (2020) indica que en condiciones estáticas método de Bishop Simplificado en L1 $FS=0.862$, L2

FS=0.739, L3 FS=0.643 y en condiciones pseudo-estático método de Bishop Simplificado en L1 FS=0.715, L2 FS=0.622, L3 FS=0.557 determinando que el talud evaluado es inestable, de tal forma CE.020 Estabilización de suelos y taludes (2012) indica que en estado estático el valor tiene que ser mayor a 1.50, en estado pseudo-estático mayor a 1.25. Indicado en lo anterior de los resultados de factor de seguridad en estado estático y pseudo-estático, entre mayor altura y suelo de mala calidad más inestable es el talud ya que el valor del factor de seguridad es bajo.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones se realizan de acuerdo al objetivo específico y finalizando con el objetivo general.

Conclusión 1:

En cuanto a la geometría las alturas de los taludes varían de 20.60, 21.88 y 40.84 para ángulos de inclinación de 67°, 52° y 76° respectivamente y para suelos del tipo A-7-5(20), A-4(0) y A-4(2). Estos taludes por el tipo de suelo son inestables y se vuelven más críticos en épocas de lluvia.

Conclusión 2:

Respecto al tipo de falla rotacional los taludes presentan escarpes que varían de 0.5 m hasta 1.0 m, resultando el talud de la progresiva del km 330+792 al km 330+835 el más crítico con un escarpado de 1.0 m debido a las condiciones de sitio (tipo de suelo y clima).

Conclusión 3:

El cuanto al factor de seguridad evaluado en el tramo más crítico del km 330+792 al km 330+835, en condiciones estáticas método de Bishop simplificado $FS=0.486$, Morgenstern-Price $FS=0.480$, Fellenius $FS=0.463$ y en condiciones pseudo-estático Bishop Simplificado $FS=0.431$, Morgenstern-Price $FS=0.423$ y Fellenius $FS=0.399$. Los valores del factor de seguridad son a un más bajo en condiciones pseudo-estáticos.

Conclusión 4:

El nivel de estabilidad respecto al factor de seguridad el tramo más crítico km 330+792 al km 330+835 en condiciones estáticas $FS=0.486$ menor a 1.50 y condición pseudo-estático $FS=0.431$ menor a 1.25, evaluado en las dos condiciones el talud es de nivel inestable; a mayor altura y mala calidad de suelo el factor de seguridad disminuye y el talud tiende a ser más inestable.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se ejecutan en orden de los objetivos específicos y finalizando con el objetivo general.

Recomendación 1

Se recomienda que los taludes de corte para tipo de suelo A-7-5(20), A-4(0) y A-4(2), deben tener ángulos inferiores a 45° y alturas no mayores a 10.0 m para que sean estables. Así mismo para alturas mayores deben construirse las banquetas.

Recomendación 2:

Se recomienda que en taludes de corte con presencia de falla rotacional tener en consideración el tipo de suelo A-7-5(20), A-4(0) y A-4(2), realizar un constante monitoreo de los escapes existentes. Así mismo la construcción de cuneta en hombro de talud ya que el tipo de suelo y los factores climáticos son desfavorables en la zona de estudio.

Recomendación 3:

Se recomienda para la obtención del factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, utilizar los métodos Bishop Simplificado, Morgenstern-Price, Fellenius y los valores obtenidos son muy consistentes entre cada método, siendo el más conservador el método de Fellenius. Así mismo estos métodos son recomendables en la obtención del factor de seguridad en fallas rotacionales.

Recomendación 4:

Se recomienda que para tener taludes de nivel estable los taludes de corte este conformado por banquetas con alturas no mayor a 10.00 m, ángulo no mayor a 60°, pendiente de 50% con relación de 2H:1V en suelos A-7-5(20), A-4(0) y A-4(2), para la protección del talud se utilice la instalación de geomantas con refuerzo de mallas hexagonal de doble torsión con pernos de anclaje. Se tendrá un costo aproximado de US\$ 15,604.09 por metro cuadrado de instalación de geomanto.

REFERENCIAS

1. **ABREU, Luis Jose. 2012.** *Hipotesis, Metodo & Diseño de Investigación (Hypothesis, Method & Research Desing)*. International Journal of Good Conscience. 7, s.l. : 2012.
2. **AGUILAR Goenaga, Oscar Alejandro y ZUÑIGA Romero, Camilo Ernesto. 2015.** *Análisis comporativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado a taludes o laderas aledañas al cerro de la Popa, Casco urbano de Cartagena*. Universidad de Cartagena, Cartagena : 2015.
3. *Analisis de estabilidad de taludes mediante el empleo de elementos finitos.* **GARRUGA, R y VISCARRA, Daniela. 2020.** 1, La PAZ - Bolivia : s.n., 2020, Vol. 20.
4. **Asociación carreteras del Japon. 1984.** *Manual de proteccion de taludes*. Tokyo, Japon : Cismid, 1984.
5. **BERNAL Torres, C.A. 2010.** *Proceso Metodológico de Investigación Científica. O. Fernández Palma (Ed) Metodologia de la Investigación, 2010,cap VI. Tercera Edicion . s.l. : E-BOOK,2010, 2010. págs. 66-70.*
6. **BISHOP. 1995.** *Estabilidad de taludes*. 1995.
7. **BOWLES, Joseph. 1974.** *Propiedades Geofísicas de los suelos*. 1974.
8. **BRAJA M, Das. 2005.** *Fundamentos de la Ingenieria Geotecnia*. California : Thomson Learning, 2005. pág. 334.
9. **CARUAJULCA Bernal, Heder Osbeth. 2017.** *Estabilidad de taludes del tramo km 07+000 al km 09+000 de la carretera Pedro Ruíz - Chapayas, Amazonas 2016*. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas - Perú : 2017.
10. **CASANOVA R Kevin, Kevin Juan Carlos Valencia. 2016.** *ANÁLISIS Y Diseño de los taludes en la mina a cielo abierto de Diabasa de tritutados el Chocho*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Bogota : 2016.
11. **CCAHUANA Pucllas, Saúl Yoel y SANCHEZ Castro, Jerónimo Richard. 2019.** *Análisis de estabilidad de taludes mediante método de equilibrio limite*

para la carretera Huancavelia - Lircay entre las progresivas del km 02+700 al km 02+800 . Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú : 2019.

12. **CHÁVEZ, Antenor, y otros. 1997.** *Geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata.* Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima Perú : 1997.
13. **CONDE Garzon, Jesus Alfonso y ALVAREZ Prada, Jennifer. 2014.** *Estudio de estabilidad de un talud ubicado en el barrio Bellavista del municipio de Ocaña, Norte de Santander.* Universidad Fransisco de Paula Santander Ocaña, Norte de Santander - Colombia : 2014.
14. **DIAZ Chayacaña, Victor Jhoeel Josue. 2020.** *Estabilidad de talud y sostenimiento en la zona de intervención km 344+250 - 344+540 del proyecto corredor vial Interoceánico sur, tramo 4 Azangaro-Puente Inambari.* Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno : 2020.
15. **DIAZ Rodas, Mario Alexander y RODRIGUEZ Salazar, Jean Geyler. 2017.** *Estudio de la estabilidad de taludes en roca entre los kilómetros 95 al 97 de la carretera ciudad de Dios-Cajamarca.* Universidad Privada del Norte, Cajamarca : 2017.
16. **Dulio, Oseda. 2008.** *Confiabilidad y Validez de Instrumentos de Investigación .* Lima, Perú : Universidad Nacional de Educación Enrique : s.n., 2008.
17. **ESCOBAR, Javier y TORERO, Máximo. 2000.** *¿Cómo enfrentar una geografía adversa?* Lima - Perú : s.n., 2000.
18. **ESPINOZA Durán, Carlos Eduardo Tapia Berzoza. 2013.** *Análisis comparativo entre los métodos de estabilidad de taludes aplicados a las presas de tierra del proyecto PACALORI.* Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador : 2013.
19. *Evaluación de la estabilidad del talud de una carretera con modelación numérica.* **Steluti Marques, Gabriel Azoia Lukiantchuki Juliana. 2017.** Brazil : s.n., 2017.

20. **GERSCOVICH, D.M.S. 2012.** *Tipos de Taludes E Movimiento de Masa(Ed) A. Pinto Chavez. estabilidad de taludes.* 2012. págs. 11-15.
21. **GONZALES de Vallejo, Luis I, y otros. 2002.** *Ingenieria Geologica.* Madrid : PEARSON EDUCACIÓN, S. A., 2002.
22. **GONZALES de Vallejo, Luis. 2004.** *Ingenieria Geologica.* España : Ministerio de energia, 2004.
23. **GONZALEZ A, Oliva, y otros. 2019.** *Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real cas.* 2019.
24. **HERNANDEZ Sampieri, R., Fernandez Collado, C. y Baptista LUCIO, P. 2014.** *Los Enforques Cuantitativo y Cualitativo de la Investigación Científica. M.A. Toledo Castellano (Ed) Metodología de la Investigación, part. I. s.l. : MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.*
25. **HOYOS, Fabian. 2001.** *Geotecnia - Diccionario Básico.* 2001.
26. **INGEMMET. 2020.** *Evaluación geologica de peligros geológicos por movimiento en masa en el sector puente Inambari.* Region Madre de Dios : s.n., 2020.
27. **Instituto del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2021.** SENAMHI. [En línea] 2021.
28. **Jaime, Suarez. 1998.** *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales.* Bucaramanga - Colombia : Ingeniería de Suelos, 1998. pág. 127 .
29. **LERMA, Herctor Daniel. 2009.** *Metodologia de la investigación propuesta, anteproyecto .4a.* Bogotá, Colombia : Ecor Ediciones, 2009. pág. 190.
30. **LEURO Martinez, Leonardo y SANCHEZ Rodriguez, Leonardo Andres. 2015.** *Influencia del abatamiento del nivel freatico en el factor de seguridad para la estabilidad de taludes.* Universidad La Gran Colombia, Bogota - Colombia : 2015.
31. **Manual de Carreteras: DG. 2018.** *Ministerio de Transportes y Comunicaciones.* Lima - Perú : s.n., 2018.

32. **MATA. 1999.** *investigación científica.* 1999.
33. **MINERO, INSTITUTO GEOLOGICO. 1985.** *Manual de Taludes.* España : s.n., 1985. pág. 188.
34. **NTP CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes. 2012.** *Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento.* Lima : s.n., 2012.
35. **NTP E.030 Diseño de sismorresistente. 2018.** *Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento.* Lima - Perú : El peruano, 2018.
36. **RICO Rodríguez, Alfonso. 1976.** *La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres (volumen 1).* Mexico DF : s.n., 1976.
37. **RUIZ, Carlos. 2013.** *Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa.* Houston-Estados Unidos : BookBaby, 2013.
38. **SABINO, Carlos. 1992.** *El proceso de invetigacion.* Caracas : Panamericana, Bogota, Ed. Lumen, Buenos Aires., 1992.
39. **SEVERINO Rivera, Betsy. 2015.** *Riesgo de taludes y terraplenes en obras lineales de la Republica Dominicana.* Universidad Politécnica de Madrid , Madrid - España : 2015.
40. **SILVA Quesquen, Paul Alexander. 2018.** *Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesat de solución con muros anclados en la carretera Las Pirias-Cajamarca,2018.* Universidad César Vallejo, Lima : 2018.
41. **SUAREZ Burgoa, Ludger Oswaldo. 2016.** *Análisis de estabilidad de taludes.* Bolivia : Copyright, 2016. pág. 22.
42. **SUAREZ Diaz, Jaime. 2009.** *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Colombia : Publicaciones UIS, 2009.

ANEXOS

ANEXO -1 Matriz de operacionalización de variables

Título: Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021

Autor: Bach. Arce Mamani Mayuri Daniddsan

Variables de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
V 1. Métodos de equilibrio limite	Suarez (1998) los parámetros utilizados son la topografía del talud, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario, niveles freáticos y cargas externas para poder obtener el factor de seguridad .	El método de equilibrio limite se operacionaliza en desarrollo de sus dimensiones que son los métodos de cálculo como Bishop Simplificado, Morgenstern-Price y Fellenius y cada una de estas dimensiones se divide en tres indicadores.	D1: Método de Bishop simplificado	I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico	Razón
			D2: Método de Morgenstern - Price	I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico	
			D3: Método de Fellenius	I1: Cohesión I2: Ángulo de fricción I3: Peso específico	
V 2. Estabilidad de taludes de corte	Suarez (2009), es la masa estable de tierra o rocas que representa una pendiente, cuando existen fuerzas resistentes o las fuerzas de gravedad, y este talud es conformado artificialmente por lo cual es llamado talud de corte.	La estabilidad de talud de corte se desarrollará de acuerdo a sus indicadores de cálculo como son: ángulo de inclinación, tipo de falla y factor de seguridad	D1: Geometría de la sección	I1: Altura I2: Pendiente I3: Ángulo de talud	Intervalo
			D2: Tipo de falla	I1: Falla rotacional I2: Falla traslacional I3: Falla compuesta	
			D3: Factor de seguridad	I1: Estático I2: Pseudo Estático	

ANEXO -2 Matriz de consistencia

Título: Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021

Autor: Bach. Arce Mamani Mayuri Daniddsan

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo General	Hipótesis General					Tipo de investigación: aplicada
¿Cuánto es la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?	Determinar la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	la estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es inadecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	V1. Métodos de equilibrio limite	D1: simplificado Bishop D2: Morgenstern-Price D3:Fellenius	I1: Cohesión I2: Angulo de fricción I3: Peso específico I1: Cohesión I2: Angulo de fricción I3: Peso específico I1: Cohesión I2: Angulo de fricción I3: Peso específico		Enfoque de investigación cuantitativo Diseño de investigación no experimental
Problema Específico:	Objetivo Específico:	Hipótesis Especifico					Nivel de la investigación: explicativo
¿Cuánto es la geometría de sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?	Cuantificar la geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	La geometría de la sección de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es adecuada, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	V2. Estabilidad de taludes de corte	D1: Geometría de la sección D2: Tipo de falla D3: Factor de seguridad	I1: Altura I2: Pendiente I3: Angulo de talud I1: Falla rotacional I2: Falla traslacional I3: Falla compuesta I1: Estático I2: Pseudo Estático	Ficha recopilación de datos	Población: 10 taludes Muestra: 3 taludes Muestreo: no probabilístico Técnica: observación directa Instrumento: recopilación de datos
¿Cuál es el tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?	Identificar el tipo de falla en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	El tipo de falla de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es traslacional, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					
¿Cuánto es el factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021?	Calcular el factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021	El factor de seguridad en taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio limite en zonas de selva alta es baja, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					

ANEXO - 3

INSTRUMENTO DE VALIDACION DE DATOS

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO:	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					
AUTOR:	Bach. Mayuri Daniddsan Arce Mamani					
I INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN						
DISTRITO	San Gabán			ALTITUD	630 m.s.n.m	
PROVINCIA	Carabaya			LATITUD	13°26'19"	
REGION	Puno			LONGITUD	70°24'9"	
II BISHOP SIMPLIFICADO						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
III MORGENSTEN - PRICE						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
IV FELLENIUS						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
V GEOMETRIA DE LA SECCIÓN						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo del talud	°
VI TIPO DE FALLA						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII FACTOR DE SEGURIDAD						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo Estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Ramos Valle Kerwin		Luque Condori Edgar David		Ochochoque Condori Juan Pastor	
PROFESION	Ingeniero Civil		Ingeniero Geologo		Ingeniero Topografo y agrimensor	
REGISTRO CIP N°	180981		169000		246282	
PUNTAJE INDIVIDUAL	1		1		1	
PUNTAJE GENERAL	1					

Rango y magnitudes de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Herrera (1998)

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					
AUTOR:	Bach. Mayuri Daniddsan Arce Mamani					EXPERTO
I INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN						
DISTRITO	San Gabán		ALTITUD	630 m.s.n.m		
PROVINCIA	Carabaya		LATITUD	13°26'19"		
REGION	Puno		LONGITUD	70°24'9"		
II BISHOP SIMPLIFICADO						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3	
III MORGENSTEN - PRICE						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3	
IV FELLENIUS						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3	
V GEOMETRIA DE LA SECCIÓN						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Altura	m	Pendiente	%	Angulo del talud	°	
VI TIPO DE FALLA						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional	
VII FACTOR DE SEGURIDAD						
Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und	
Estático	Adimensional	Pseudo Estático	Adimensional			
APELLIDOS Y NOMBRES	Ramos Valle Kerwin					
PROFESION	Ingeniero Civil					
REGISTRO CIP N°	180981					
EMAIL	krv.civil@gmail.com					
TELEFONO	987136614					

Rango y magnitudes de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Herrera (1998)


Kerwin Ramos Valle
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 180981

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					
AUTOR:	Bach. Mayuri Daniddsan Arce Mamani					EXPERTO
I INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN						
DISTRITO	San Gabán		ALTITUD	630 m.s.n.m		
PROVINCIA	Carabaya		LATITUD	13°26'19"		
REGION	Puno		LONGITUD	70°24'9"		
II BISHOP SIMPLIFICADO						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
III MORGENSTEN - PRICE						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
IV FELLENIUS						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
V GEOMETRIA DE LA SECCIÓN						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo del talud	°
VI TIPO DE FALLA						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII FACTOR DE SEGURIDAD						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo Estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	LUQUE CONDORI EDGAR DAVID					
PROFESION	ING. GEOLOGO					
REGISTRO CIP N°	169000					
EMAIL	luque.condori@yahoo.es					
TELEFONO	918802094					

1

1

1

1

1

1

7

7

1

Rango y magnitudes de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Herrera (1998)



Edgar David Luque Condori
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. N° 169000

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO:	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021					
AUTOR:	Bach. Mayuri Daniddsan Arce Mamani					EXPERTO
I INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN						
DISTRITO	San Gabán	ALTITUD	630 m.s.n.m			
PROVINCIA	Carabaya	LATITUD	13°26'19"			
REGION	Puno	LONGITUD	70°24'9"			
II BISHOP SIMPLIFICADO						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
III MORGENSTEN - PRICE						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
IV FELLENIUS						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	°	Peso especifico	gr/cm3
V GEOMETRIA DE LA SECCIÓN						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo del talud	°
VI TIPO DE FALLA						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII FACTOR DE SEGURIDAD						
	Indicador 1	Und	Indicador 2	Und	Indicador 3	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo Estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	OCHOCHOQUE CONDORI JUAN PASTOR					
PROFESION	ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR					
REGISTRO CIP N°	246282					
EMAIL	brandcoñ.8@hotmail.com					
TELEFONO	916885491					

1
1
1
1
1
1
1
7
7
1

Rango y magnitudes de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Herrera (1998)



Juan Pastor Ochochoque Condori

Juan Pastor Ochochoque Condori
INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR
CIP. N° 246282

ANEXO – 4

CERTIFICADO DE LOS ENSAYOS



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

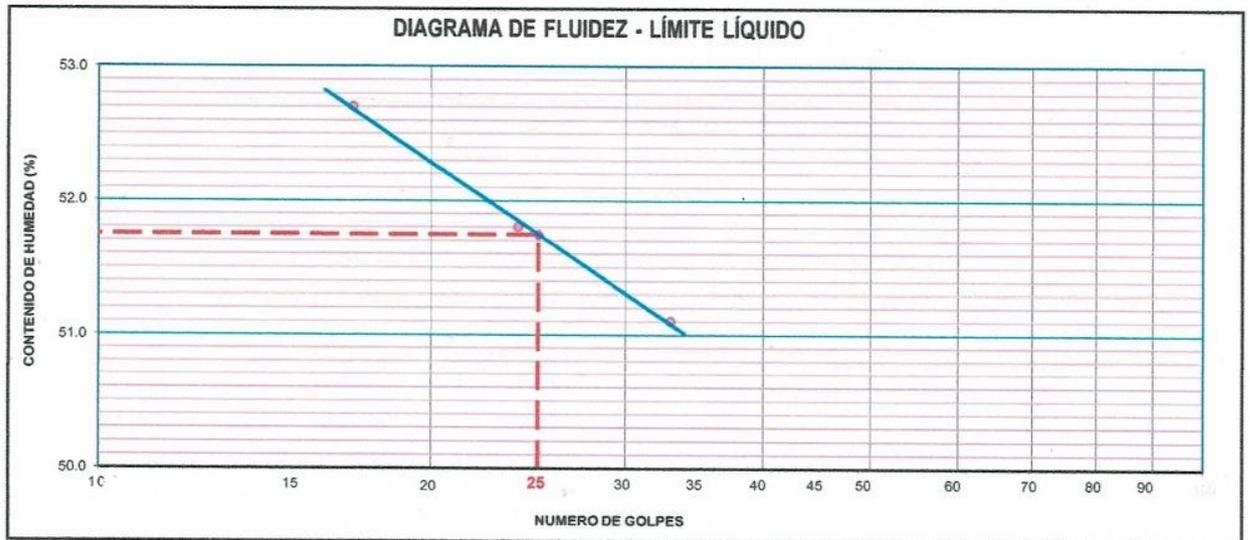
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI	
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE : 355980.51
PROGRESIVA	: KM323+530 - KM 323+606		NORTE : 8525077.22
	NIVEL FREÁTICO : -.-	COTA : 480.68 m.s.n.m.	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)				
Nro. DE TARA	n°	LC - 16	LC - 17	LC - 18
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	68.54	61.67	63.42
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.82	56.36	57.36
MASA DE AGUA	[g]	7.72	5.31	6.06
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.64	10.25	11.86
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.70	51.80	51.10
NUMERO DE GOLPES	n°	17	24	33

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)				
Nro. DE TARA		LC - 19	LC - 20	
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.11	49.34	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.23	48.35	
MASA DE AGUA	[g]	0.88	0.99	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.57	2.86	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	34.20	34.40	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	52.00
LIMITE PLASTICO	34.00
INDICE DE PLASTICIDAD	18.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 01	NIVEL FREÁTICO	: -.-
PROGRESIVA	: KM 323+530 - KM 323+606	COORDENADAS	
		ESTE	: 355980.51
		NORTE	: 8525077.22
		COTA	: 480.68 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 14	CH - 15	CH - 16
Masa Tara	[g]	81.53	90.34	87.42
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	658.30	728.52	621.45
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	468.21	520.39	447.12
Masa Agua	[g]	190.09	208.13	174.33
Masa Suelo Seco	[g]	386.68	430.05	359.70
Contenido de Humedad	[g]	49.16	48.40	48.47
PROMEDIO	(%)	48.7		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LC MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
CNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

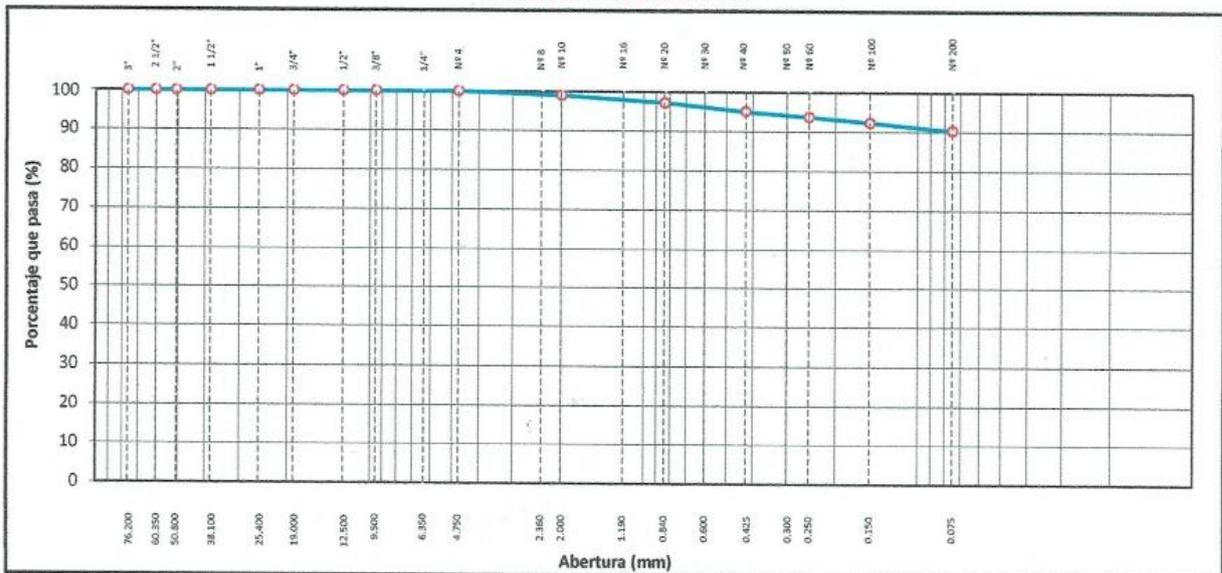
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

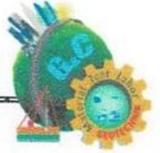
TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE:	BACH. MAYURI DANIDDSAN
CALICATA	: C - 01		ARCE MAMANI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROGRESIVA	: KM323+530 - KM323+606	NIVEL FREÁTICO	: -,-
		COORDENADAS	
		ESTE	: 355980.51
		NORTE	: 8525077.22
		COTA	: 480.68 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 353.0 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 353.0 gr.
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%): 48.7
3 in	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : N° 8
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): 52.00
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): 34.00
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): 18.00
1 in	25.400						Clasificación (SUCS): MH
3/4 in	19.000						Clasificación (AASHTO): A-7-5 (20)
1/2 in	12.500						Índice de Consistencia: 0.18
3/8 in	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6.350						Descripción (AASHTO): MALO
N° 4	4.750						Descripción (SUCS): Limo de alta plasticidad
N° 8	2.360				100.00		Materia Orgánica:
N° 10	2.000	3.67	1.04	1.04	98.96		Turba: --
N° 16	1.190						CU: 0.000 CC: 0.000
N° 20	0.840	6.21	1.76	2.80	97.20		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 30	0.600						Grava > 2": 0.00
N° 40	0.425	7.94	2.25	5.05	94.95		Grava 2" - N° 4: 0.00
N° 50	0.300						Arena N°4 - N° 200: 9.84
N° 60	0.250	4.70	1.33	6.38	93.62		Finos < N° 200: 90.16
N° 100	0.150	4.76	1.35	7.73	92.27		%>3": 0.0%
N° 200	0.075	7.46	2.11	9.84	90.16		
< N° 200	FONDO	1.00	0.28	10.12	89.88		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

NORMATIVA NTP 339.139-1999 (Revisada el 2019)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_M DAM-03/22-002-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE
CALICATA	: C - 01	MAMANI
MUESTRA	: M - 01	TAMAÑO MÁXIMO : N° 8
PROGRESIVA	: KM323+530 - KM323+606	NIVEL FREÁTICO : -
		COORDENADAS
		ESTE : 355980.51
		NORTE : 8525077.22
		COTA : 480.68 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE RESULTADOS
CLASIF. SUCS : MH	DENSIDAD DE MASA HUMEDA : 1.82 Mg/m ³
CLASIF. AASHTO : A-7-5 (20)	DENSIDAD DE MASA SECA : 1.22 Mg/m ³
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad	CONTENIDO DE HUMEDAD : 49.41 %

MÉTODO DE INMERSIÓN EN AGUA

DATOS				MUESTRA	
				A	B
1	Masa del espécimen de Suelo	m _s	[g.]	749.20	615.56
2	Masa del espécimen cubierto de cera	m _w	[g.]	794.70	659.54
3	Masa del espécimen después de llenarse los vacios superficiales	m _r	[g.]	792.64	658.02
4	Masa aparente de espécimen suspendido en Agua	m _g	[g.]	383.14	318.64
5	Densidad de la cera parafinada	ρ _p	[g/cm ³]	0.83	0.83
6	Volumen del espécimen de prueba	v _s	[cm ³]	409.08	339.07
7	Densidad de masa del espécimen	ρ	[Mg/m ³]	1.831	1.815
8	Densidad de masa del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ	[Mg/m³]	1.82	
9	Densidad de Seca del espécimen	ρ _d	[Mg/m ³]	1.224	1.211
10	Densidad de Seca del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ_d	[Mg/m³]	1.22	

CONTENIDO DE HUMEDAD

DATOS		A	B	C
1	N° Tara	CH - 04	CH - 05	CH - 06
2	Peso Tara	[g]	63.05	63.70
3	Peso Tara + Suelo Humedo	[g]	456.01	462.83
4	Peso Tara + Suelo Seco	[g]	325.71	329.95
5	Peso Agua	[g]	130.30	132.88
6	Peso Suelo Seco	[g]	262.66	266.25
7	Contenido de Humedad	[%]	49.61	49.91
8	% de Humedad	[%]	49.41	

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE : MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDMAM-03/22-56-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE :	BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO :	Nº 8
MUESTRA	: M - 01	NIVEL FREÁTICO :	-,-
PROGRESIVA	: KM323+530 - KM323+606	COORDENADAS	ESTE : 355980.51 NORTE : 8525077.22 COTA : 480.68 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	MH	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-7-5 (20)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5.09		5.09		5.09	
Area (A)	(cm²)	25.91		25.91		25.91	
Densidad Seca (γd)	(g/cm³)	1.215		1.222		1.227	
Humedad (w)	%	49.61	52.32	49.91	51.51	48.70	50.10
Esfuerzo Normal	(kg/cm²)	0.50		1.00		2.00	

Deformac.T angencial (mm.)	ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm2]			ESPECIMEN 02 [1kg/cm2]			ESPECIMEN 03 [2kg/cm2]		
	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.13	0.50	0.500	0.02	0.13	1.00	1.000	0.04	0.13	2.50
0.25	1.50	1.500	0.06	0.25	2.50	2.500	0.10	0.25	5.50
0.38	2.50	2.500	0.10	0.38	3.00	3.000	0.12	0.38	6.50
0.51	2.50	2.500	0.10	0.51	3.50	3.500	0.14	0.51	7.50
0.64	2.50	2.500	0.10	0.64	3.50	3.500	0.14	0.64	7.50
0.76	2.50	2.500	0.10	0.76	4.00	4.000	0.15	0.76	8.50
0.89	3.50	3.500	0.14	0.89	5.50	5.500	0.21	0.89	9.00
1.02	3.50	3.500	0.14	1.02	6.00	6.000	0.23	1.02	10.50
1.14	4.00	4.000	0.15	1.14	6.00	6.000	0.23	1.14	12.00
1.27	4.00	4.000	0.15	1.27	7.00	7.000	0.27	1.27	12.00
1.52	4.50	4.500	0.17	1.52	8.00	8.000	0.31	1.52	12.00
1.78	5.50	5.500	0.21	1.78	8.00	8.000	0.31	1.78	12.50
2.03	6.00	6.000	0.23	2.03	8.00	8.000	0.31	2.03	14.00
2.29	6.50	6.500	0.25	2.29	8.50	8.500	0.33	2.29	14.00
2.54	7.00	7.000	0.27	2.54	8.50	8.500	0.33	2.54	14.00
3.18	7.00	7.000	0.27	3.18	8.50	8.500	0.33	3.18	14.50
3.81	7.00	7.000	0.27	3.81	8.50	8.500	0.33	3.81	15.00
4.45	6.50	6.500	0.25	4.45	8.50	8.500	0.33	4.45	15.00
5.08	6.50	6.500	0.25	5.08	8.50	8.500	0.33	5.08	15.00
5.72	6.50	6.500	0.25	5.72	8.50	8.500	0.33	5.72	15.00
6.35	6.00	6.000	0.23	6.35	8.50	8.500	0.33	6.35	17.00
6.99	6.00	6.000	0.23	6.99	8.50	8.500	0.33	6.99	17.00
7.62	6.00	6.000	0.23	7.62	8.50	8.500	0.33	7.62	17.00
8.26	6.00	6.000	0.23	8.26	8.50	8.500	0.33	8.26	17.00
8.89	6.00	6.000	0.23	8.89	8.50	8.500	0.33	8.89	17.00
9.53	4.50	4.500	0.17	9.53	8.50	8.500	0.33	9.53	17.00
10.16	4.50	4.500	0.17	10.16	8.00	8.000	0.31	10.16	17.00

Observaciones : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Maryuri Danidssan Arce Mamani
Bach. I.C. MARYURI DANIDSSAN ARCE MAMANI
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION
Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 4739150

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luz Gomez Calla
ING. ALEX LUZ GOMEZ CALLA
CIP DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

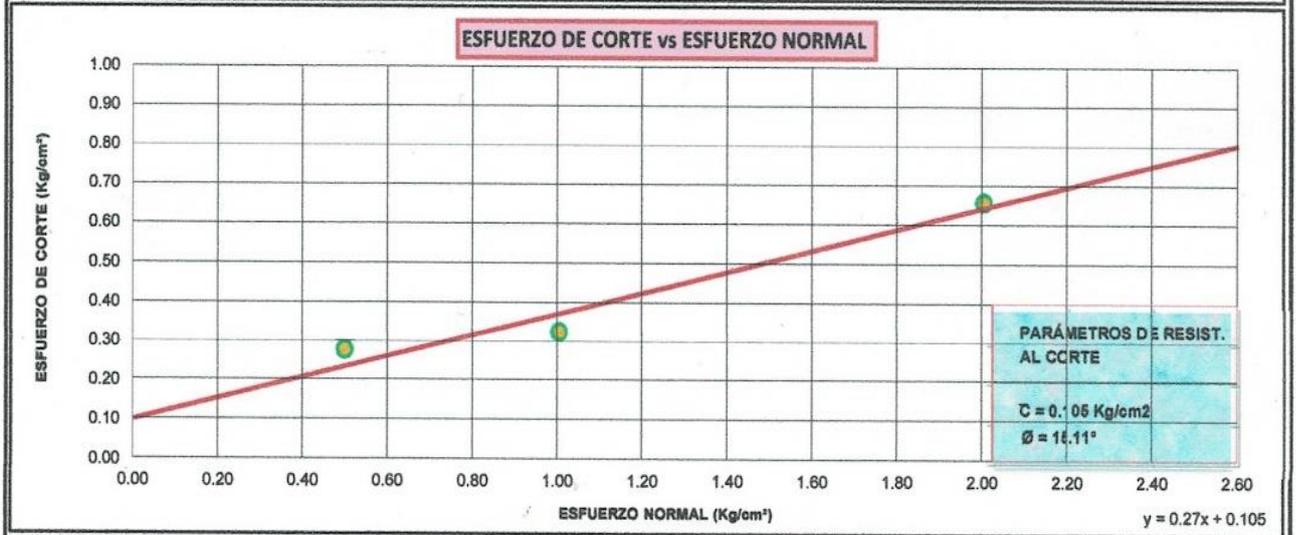
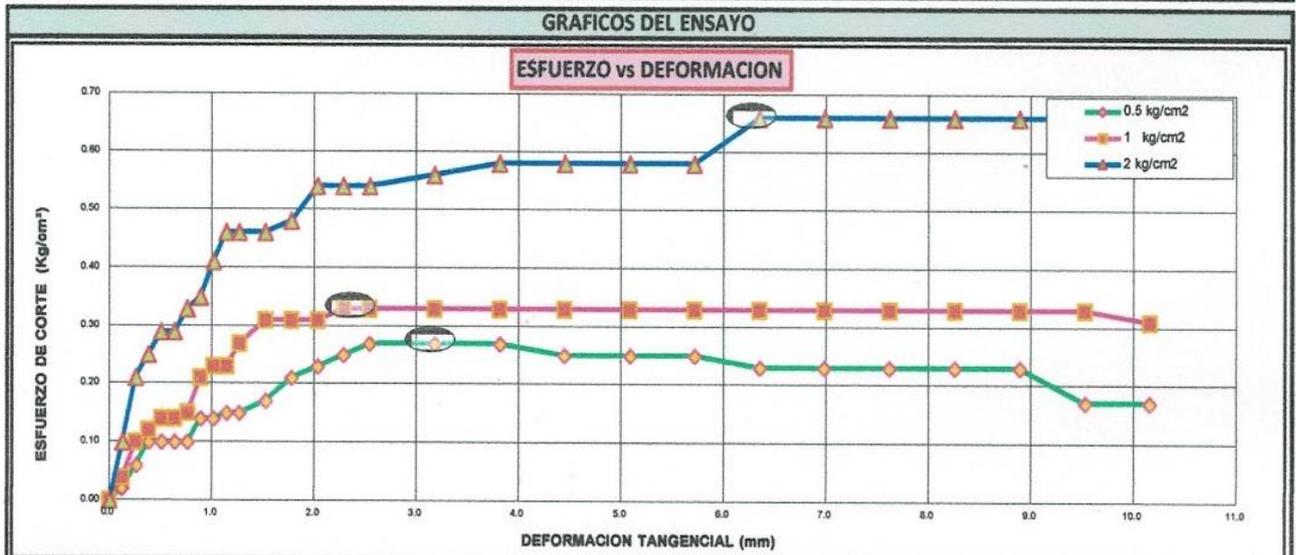
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 01	NIVEL FREÁTICO	: -.-
PROFUND.	: KM323+530 - KM323+606	COORDENADAS	
		ESTE	: 355980.51
		NORTE	: 8525077.22
		COTA	: 480.68 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	MH	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-7-5 (20)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas



Observaciones :

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Maryuri
Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 4738038

Alex
ING. ALEX LUIS GONZALEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

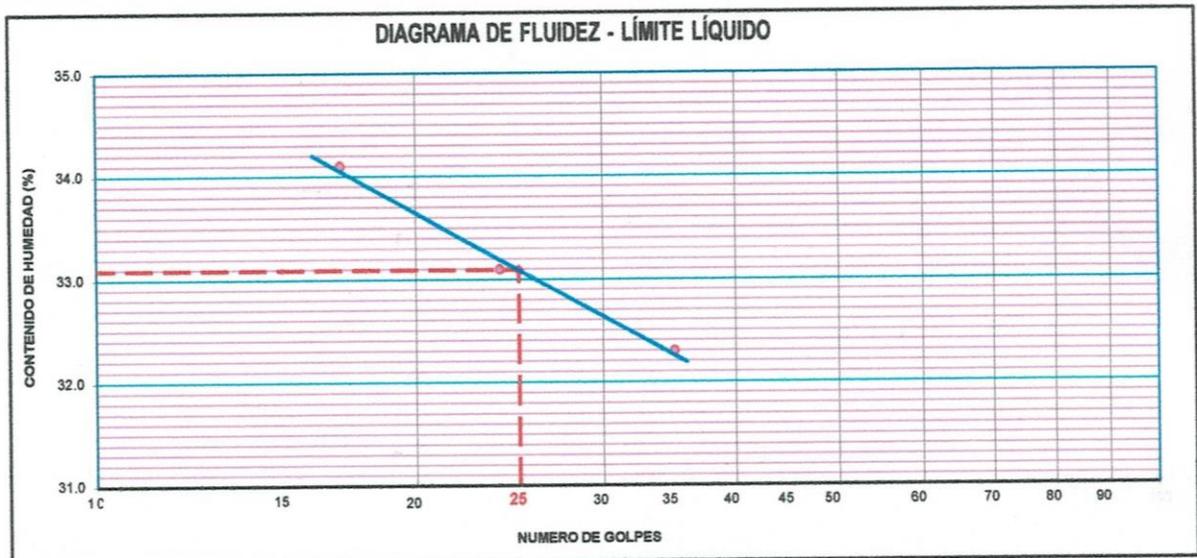
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-03-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	COORDENADAS
CALICATA	: C - 02	
MUESTRA	: M - 02	ESTE : 358318.35
PROGRESIVA	: KM330+792 - KM330+835	NORTE : 8528161.56
	TAMANO MÁXIMO : 1 in	COTA : 453.72 m.s.n.m.
	NIVEL FREÁTICO : -.-	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 26	LC - 27	LC - 28	
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	46.09	46.45	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.44	60.66	60.88	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.68	57.04	57.36	
MASA DE AGUA	[g]	3.76	3.62	3.52	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.02	10.95	10.91	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.10	33.10	32.30	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	24	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 29	LC - 30		
MASA DE LA TARA	[g]	46.52	46.61		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.85	49.68		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.10	48.99		
MASA DE AGUA	[g]	0.75	0.69		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.58	2.38		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.10	29.00		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	33.00
LIMITE PLASTICO	29.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

Bach. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CNE - 47136310

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDAM-03/22-03-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 1 in
MUESTRA	: M - 02	NIVEL FREÁTICO	: -,-
PROGRESIVA	: KM330+792 - KM330+835	COORDENADAS	
		ESTE	: 358318.35
		NORTE	: 8528161.56
		COTA	: 453.72 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 18	CH - 19	CH - 20
Masa Tara	[g]	73.86	74.38	73.53
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	433.30	446.20	502.30
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	362.60	372.80	416.80
Masa Agua	[g]	70.70	73.40	85.50
Masa Suelo Seco	[g]	288.74	298.42	343.27
Contenido de Humedad	[g]	24.49	24.60	24.91
PROMEDIO	(%)	24.7		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136720

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

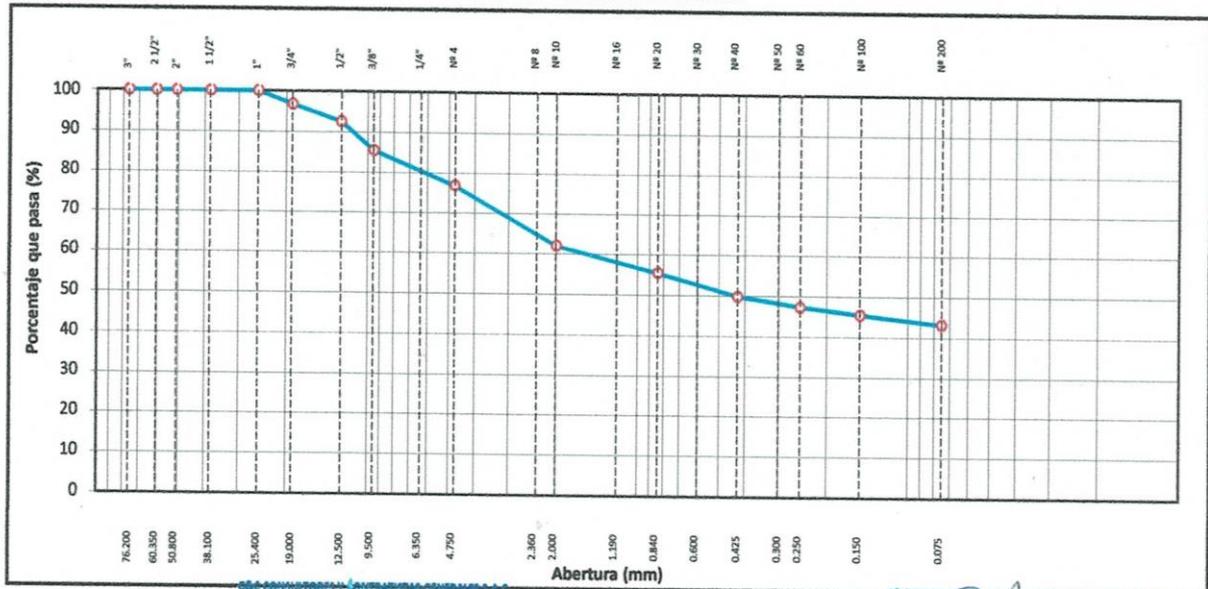
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-03-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022
DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	C - 02	
MUESTRA	M - 02	COORDENADAS ESTE NORTE COTA
PROGRESIVA	KM330+792 - KM330+835	
	TAMAÑO MÁXIMO : 1 in	
	NIVEL FREÁTICO : -.-	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2210 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						
6 in	152.400						
5 in	127.000						Masa inicial seco : 498.8 gr.
4 in	101.600						Masa Global : 498.8 gr.
3 in	76.200						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
2 1/2 in	60.350						Contenido de Humedad (%) : 24.7
2 in	50.800						TAMAÑO MÁXIMO : 1 in
1 1/2 in	38.100						Límite Líquido (LL): 33.00
1 in	25.400				100.00		Límite Plástico (LP): 29.00
3/4 in	19.000	16.14	3.24	3.24	96.76		Índice Plástico (IP): 4.00
1/2 in	12.500	21.14	4.24	7.47	92.53		Clasificación (SUCS) : SM
3/8 in	9.500	35.22	7.06	14.54	85.46		Clasificación (AASHTO) : A-4 (0)
1/4 in	6.350						Índice de Consistencia : 2.08
Nº 4	4.750	43.07	8.64	23.17	76.83		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 8	2.360						Descripción (AASHTO): REG-MALO
Nº 10	2.000	73.83	14.80	37.97	62.03		Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	32.73	6.56	44.54	55.46		Materia Orgánica :
Nº 30	0.600						Turba : -
Nº 40	0.425	27.91	5.60	50.13	49.87		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 50	0.300						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 60	0.250	12.21	2.45	52.58	47.42		Grava > 2" : 0.00
Nº 100	0.150	9.20	1.84	54.42	45.58		Grava 2" - Nº 4 : 23.17
Nº 200	0.075	11.62	2.33	56.75	43.25		Arena Nº4 - Nº 200 : 33.58
< Nº 200	FONDO	1.00	0.20	56.96	43.04		Finos < Nº 200 : 43.25
							%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Maryuri
Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 67126793

Alex
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP : 209176

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

NORMATIVA NTP 339.139-1999 (Revisada el 2019)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-003-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE
CALICATA	: C - 02		MAMANI
MUESTRA	: M - 02	TAMAÑO MÁXIMO	: 1 in.
PROGRESIVA	: KM330+792 - KM330+835	NIVEL FREÁTICO	: -
		COORDENADAS	
		ESTE	: 358318.35
		NORTE	: 8528161.56
		COTA	: 508.82 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE RESULTADOS
CLASIF. SUCS : MH	DENSIDAD DE MASA HUMEDA : 1.82 Mg/m ³
CLASIF. AASHTO : A-7-5 (20)	DENSIDAD DE MASA SECA : 1.50 Mg/m ³
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad	CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.95 %

MÉTODO DE INMERSIÓN EN AGUA					
DATOS				MUESTRA	
				A	B
1	Masa del espécimen de Suelo	m _s	[g.]	983.63	798.63
2	Masa del espécimen cubierto de cera	m _w	[g.]	1018.90	832.30
3	Masa del espécimen después de llenarse los vacíos superficiales	m _r	[g.]	1018.90	830.16
4	Masa aparente de espécimen suspendido en Agua	m _g	[g.]	479.93	389.98
5	Densidad de la cera parafinada	ρ _p	[g/cm ³]	0.83	0.83
6	Volumen del espécimen de prueba	v _s	[cm ³]	538.97	439.74
7	Densidad de masa del espécimen	ρ	[Mg/m ³]	1.825	1.816
8	Densidad de masa del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ	[Mg/m³]	1.82	
9	Densidad de Seca del espécimen	ρ _d	[Mg/m ³]	1.510	1.500
10	Densidad de Seca del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ_d	[Mg/m³]	1.50	

CONTENIDO DE HUMEDAD				
DATOS		A	B	C
1	N° Tara	CH - 07	CH - 08	CH - 09
2	Peso Tara	[g]	48.42	48.98
3	Peso Tara + Suelo Humedo	[g]	181.33	182.79
4	Peso Tara + Suelo Seco	[g]	158.36	159.47
5	Peso Agua	[g]	22.97	23.32
6	Peso Suelo Seco	[g]	109.94	110.49
7	Contenido de Humedad	[%]	20.89	21.11
8	% de Humedad	[%]	20.95	

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 4793039

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDM-03/22-03-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD		
CALICATA	: C - 02		
MUESTRA	: M - 02		
PROGRESIVA	: KM330+792 - KM330+835		
SOLICITANTE		: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI	
TAMANO MÁXIMO		: 1 in	
NIVEL FREÁTICO		: -,-	
COORDENADAS		: ESTE : 358318.35 NORTE : 8528161.56 COTA : 453.72 m.s.n.m.	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (0)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5.09		5.09		5.09	
Area (A)	(cm²)	25.91		25.91		25.91	
Densidad Seca (yd)	(g/cm³)	1.504		1.513		1.510	
Humedad (w)	%	20.89	23.13	21.11	23.34	20.86	23.12
Esfuerzo Normal	(kg/cm²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm2]				ESPECIMEN 02 [1kg/cm2]				ESPECIMEN 03 [2kg/cm2]			
Defomac.T angencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Defomac.T angencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Defomac.T angencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
0.13	2.00	2.000	0.08	0.13	4.50	4.500	0.17	0.13	10.50	10.500	0.41
0.25	2.50	2.500	0.10	0.25	7.00	7.000	0.27	0.25	10.50	10.500	0.41
0.38	3.00	3.000	0.12	0.38	8.00	8.000	0.31	0.38	11.50	11.500	0.44
0.51	3.00	3.000	0.12	0.51	8.50	8.500	0.33	0.51	12.00	12.000	0.46
0.64	3.00	3.000	0.12	0.64	9.00	9.000	0.35	0.64	13.00	13.000	0.50
0.76	3.00	3.000	0.12	0.76	9.50	9.500	0.37	0.76	14.50	14.500	0.56
0.89	3.00	3.000	0.12	0.89	10.00	10.000	0.39	0.89	15.50	15.500	0.60
1.02	3.00	3.000	0.12	1.02	10.50	10.500	0.41	1.02	16.50	16.500	0.64
1.14	3.00	3.000	0.12	1.14	10.50	10.500	0.41	1.14	17.00	17.000	0.66
1.27	3.00	3.000	0.12	1.27	10.50	10.500	0.41	1.27	18.00	18.000	0.69
1.52	3.50	3.500	0.14	1.52	11.50	11.500	0.44	1.52	19.50	19.500	0.75
1.78	3.50	3.500	0.14	1.78	12.00	12.000	0.46	1.78	20.50	20.500	0.79
2.03	3.50	3.500	0.14	2.03	12.00	12.000	0.46	2.03	21.00	21.000	0.81
2.29	3.50	3.500	0.14	2.29	12.50	12.500	0.48	2.29	21.50	21.500	0.83
2.54	4.00	4.000	0.15	2.54	13.00	13.000	0.50	2.54	22.00	22.000	0.85
3.18	4.00	4.000	0.15	3.18	14.00	14.000	0.54	3.18	23.00	23.000	0.89
3.81	5.00	5.000	0.19	3.81	14.50	14.500	0.56	3.81	24.50	24.500	0.95
4.45	6.00	6.000	0.23	4.45	15.00	15.000	0.58	4.45	25.50	25.500	0.98
5.08	6.50	6.500	0.25	5.08	15.50	15.500	0.60	5.08	26.00	26.000	1.00
5.72	7.00	7.000	0.27	5.72	16.00	16.000	0.62	5.72	26.50	26.500	1.02
6.35	7.50	7.500	0.29	6.35	16.50	16.500	0.64	6.35	27.00	27.000	1.04
6.99	8.50	8.500	0.33	6.99	16.00	16.000	0.62	6.99	28.00	28.000	1.08
7.62	8.50	8.500	0.33	7.62	15.50	15.500	0.60	7.62	28.50	28.500	1.10
8.26	7.50	7.500	0.29	8.26	15.50	15.500	0.60	8.26	29.00	29.000	1.12
8.89	6.00	6.000	0.23	8.89	15.50	15.500	0.60	8.89	29.00	29.000	1.12
9.53	4.00	4.000	0.15	9.53	15.50	15.500	0.60	9.53	29.50	29.500	1.14
10.16	2.50	2.500	0.10	10.16	15.50	15.500	0.60	10.16	29.00	29.000	1.12

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. L.C. MAYURI DANIDSSAN ARCE MAMANI
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCION: PUNO

ING. ALEX LLIN, GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 200174

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

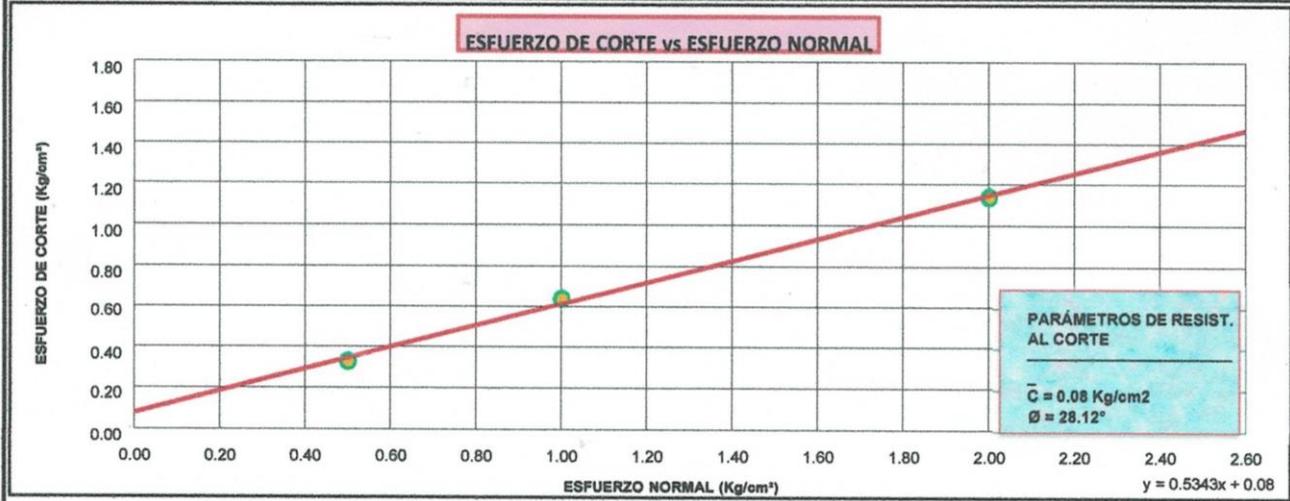
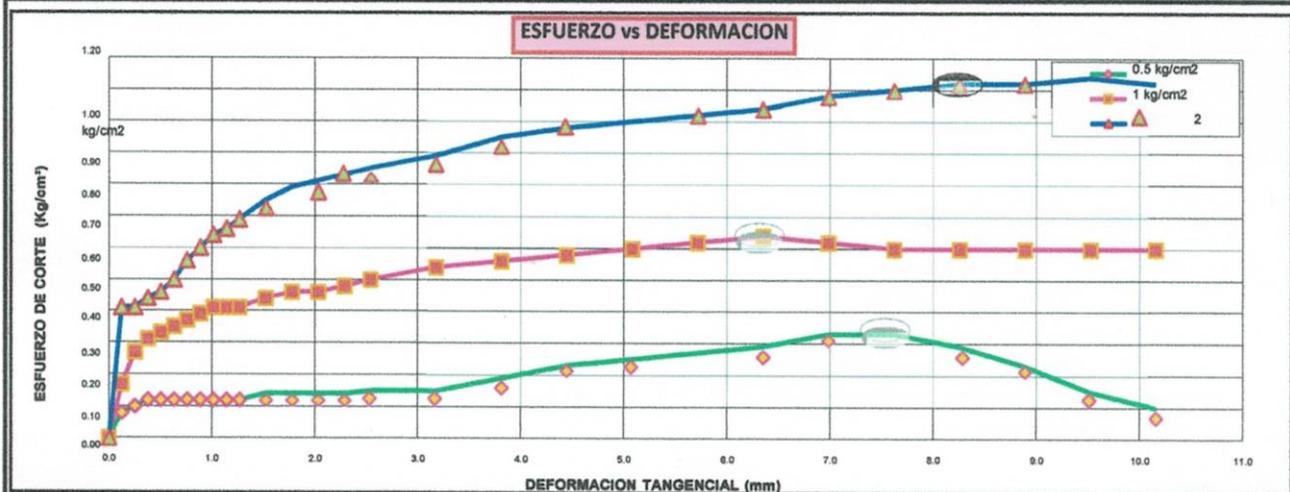
ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-03-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	ESTE : 358318.35
PROFUND.	: KM330+792 - KM330+835	NORTE : 8528161.56
	TAMANO MÁXIMO : 1 in	COTA : 453.72 m.s.n.m.
	NIVEL FREÁTICO : -.-	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (0)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

GRAFICOS DEL ENSAYO



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
Bach. LIC. MAYRY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 47191018

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 2059278



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

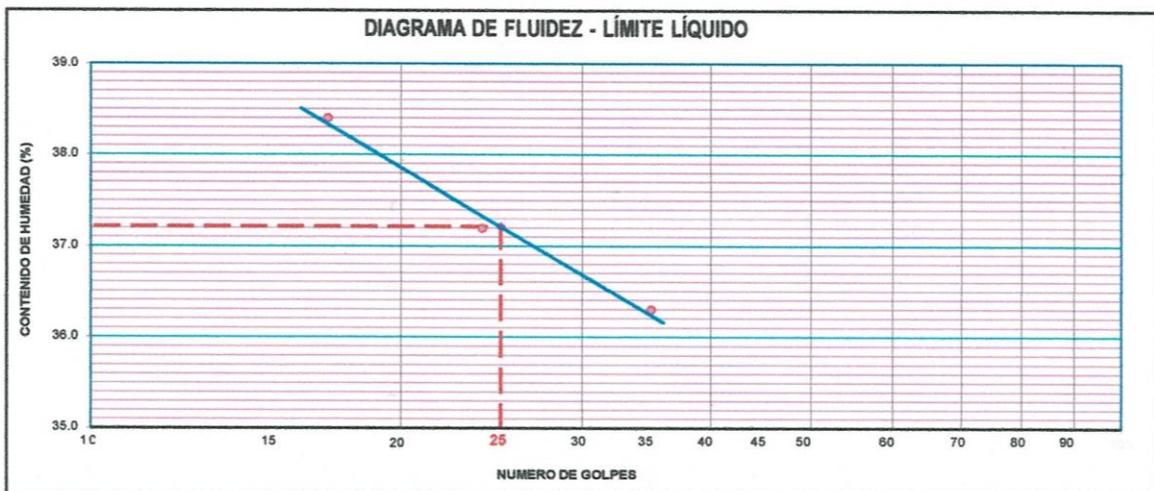
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 03	ESTE : 351987.27
PROGRESIVA	: KM346+976 - KM347+032	NORTE : 8539611.50
	TAMANO MÁXIMO : N° 8	COTA : 508.82 m.s.n.m.
	NIVEL FREÁTICO : -.-	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
MASA DE LA TARA	[g]	46.83	45.95	42.95	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.75	65.67	59.85	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.61	60.32	55.35	
MASA DE AGUA	[g]	4.14	5.35	4.5	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.78	14.37	12.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.40	37.20	36.30	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	24	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.31	51.82		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.38	51.16		
MASA DE AGUA	[g]	0.93	0.66		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.99	2.14		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	31.10	30.80		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	37.00
LIMITE PLASTICO	31.00
INDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Maryuri

Bach. LC- MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47134319

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luis Gomez Calla

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



DE LAS ROCAS INGS S.A.C.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 03	NIVEL FREÁTICO	: -.-
PROGRESIVA	: KM346+976 - KM347+032	COORDENADAS	
		ESTE	: 351987.27
		NORTE	: 8539611.50
		COTA	: 508.82 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 10	CH - 11	CH - 12
Masa Tara	[g]	76.71	72.05	76.71
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	385.98	489.74	464.75
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	307.38	381.36	363.94
Masa Agua	[g]	78.60	108.38	100.81
Masa Suelo Seco	[g]	230.67	309.31	287.23
Contenido de Humedad	[g]	34.07	35.04	35.10
PROMEDIO	(%)	34.7		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47188320

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

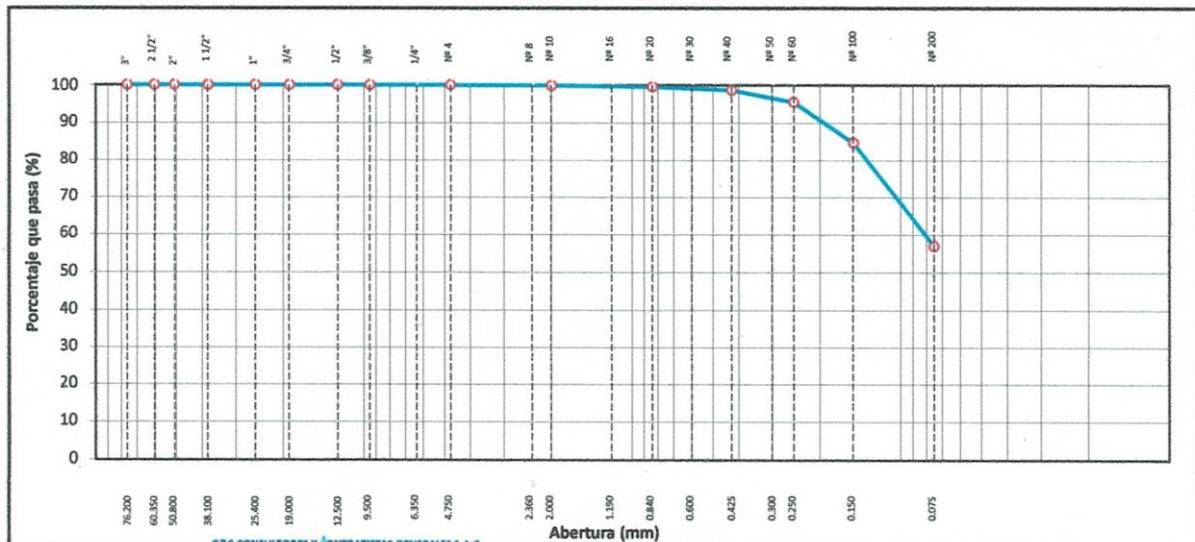
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_M DAM-03/22-56-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDECENCIA	TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN
CALICATA	C - 03	ARCE MAMANI
MUESTRA	M - 03	TAMANO MÁXIMO : N° 8
PROGRESIVA	KM346+976 - KM347+032	NIVEL FREÁTICO : -,-
		COORDENADAS
		ESTE : 351987.27
		NORTE : 8539611.50
		COTA : 508.82 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2497)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 498.1 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 498.1 gr.
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%) : 34.7
3 in	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : N° 8
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): 37.00
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): 31.00
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): 6.00
1 in	25.400						Clasificación (SUCS) : ML
3/4 in	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-4 (2)
1/2 in	12.500						Índice de Consistencia : 0.38
3/8 in	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6.350						Descripción (AASHTO): REG-MALO
N° 4	4.750						Descripción (SUCS): Limo arenoso de baja plasticidad
N° 8	2.360				100.00		Materia Orgánica :
N° 10	2.000	0.56	0.11	0.11	99.89		Turba : --
N° 16	1.190						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 20	0.840	1.49	0.30	0.41	99.59		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
N° 40	0.425	4.33	0.87	1.28	98.72		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 50	0.300						Arena N°4 - N° 200 : 43.06
N° 60	0.250	15.82	3.18	4.46	95.54		Finos < N° 200 : 56.94
N° 100	0.150	53.68	10.78	15.23	84.77		%>3" : 0.0%
N° 200	0.075	138.60	27.82	43.06	56.94		
< N° 200	FONDO	1.00	0.20	43.26	56.74		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. LC^a MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DRI - 4732939

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

NORMATIVA NTP 339.139-1999 (Revisada el 2019)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-001-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE
CALICATA	: C - 03		MAMANI
MUESTRA	: M - 03	TAMAÑO MÁXIMO	: N° 8
PROGRESIVA	: KM 346+976 - : KM347+032	NIVEL FREÁTICO	: -
		COORDENADAS	
		ESTE	: 351987.27
		NORTE	: 8539611.50
		COTA	: 508.82 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CUADRO DE RESULTADOS
CLASIF. SUCS : ML	DENSIDAD DE MASA HUMEDA : 1.84 Mg/m ³
CLASIF. AASHTO : A-4 (2)	DENSIDAD DE MASA SECA : 1.36 Mg/m ³
DESCRIP. SUCS : Limo arenoso de baja plasticidad	CONTENIDO DE HUMEDAD : 35.08 %

MÉTODO DE INMERSIÓN EN AGUA					
DATOS				MUESTRA	
				A	B
1	Masa del espécimen de Suelo	m _s	[g.]	924.57	846.56
2	Masa del espécimen cubierto de cera	m _w	[g.]	938.88	861.93
3	Masa del espécimen después de llenarse los vacios superficiales	m _f	[g.]	936.11	860.87
4	Masa aparente de espécimen suspendido en Agua	m _g	[g.]	435.16	396.45
5	Densidad de la cera parafinada	ρ _p	[g/cm ³]	0.83	0.83
6	Volumen del espécimen de prueba	V _s	[cm ³]	500.38	464.20
7	Densidad de masa del espécimen	ρ	[Mg/m ³]	1.848	1.824
8	Densidad de masa del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ	[Mg/m³]	1.84	
9	Densidad de Seca del espécimen	ρ _d	[Mg/m ³]	1.366	1.350
10	Densidad de Seca del espécimen Promedio (0.01Mg/m³)	ρ_d	[Mg/m³]	1.36	

CONTENIDO DE HUMEDAD				
DATOS		A	B	C
1	N° Tara	CH - 01	CH - 02	CH - 03
2	Peso Tara [g]	42.49	47.78	48.46
3	Peso Tara + Suelo Humedo [g]	172.10	182.04	182.28
4	Peso Tara + Suelo Seco [g]	138.31	147.20	147.64
5	Peso Agua [g]	33.79	34.84	34.64
6	Peso Suelo Seco [g]	95.82	99.42	99.18
7	Contenido de Humedad [%]	35.26	35.04	34.93
8	% de Humedad [%]	35.08		

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N°	: T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha	: 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD		
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE	: BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROGRESIVA	: KM346+976 - KM347+032	NIVEL FREÁTICO	: -,-
		COORDENADAS	
		ESTE	: 351987.27
		NORTE	: 8539611.50
		COTA	: 508.82 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (2)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5.09		5.09		5.09	
Area (A)	(cm ²)	25.91		25.91		25.91	
Densidad Seca (γ_d)	(g/cm ³)	1.344		1.357		1.353	
Humedad (w)	%	35.26	38.15	35.04	37.82	34.93	36.16
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm ²]				ESPECIMEN 02 [1kg/cm ²]				ESPECIMEN 03 [2kg/cm ²]			
Deformac. T angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformac. T angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Deformac. T angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
0.13	0.50	0.500	0.02	0.13	0.50	0.500	0.02	0.13	2.50	2.500	0.10
0.25	2.00	2.000	0.08	0.25	2.00	2.000	0.08	0.25	3.00	3.000	0.12
0.38	2.50	2.500	0.10	0.38	2.50	2.500	0.10	0.38	5.50	5.500	0.21
0.51	2.50	2.500	0.10	0.51	3.50	3.500	0.14	0.51	7.50	7.500	0.29
0.64	2.50	2.500	0.10	0.64	6.50	6.500	0.25	0.64	9.50	9.500	0.37
0.76	3.50	3.500	0.14	0.76	7.00	7.000	0.27	0.76	11.50	11.500	0.44
0.89	3.50	3.500	0.14	0.89	8.00	8.000	0.31	0.89	12.00	12.000	0.46
1.02	3.50	3.500	0.14	1.02	9.00	9.000	0.35	1.02	13.50	13.500	0.52
1.14	4.50	4.500	0.17	1.14	9.50	9.500	0.37	1.14	15.00	15.000	0.58
1.27	4.50	4.500	0.17	1.27	10.00	10.000	0.39	1.27	17.00	17.000	0.66
1.52	5.50	5.500	0.21	1.52	10.50	10.500	0.41	1.52	18.00	18.000	0.69
1.78	6.00	6.000	0.23	1.78	10.50	10.500	0.41	1.78	18.00	18.000	0.69
2.03	6.00	6.000	0.23	2.03	10.50	10.500	0.41	2.03	18.50	18.500	0.71
2.29	6.50	6.500	0.25	2.29	10.50	10.500	0.41	2.29	18.50	18.500	0.71
2.54	7.50	7.500	0.29	2.54	11.50	11.500	0.44	2.54	19.50	19.500	0.75
3.18	8.00	8.000	0.31	3.18	11.50	11.500	0.44	3.18	21.50	21.500	0.83
3.81	8.00	8.000	0.31	3.81	10.50	10.500	0.41	3.81	21.50	21.500	0.83
4.45	8.00	8.000	0.31	4.45	10.50	10.500	0.41	4.45	21.50	21.500	0.83
5.08	8.00	8.000	0.31	5.08	10.50	10.500	0.41	5.08	21.50	21.500	0.83
5.72	8.00	8.000	0.31	5.72	10.50	10.500	0.41	5.72	21.50	21.500	0.83
6.35	8.00	8.000	0.31	6.35	10.00	10.000	0.39	6.35	21.00	21.000	0.81
6.99	8.00	8.000	0.31	6.99	10.00	10.000	0.39	6.99	21.00	21.000	0.81
7.62	8.00	8.000	0.31	7.62	10.00	10.000	0.39	7.62	21.00	21.000	0.81
8.26	7.50	7.500	0.29	8.26	10.00	10.000	0.39	8.26	18.50	18.500	0.71
8.89	7.50	7.500	0.29	8.89	10.00	10.000	0.39	8.89	18.50	18.500	0.71
9.53	7.50	7.500	0.29	9.53	10.00	10.000	0.39	9.53	18.50	18.500	0.71
10.16	7.50	7.500	0.29	10.16	9.50	9.500	0.37	10.16	18.50	18.500	0.71

Observaciones : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

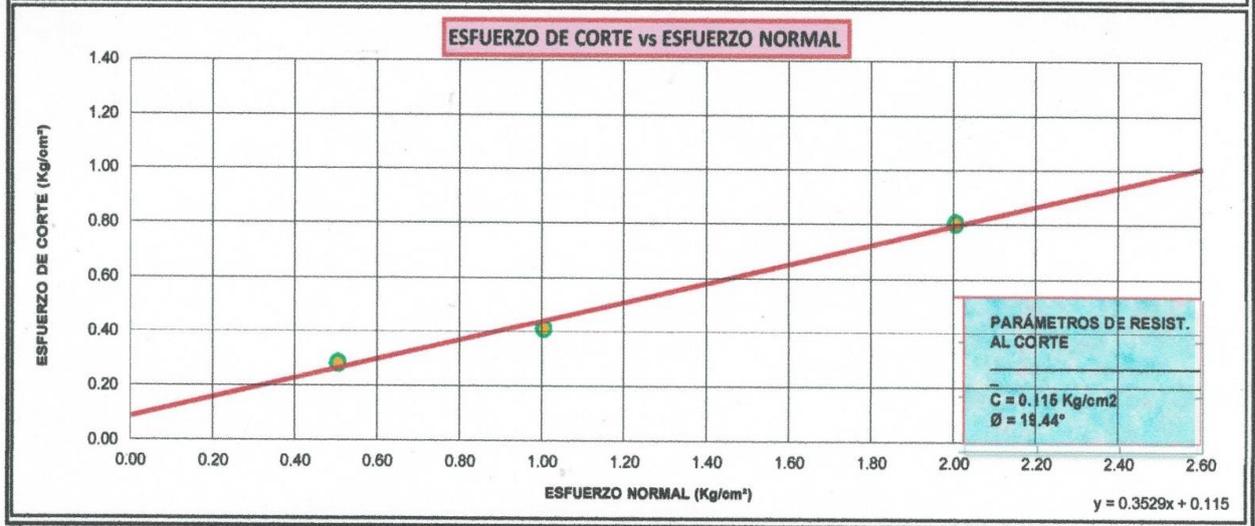
ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-11)

TESIS	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE EVALUADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE EN ZONAS DE SELVA ALTA, CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV, PUNO 2021.	Registro N° : T_UCV_MDAM-03/22-56-G&C
		Fecha : 25 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA INTEROCEANICA TRAMO IV - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. MAYURI DANIDDSAN ARCE MAMANI
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 03	ESTE : 351987.27
PROFUND.	: KM346+976 - KM347+032	NORTE : 8539611.50
	TAMANO MÁXIMO : N° 8	COTA : 508.82 m.s.n.m.
	NIVEL FREÁTICO : -,-	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (2)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	INALTERADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

GRAFICOS DEL ENSAYO



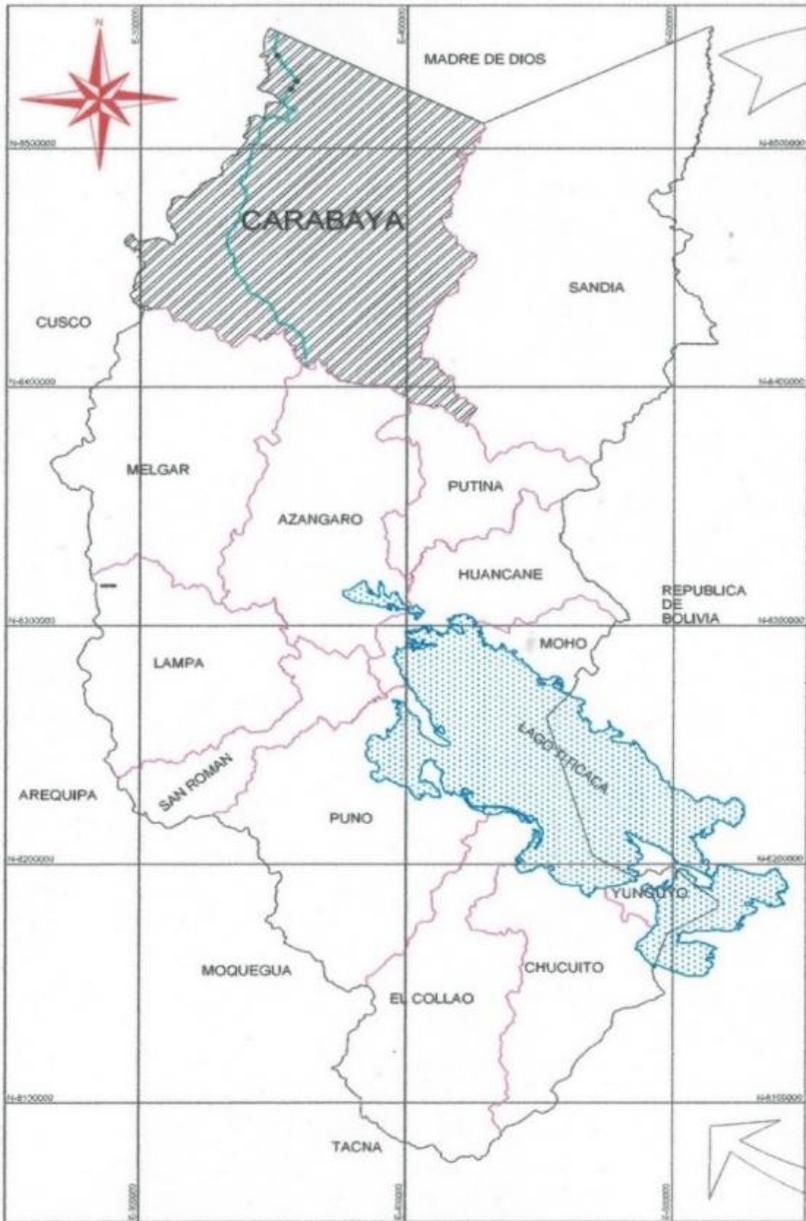
Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Mamani
 Bach. LIC. MAYURI CARMEN TANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 OMI: 4714118

Gomez
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 OMI: 4714118

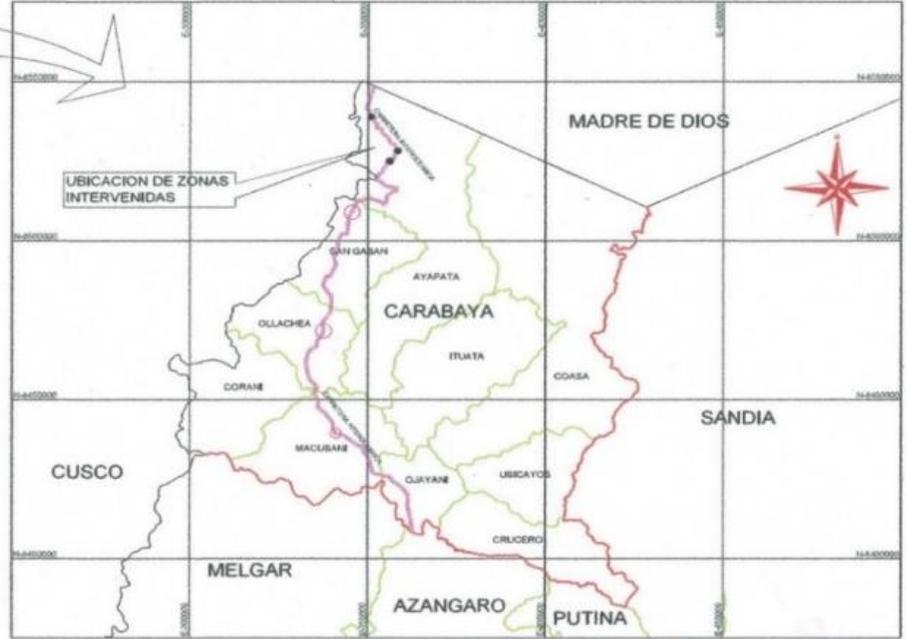
ANEXO – 5

PLANOS



ESCALA: 1/1000000

REGION PUNO - WGS 84



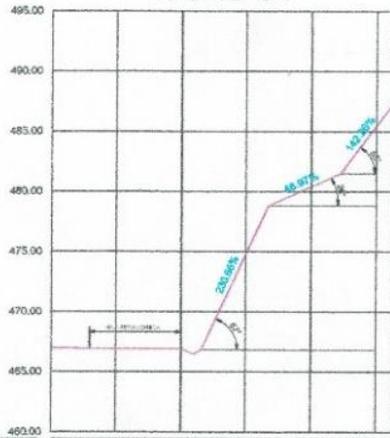
ESCALA: 1/750000

PROVINCIA DE CARABAYA - WGS 84



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	PLANO UBICACION Y LOCALIZACION	
	ALUMNO Br. Arce Mamani Mayuri Danidssan	LAMINA UL-01
	<small>Tema: Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interodéctica Ica-Puno 2021.</small> <small>LIBRO DE DISTRIBUCION</small>	
Diseño de Infraestructura vial		<small>ESCALA</small> INDICADA <small>FECHA</small> dic/2021

Corte 01



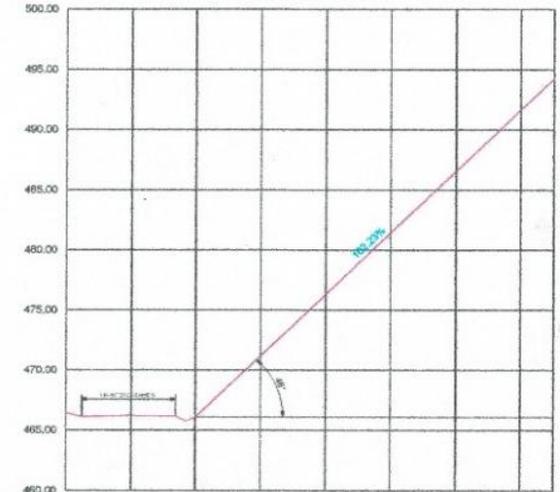
PROGRESIVA	323+00	323+05	323+10	323+15	323+20	323+25	323+30	323+35	323+40	323+45	323+50
COTA DE TERRENO	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82

Corte 02

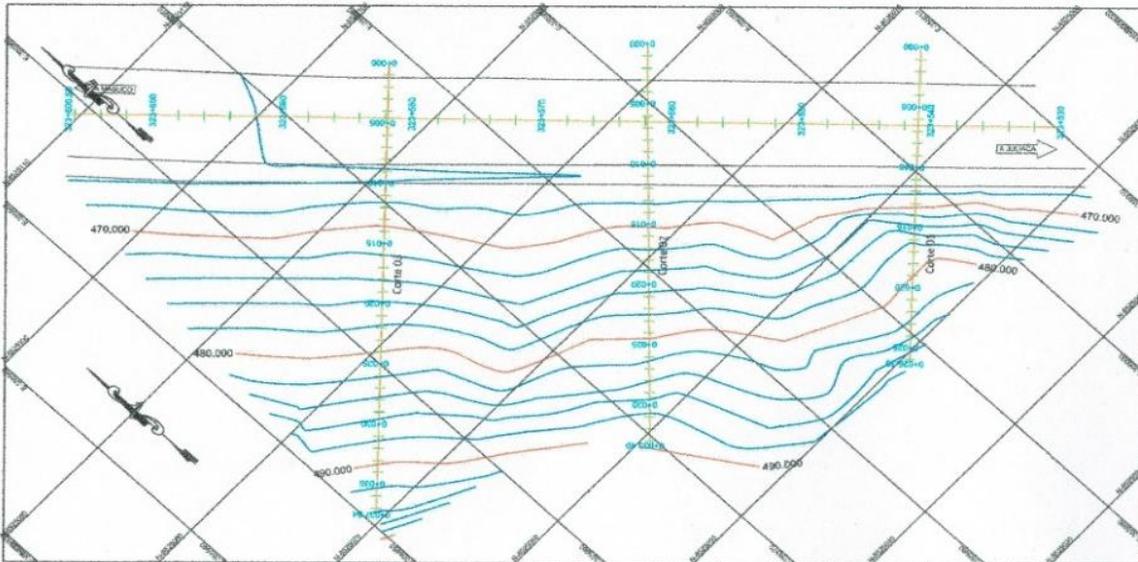


PROGRESIVA	323+00	323+05	323+10	323+15	323+20	323+25	323+30	323+35	323+40	323+45	323+50
COTA DE TERRENO	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82

Corte 03

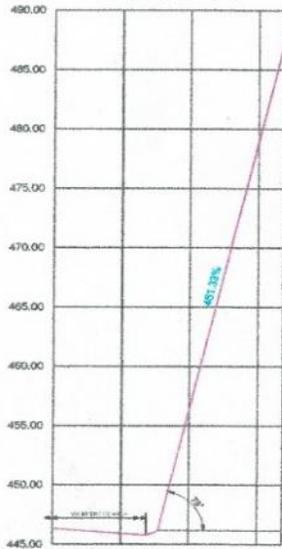


PROGRESIVA	323+00	323+05	323+10	323+15	323+20	323+25	323+30	323+35	323+40	323+45	323+50
COTA DE TERRENO	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82	466.82



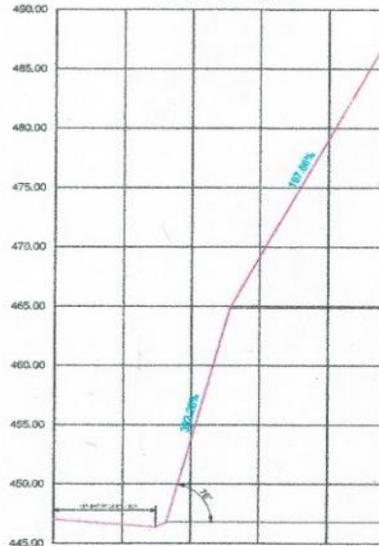
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
	PLAZO	TALUD 323+530 AL 323+606	
	ALUMNO	Br. Arce Mamani Mayuri Daniddsan	LÁMINA
	TESIS	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Diseño de Infraestructura vial	ESCALA	1/200
		FECHA	Dic-2021

Corte 01



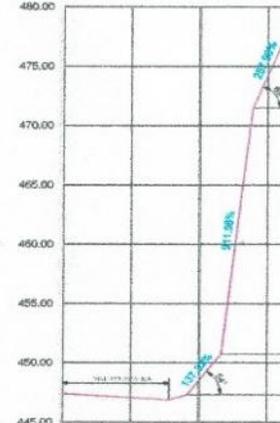
PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+015.81
COTA DE TERRENO	446.16	448.06	455.33	471.00	487.96

Corte 02

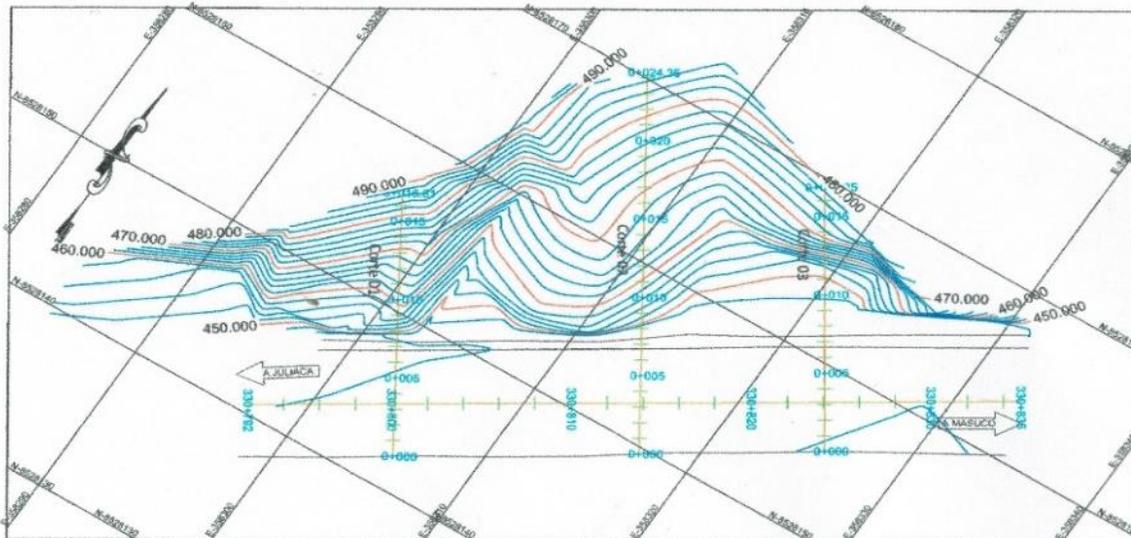


PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+024.45
COTA DE TERRENO	447.47	448.73	453.72	465.13	479.92	487.82

Corte 03



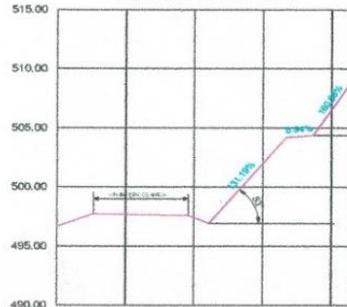
PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+018.00
COTA DE TERRENO	448.10	447.33	449.46	453.47	473.84



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FLANO TALUD 330+792 AL 330+835	
	ALUMNO	Br. Arce Mamani Mayuri Daniddsan
	TESIS	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interceánica tramo IV, Puno 2021.
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Diseño de Infraestructura vial	ESCALA 1/200
		FECHA Dic-2021

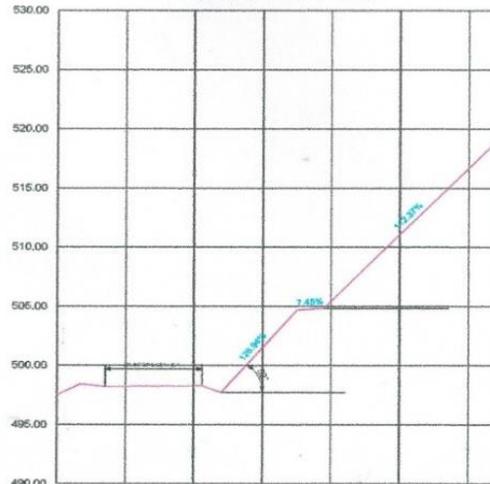
T-01

CORTE 01



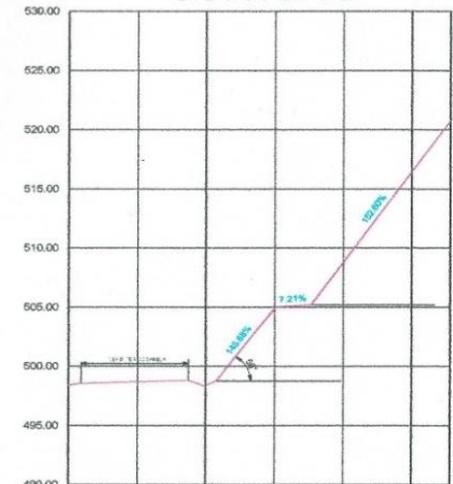
PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025
COTA DE TERRENO	496.87	497.68	497.52	500.00	506.64	508.92

CORTE 02

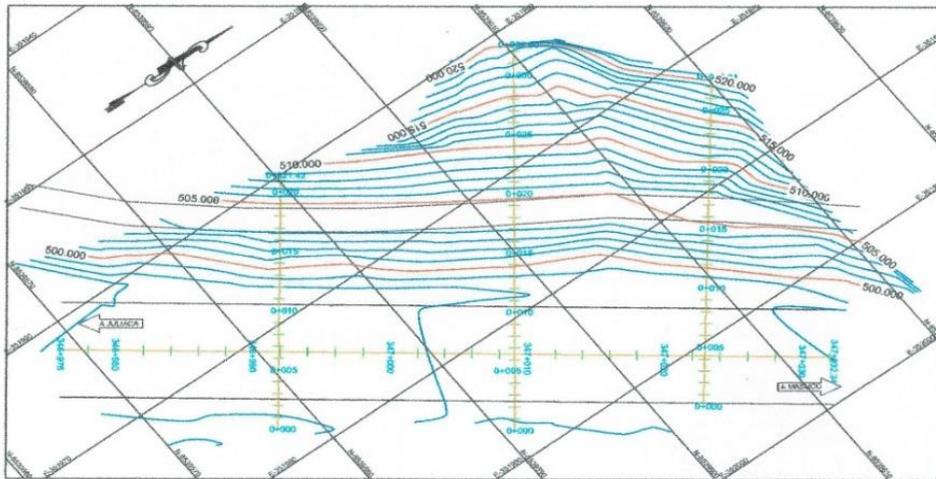


PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025
COTA DE TERRENO	497.89	498.21	498.77	501.64	506.94	511.06

CORTE 03



PROGRESIVA	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025
COTA DE TERRENO	496.81	498.89	498.37	504.92	508.92	516.45



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
	PLAND TALUD 346+976 AL 347+032		
	ALUMNO	Br. Arce Mamani Mayuri Daniddsan	LAMINA
	TESES	Estabilidad de taludes de corte evaluados mediante método de equilibrio límite en zonas de selva alta, carretera Interoceánica tramo IV, Puno 2021.	T-01
LINEA DE INVESTIGACION		ESCALA	FECHA
Diseño de Infraestructura vial		1/200	Dic 2021

ANEXO – 6

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1. Levantamiento topográfico con estación total



Figura 3. Identificación de escarpe vertical tramo km 346+976 al km 347+032



Figura 2. Obtención de muestra en calicata km 346+976 al km 347+032



Figura 4. Tamizado de muestra



Figura 5. Muestra tamizada



Figura 7. Peso del muestreo para la determinación del peso volumétrico



Figura 6. Muestra inalterado km 346+976 al km 347+032



Figura 8. Ensayo de corte directo