

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Sistema de estabilización de taludes de corte  
mediante anclajes metálicos, carretera Chojata  
Moquegua, Moquegua 2021**

Yuliño Clemente Pari Eugenio

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**Agradecimientos:**

Mis más profundos agradecimientos a:

A mi asesor por tomarse el tiempo de guiarme paso a paso en la elaboración de mi tesis y por esas palabras de fortalecimiento en cada momento.

A mi familia entera por el apoyo moral ilimitado durante el tiempo de la elaboración de esta investigación.

### **Dedicatoria.**

A nuestro creador Dios, a mis padres a mi hermano por ese apoyo moral y económico incondicional que me brindaron hacia a mi persona en cada etapa de mi vida de formación académica y personal, a mi pequeña Haylei por generar esa fuerza de impulso de superación.

## INDICE GENERAL

<b>Agradecimientos:</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>INDICE GENERAL</b> .....	iii
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUCCION</b> .....	xi
<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento y formulación del problema.</b> .....	1
<b>1.1.1. Problema general</b> .....	3
<b>1.1.2. Problemas específicos</b> .....	3
<b>1.2. Objetivos.</b> .....	3
<b>1.2.1. Objetivo general.</b> .....	3
<b>1.2.2. Objetivos específicos.</b> .....	3
<b>1.3. Justificación e importancia.</b> .....	3
<b>1.3.1 Justificación teórica</b> .....	3
<b>1.3.2 Justificación práctica</b> .....	4
<b>1.4. Hipótesis y descripción de variables</b> .....	4
<b>1.4.1 Hipótesis General.</b> .....	4
<b>1.4.2 Hipótesis Específicos</b> .....	4
<b>1.4.3.3. Operacionalización de variables.</b> .....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	7
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	7

<b>2.1. Antecedentes del problema</b> .....	7
<b>2.1.1. Antecedentes Internacionales</b> .....	7
<b>2.1.2. Antecedentes Nacionales</b> .....	9
<b>2.2. Bases Teóricas</b> .....	10
<b>2.2.1. Anclas Metálicas</b> .....	10
<b>2.2.2. Estabilización de taludes.</b> .....	18
<b>2.3. Definición de términos básicos</b> .....	22
<b>CAPITULO III</b> .....	24
<b>METODOLOGIA</b> .....	24
<b>3.1. Método y alcance de la investigación.</b> .....	24
<b>3.1.1. Método</b> 24	
<b>3.1.2. Tipo de investigación</b> .....	24
<b>3.1.3. Nivel de investigación.</b> .....	25
<b>3.2. Diseño de investigación.</b> .....	25
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	25
<b>3.3.1. Población</b> .....	25
<b>3.3.2. Muestra</b> .....	25
<b>3.3.3. Muestreo no probabilístico intencional</b> .....	26
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	26
<b>3.4.1. Técnica</b> .....	26
<b>3.4.2. Instrumentos de recolección de datos</b> .....	26
<b>3.4.3. Validez</b> .....	26
<b>3.4.4. Confiabilidad</b> .....	27
<b>CAPITULO IV</b> .....	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	29
<b>4.1 Resultados de tratamiento y análisis de la información</b> .....	29
<b>4.1.1 Cuantificar el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos.</b> .....	29

<b>4.1.2 Determinación de los tipos de falla que se presentan en taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.3 Cuantificación del factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.4. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante anclajes metálicos.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.4.1. Diseño de anclas para el talud N° 01.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.4.2. Diseño se anclajes para el talud N° 02.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.4.3. Diseño se anclajes para el talud N° 03.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2. Resultados:.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.2</b> Coeficiente F1 en función del tipo de anclaje .....	14
<b>Tabla 2.2</b> Coeficiente Fp y Fy en función del tipo de anclaje.....	15
<b>Tabla 3.2</b> Coeficiente F3 en función del tipo de anclaje .....	17
<b>Tabla 4.3</b> Rango de validez .....	27
<b>Tabla 5.3</b> Juicio de expertos .....	27
<b>Tabla 6.4</b> Tabla de coordenadas de BMs .....	29
<b>Tabla 7.4</b> Angulo de talud N° 01, N° 02 Y N° 03.....	31
<b>Tabla 8.4</b> Resultados del ensayo de granulometría .....	31
<b>Tabla 9.4</b> Resultados de ensayo de límites de atterberg.....	32
<b>Tabla 10.4</b> Resultados de densidad de suelos .....	34
<b>Tabla 11.4</b> Resultados de cohesión de suelos .....	34
<b>Tabla 12.4</b> Resultados de ángulo de fricción interna .....	34
<b>Tabla 13.4</b> Factor de seguridad de los 3 taludes sin ninguna sollicitacion de estabilizacion	35
<b>Tabla 14.4</b> Factor de seguridad con diferentes ángulos de anclajes con carga de 100KN.....	47
<b>Tabla 15.4</b> Factor de seguridad con diferentes cargas de tensión en los anclajes.....	49
<b>Tabla 16.4</b> Resultados de ángulos de inclinación de taludes en estudio .....	58
<b>Tabla 17.4</b> Identificación de tipos de fallas de taludes en estudio .....	59
<b>Tabla 18.4</b> Resultados de factor de seguridad de taludes sin sollicitaciones .....	60
<b>Tabla 19.4</b> Resultados de factor de seguridad de taludes con sollicit. de estabilizacion .....	60
<b>Tabla 20.4</b> Resultados de pred. de anclas para un área determinada a estabilizar .....	61



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Rehabilitación de vía por deslizamiento.....	2
<b>Figura 2.</b> Talud en deslizamiento.....	2
<b>Figura 3.</b> Esquema de un Ancaje (Jiménez Paneque, 1988).....	11
<b>Figura 4.</b> Anclaje Provisional (Ortuño Abad & Tomás Murillo, 2010).....	12
<b>Figura 5.</b> Anclaje Permanente (Ortuño Abad & Tomás Murillo, 2010).....	13
<b>Figura 6.</b> Esquema de un Anclaje (Monroy Salgado, 2007).....	13
<b>Figura 7.</b> Adherencia Límite en Arcillas y Limos (Oteo Mazo , 2001).....	17
<b>Figura 8.</b> Falla de Tipo Deslizamiento Superficial (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014). .....	19
<b>Figura 9.</b> Falla Local (2014). .....	20
<b>Figura 10.</b> Falla de Base (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014). .....	20
<b>Figura 11.</b> Falla por Rotacion (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014).....	21
<b>Figura 12.</b> Falla por Flujo en Materiales Húmedos (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014). .....	21
<b>Figura 13.</b> Seccion Transversal de Talud N° 01.....	30
<b>Figura 14.</b> Sección Transversal de Talud N° 02.....	30
<b>Figura 15.</b> Seccion Transversal de Talud N° 03.....	31
<b>Figura 16.</b> Falla Superficial.....	32
<b>Figura 17.</b> Falla por Rotacion. ....	33
<b>Figura 18.</b> Falla Superficial Local.....	33
<b>Figura 19.</b> F.S. de Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Seco. ....	35
<b>Figura 20.</b> F.S. Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Sondición Húmedo. ....	36

<b>Figura 21.</b> F.S. del Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.....	37
<b>Figura 22.</b> F.S. Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo – Sismo.....	38
<b>Figura 23.</b> F. S. Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Seco.....	39
<b>Figura 24.</b> F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo .....	40
<b>Figura 25.</b> F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.....	41
<b>Figura 26.</b> F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo - Sismo..	42
<b>Figura 27.</b> F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Seco. ....	43
<b>Figura 28.</b> F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo. ....	44
<b>Figura 29.</b> F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.....	45
<b>Figura 30.</b> F.S. de talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo – Sismo. .	46
<b>Figura 31.</b> F.S. con el Angulo de Anclaje Optimo en Slide - Talud N° 01.....	47
<b>Figura 32.</b> F.S. con el ángulo Óptimo en Slide - Talud N° 02. ....	48
<b>Figura 33.</b> F.S. con el Ángulo de Anclaje Óptimo de Slide - Talud N° 03.....	48
<b>Figura 34.</b> Tensión Vs F.S. Optimo - Talud N° 01. ....	49
<b>Figura 35.</b> Tensión Vs Factor de Seguridad Optimo - Talud N° 02.....	50
<b>Figura 36.</b> Tensión Vs F.S. Optimo - Talud N° 03. ....	50

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Sistema de estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021”, fijó como objetivo Determinar cuánto se estabiliza los taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua. Como metodología se empleó el método científico, de tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Para el presente trabajo se hizo visitas a campo para la recopilación de datos y obtención de muestra para los respectivos análisis en laboratorio de suelos, posteriormente se hizo la modelación con los datos obtenidos en estado húmedo incluyendo sismo en el software Slide obteniendo el FS superior al mínimo, Los resultados emanados fueron: el talud 01 es estabilizado un área de 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 15° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266; mientras que el talud 02 se estabiliza un área de 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 15° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266, finalmente el talud 03 se estabiliza un área de 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 14° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266. La presente investigación muestra como conclusión que la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021 es de 2.25 m<sup>2</sup> por cada anclaje con una tensión y ángulo de anclaje óptimo. La estabilización de talud de 2.25 m<sup>2</sup> con anclajes aporta al conocimiento de ingeniería en la parte altoandina de la Región Moquegua, por lo que actualmente las pocas estabilizaciones se realizan mediante muros de contención, y esto implica más tiempo de ejecución y presupuestos elevados. Por ello no lo priorizan estas obras perjudicando al sector de transporte de carga y pasajeros.

**Palabras claves:** Adherencia, talud, deslizamiento, cohesión, bulbo.

## ABSTRACT

The present investigation entitled "System of stabilization of cut slopes by means of metal anchors, Chojata - Moquegua highway, Moquegua 2021", set as an objective to determine how much the cut slopes are stabilized by means of metal anchors Chojata - Moquegua highway. The methodology used was the scientific method, of an applied type, of the explanatory level and quasi-experimental design. For the present work, field visits were made to collect data and obtain a sample for the respective soil laboratory analysis, later the modeling was done with the data obtained in a wet state including earthquake in the Slide software, obtaining the FS higher than The minimum results were: slope 01 is stabilized in an area of 2.25 m<sup>2</sup> with a permanent active type anchor installed with a 15 ° inclination, reaching a safety factor of 1,266; while slope 02 stabilizes an area of 2.25 m<sup>2</sup> with a permanent active type anchor installed with a 15 ° inclination reaching a safety factor of 1.266, finally slope 03 stabilizes an area of 2.25 m<sup>2</sup> with a permanent active type anchor installed with 14 ° inclination reaching a safety factor of 1,266. The present investigation shows as a conclusion that the stabilization of cut slopes using metal anchors, Chojata - Moquegua highway, Moquegua 2021 is 2.25 m<sup>2</sup> for each anchor with an optimal anchoring tension and angle. The stabilization of the slope of 2.25 m<sup>2</sup> with anchors contributes to the knowledge of engineering in the high Andean part of the Moquegua Region, so that currently the few stabilizations are carried out by means of retaining walls, and this implies more execution time and high budgets. For this reason, these works do not prioritize it, harming the freight and passenger transport sector.

Keywords: Adhesion, slope, slip, cohesion, bulb.

## INTRODUCCION

Los fenómenos naturales y los desastres ocurren corrientemente en el mundo entero. No obstante, han comprobado ser más catastróficos en los países sub desarrollados. Entre estos peligros naturales están los deslizamientos de masas de tierra que son ocasionados por enérgicos precipitaciones, movimientos sísmicos o erupciones volcánicas. Generando daños y destrozos a vías terrestres, vías férreas, edificaciones, etc.

Los deslizamientos y desprendimientos de rocas en taludes de corte son algunos de los procesos geológicos más frecuentes. Forman parte del período natural del terreno ya que la erosión y la gravedad proceden constantemente para transportar materiales de las zonas más altas hacia abajo. Sin embargo, el hombre puede originar y agravar dichos movimientos del terreno. Debido a los trabajos de excavaciones que se hacen para construir ferrocarriles, carreteras, presas, edificaciones, etc. Estas actividades desestabilizan los perfiles de equilibrio de las laderas y facilitan los deslizamientos. Además, normalmente se quitan los materiales que están en la base de la pendiente que es la zona más asequible y la que soporta mayores tensiones lo que obliga a fijar las laderas con costos de sistemas de anclaje y a reparar continuamente las vías de transporte.

La presente investigación titulada “Sistema de estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021”, busca dar solución de estabilizar taludes de corte en carreteras con la implementación de anclajes metálicos. En su desarrollo se revisa teorías concernientes a estabilización de taludes, los cuales están relacionados con los anclajes metálicos y la estabilización de taludes de la investigación.

En su desarrollo se fija como objetivo principal determinar la estabilidad de taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021, con lo cual se obtiene resultados: el talud 01 es estabilizado 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 15° de inclinación se alcanzando un factor de seguridad de 1.266; mientras que el talud 02 se estabiliza 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 15° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266, finalmente el talud 03 se estabiliza 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 14° de inclinación se alcanzando un factor de seguridad de 1.266 y finalmente se alcanza a la siguiente conclusión; que la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021 es de 1.50 m<sup>2</sup> por cada anclaje con una tensión y ángulo de anclaje óptimo.

La investigación es de importancia porque va a solucionar los deslizamientos de taludes de corte, por ende, se evitará pérdidas materiales y hasta pérdidas humanas en las carreteras donde se presentan deslizamientos de masas de tierra.

La investigación está compuesta por los consecutivos capítulos:

Capítulo I: Contiene el planteamiento del problema, donde contiene el desarrollo del planteamiento y formulación del estudio, problema general y específicos, objetivo general y específicos, justificación del estudio, hipótesis general y específicos, variables y operacionalización de variables

Capítulo II: Comprende el marco teórico, donde contiene los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, bases teóricas de anclas metálicas y estabilización de taludes.

Capítulo III: Contiene la metodología de la investigación, donde contiene el método de la investigación, población muestra y muestreo, técnicas e instrumento de recolección de datos, procedimientos, métodos de análisis de datos y aspectos éticos de la investigación.

Capítulo IV: Comprende los resultados y discusiones, donde contiene la descripción de la zona de estudio, estudios previos de la investigación, análisis de información, resultados e interpretación de los mismos.

Capítulo V: Contiene las discusiones, conclusiones y recomendaciones, de acuerdo al orden de los objetivos (específicos y general.)

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 1.1. Planteamiento y formulación del problema.

En el mundo se vienen suscitando cambios climáticos atípicos, esto adicionado a los fenómenos climatológicos naturales que se presentan, entre ellos, la corriente del niño y de la niña, los trabajos generados por el hombre mismo con movimientos de tierras para construcciones de carreteras, canales, puentes, ferrocarriles, presas etc. Son los factores que influyen en la figura de los riesgos naturales como son los deslizamientos de tierra en las laderas de cerros, taludes de corte, laderas de cauces de ríos, entre otros.

Para Brabb (1993) “los fenómenos de deslizamientos son uno de los procesos más demoledores que conmueven a los humanos, generando miles de mortalidades humanas y pérdidas materiales en valores de billones de dólares cada año.” (p. 15-27)

Según Suarez (1998), “sin apropiación muy pocas personas se concientizan de su jerarquía. El 90% de las pérdidas de vidas humanas y materiales por deslizamientos son previsibles si el problema se emana con anticipación y se toman algunas medidas de prevención” (p. 01)

El territorio peruano en su mayoría, es atravesado por una cadena montañosa a la que conocemos con el nombre de Cordillera de los Andes. La misma que le otorga variedad de climas y pisos naturales, le proporciona también una geografía variable y en algunos casos accidentada. Debido a esto es que el hombre se ha visto en la obligación de intervenir las montañas durante los procesos constructivos de obras civiles, generando de esta forma taludes, los cuales requieren ser estabilizados de manera óptima, ya que, de no ser así, la falla o el

deslizamiento podría ocasionar daños materiales y en los casos extremos pérdidas de vidas humanas.

Para Lugo. (2019) En las obras ingenieriles, el talud forma la estructura más complicada de las vías terrestres de comunicación; durante, antes y después de la construcción. Por ello se debe tener un minucioso cuidado en las etapas donde se analizará y trabajará en cuanto a la estabilidad de taludes, pues ésta se define principalmente por el cálculo entre la resistencia cortante del terreno y la fuerza deslizante de gravedad del talud. (p. 14)

En la actualidad en la vía de comunicación terrestre entre el Distrito de Chojata – Región Moquegua se viene presentando considerables deslizamiento en los taludes de corte, presentándose desde el año 2001, año en que fue aperturado esta vía de comunicación, deslizamientos que se presentan durante todo el periodo del año, aumentando su magnitud durante la estación de verano, temporada que la intensidad pluvial aumenta en este distrito, el deslizamiento en esta vía de comunicación se presenta con caídas de masas de tierra y rocas en la calzada de la carretera perjudicando el normal tránsito vehicular y exponiéndola en riesgo la vida de las personas que viajan; por tal efecto el presente trabajo de investigación plantea solucionar la estabilización de estos taludes de corte con la implementación de anclas metálicas. Cabe mencionar que el tipo de vía de acuerdo al Manual de carreteras DG -2018 por la demanda se clasifica como trocha carrozable; por la orografía es terreno accidentado, la altitud de la carretera en estudio se encuentra entre 3690.000 msnm - 3850.00 msnm; el mantenimiento es periódico (01 vez por año) lo realiza el MTC mediante el GORE Moquegua.



**Figura 2.** Talud en deslizamiento  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 1.** Rehabilitación de vía por deslizamiento  
**Fuente:** Propio



### **1.1.1. Problema general**

¿Cuánto se estabilizan los taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuánto es el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua ,2021?
- ¿Qué tipos de fallas se presentan en los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata - Moquegua?
- ¿Cuánto es el factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Determinar cuánto se estabiliza los taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Cuantificar el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021
- Determinar los tipos de falla que se presentan en taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.
- Cuantificar el factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.

## **1.3. Justificación e importancia.**

### **1.3.1 Justificación teórica**

El Perú es un país con una geomorfología bastante pronunciada con relieves; en la zona de la sierra de Moquegua, las provincias se encuentran en quebradas pronunciadas por el aspecto de la Serranía de los andes, en estas zonas donde hay la mediación de la mano del hombre se generan

la inestabilidad de taludes, por ello el presente trabajo pretende estudiar sistemas de estabilización de taludes de corte con anclas metálicas en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.

### **1.3.2 Justificación práctica**

En el campo ingenieril un trabajo de investigación comprende de procesos cuantitativos para llegar a un objetivo; por tal efecto en el presente trabajo mostraremos las herramientas de cálculo de diseño e implementación de taludes con anclajes.

### **1.3.3 Justificación metodológica**

En el presente trabajo se pretende mostrar el empleo de anclas metálicas en taludes de corte de carretera Chojata-Moquegua. La estabilidad de taludes requiere de un estudio amplio y detallado, ya que conforma parte de los pilares de las obras civiles de gran envergadura.

## **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1 Hipótesis General.**

Los taludes de corte se estabilizan un área considerable con anclajes metálicos, Chojata, Moquegua 2021.

### **1.4.2 Hipótesis Específicos**

- El ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos es pronunciado, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.
- Los tipos de fallas que se presentan en los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos son los convencionales Chojata, Moquegua 2021.
- El factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos es alto Chojata, Moquegua 2021.

### **1.4.3. Variables.**

#### **1.4.3.1 Anclas metálicas.**

##### **Definición conceptual**

Valladares (2015), “considera que un ancla para suelo o roca es un dispositivo estructural esbelto, diseñado para transmitir una fuerza de tensión hacia un terreno firme.” (p. 19)

##### **Definición operacional**

Los anclajes metálicos se operacionalizan mediante sus dimensiones: anclajes activos, pasivos y mixtos. A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en tres indicadores

#### **1.4.3.2 Estabilidad de taludes.**

##### **Definición conceptual**

Matteis (2003), “Se entiende por estabilidad de talud a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento.” (p. 4)

##### **Definición operacional**

La estabilización de taludes se operacionaliza mediante sus dimensiones: ángulo de inclinación, tipo de falla y el factor de seguridad. A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en tres indicadores.

### 1.4.3.3. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Anclajes metálicos	Monroy Salgado (2007) Es un elemento estructural esbelto, diseñado para transmitir un esfuerzo de tensión al terreno circundante.	Los anclajes metálicos se operacionalizan mediante sus dimensiones: anclajes activos, pasivos y mixtos. A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en tres indicadores	D1: Anclajes activos  D2: permanentes	I1: Profundidad de anclaje (m) I2: Diámetro de anclaje (pulg) I3: Área de anclaje (m2)  I1: Profundidad de anclaje(m) I2: Diámetro de anclaje (pulg.) I3: Área de anclaje (m2)	Ficha de Recopilación de información	Razón
Estabilización de taludes	RNE (2012) se le denomina estabilidad de un talud a la capacidad de brindar el equilibrio necesario y sostenible a un volumen de tierra	La estabilización de taludes se operacionaliza mediante sus dimensiones: ángulo de inclinación, tipo de falla y el factor de seguridad. A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en tres indicadores	D1: Angulo de inclinación  D2: Tipo de falla  D3: Factor de seguridad	I1: Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal (°) I2: Grava, arena gruesa no arcillosa (°) I3: Arena fina no arcillosa (°) I1: F. superficiales I2: F. de corte profundas I3: F. anchas y profundas I1: Cohesión I2: Peso unitario I3: Altura de talud		Intervalo

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Terán (2020) en el proyecto de tesis de grado *titulado* “Proyecto de estabilización de talud mediante el uso de pantalla atirantada con anclajes activos tipo barra en el sector Santa Ana (abscisa 0+060+0+100)”, fijó como *objetivo* plantear la alternativa de estabilización del talud en el sector Santa Ana, dimensionándolos anclas activas, permanentes, tipo barra. Aplicando una *metodología* analítica (Los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento de estudios previos, se determinaron por ensayos de corte directo en muestras adquiridas de la cara del talud; como complemento a estos estudios, se realizaron trabajos de prospección geofísica en campo, mediante la aplicación del método de sísmica de refracción determinando las capas de subsuelo, mediante velocidades de ondas P, S y su correlación con la geología local.), obtuvo los *resultados* siguientes; que, las anclas de 3 hileras deben tener una separación de 1.25 metros horizontalmente asegurando un FDS de 2.04, y para las anclas de 4 hileras una separación de 1.75 metros horizontalmente asegurando un FDS de 1.95 metros. Finalmente, fija como *conclusiones* de que las cuantificaciones derivadas del ensayo de corte directo no son suficientes para asegurar el comportamiento geo mecánica del suelo, por lo que se utiliza un estudio más profundo, solventando con la geofísica.

Según Sancho (2018), en su tesis de grado *titulado* “Metodología para efectuar ensayos de adherencia en barras de anclaje empleadas para la estabilización de talud es en suelos no cohesivos” fijó como *objetivo* determinar la resistencia mínima que debe tener una barra de

anclaje colocada en suelos no cohesivos. Aplicando una *metodología* analítica (Se desarrolló la calibración del equipo, haciendo ensayos de anclajes en un banco de pruebas, lo que ayudó a identificar las variables que se presentarían durante el ensayo, el cual aportó de manera considerable en la elaboración de la metodología, en la cual se detalla el procedimiento desde el cálculo que se efectúa para determinar la carga con la que se debe evaluar el funcionamiento del anclaje mediante la medición de su adherencia. Por último, mediante la instalación de 6 pernos de anclaje en un sector que posee estratos de suelos no cohesivos, se ha podido comprobar el buen funcionamiento del equipo al efectuar los correspondientes ensayos.), obtuvo los *resultados* siguientes que la longitud de adherencia en las anclas es de 0.2 metros, Finalmente, fija como *conclusiones* que la resistencia al deslizamiento de un anclaje está en función de los siguientes parámetros: diámetro del agujero de perforación, el diámetro de la barra, la longitud de anclaje y la adherencia.

Para Gil (2018), en sus tesis de post grado *titulado* “Estudio comparativo del comportamiento mecánico, entre los sistemas de apoyo individual y tipo pantalla de un talud con anclajes”, fijó como *objetivo* comparar la equivalencia de un sistema de reforzamiento de anclajes apoyados sobre una pantalla continua vs apoyadas sobre bloques de concreto individuales. Aplicando una *metodología* analítica (En el análisis se planteó un perfil de suelo posible, donde se calibro el modelo Hardening Soil para representar el estrato de suelo superficial. Esta calibración se llevó a cabo simulando el comportamiento del suelo durante un ensayo triaxial, empleando el programa de elementos finitos Plaxis. Finalmente, basado en este perfil caracterizado, se planteó una variación de la geometría del talud, y con ello se implementó el análisis paramétrico, obteniendo los resultados siguientes: el factor de seguridad del talud, es directamente proporcional con el área cubierta del mismo. Es decir, al aumentar las dimensiones de los dados, aumenta el área confinada del talud), finalmente fija como *conclusiones* de que los sistemas de reforzamiento de tipo continuo y tipo individual no son equivalentes. El comportamiento de estos sistemas de reforzamiento presenta diferencias respecto a la distribución de cargas sobre la cara del talud.

Según Avila (2017), es su trabajo de grado *titulado* “Análisis de estabilidad de muros de contención anclados bajo diferentes porcentajes de anclajes, a partir del caso de estudio: construcción del edificio restaurante santa bárbara ubicado en la ciudad de Bogotá.”, se trazó como *objetivo*, evaluar el comportamiento mecánico de muros de contención anclados con diferentes porcentajes de avance en la construcción de anclajes. Aplicando una *metodología*

analítica (Para la investigación se inició con el estudio de mecánica de suelos – determinación de perfil estratigráfico para pasar a la etapa de cálculo de cargas actuantes, diseño inicial de muro de contención, posteriormente la revisión de estabilidad general, análisis de resultados, modificación de diseño y por último la verificación de nuevo diseño con utilización del software GEO5), obtuvo los siguientes **resultados**; que el muro anclado diseñado inicialmente se debe de modificar de refuerzo de N° 3 a N° 4 y los anclajes deben pasar de 19 mm a 30 mm de diámetro, de esta manera se garantizará la estabilidad del sistema de contención; finalmente fijando como **conclusión** de que los anclajes ayudan a aumentar el factor de seguridad del sistema entre 1.6 veces para condiciones dinámicas y 3 veces para condiciones estáticas.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Para Silva (2018), en su proyecto de tesis de grado **titulado** “Análisis comparativo de talud y propuesta de solución con muros anclados en la carretera las Pirias – Cajamarca, 2018” fijó como **objetivo** establecer la influencia de muros anclados para estabilizar taludes en la carretera las Pirias, Cajamarca 2018, aplicando una **metodología** cuasiexperimental, (Se realizó una comparación entre dos métodos de análisis utilizando software de apoyo para desarrollo de la investigación. En donde efectuó un análisis de estabilidad en la progresiva km 15+280, se determinó que la zona estudiada era inestable por la baja obtención de factor de seguridad a lo que este era vulnerable a un deslizamiento, sin embargo cuando se implementa un sistema de refuerzo en este caso el anclaje este talud tiende a ser estable), obtuvo que el FS es de 0.91 que representa que el talud tiene inestabilidad ; finalmente fija como **conclusiones** que el sistema de refuerzo es necesario para la estabilización del talud

Según Ojeda (2019) en la tesis **titulado** “Estabilización de taludes a través de pernos de anclaje en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata - Pallasca”, fijó como **objetivo** determinar la influencia de estabilización de taludes en el proyecto de restitución y mejoramiento de la carretera Mollepata, Pallasca, Aplicando una **metodología** aplicativo (la investigación se ha iniciado con el estudio de calicatas, revisión de bibliografías, recolección de datos existentes y posteriormente se ha hecho la modelación de análisis con la ayuda del software Rockscience Slide), obtuvo los **resultados** siguientes; carga de trabajo del anclaje es de 118.20 km, diámetro del anclaje 32.00 mm, diámetro de perforación mínima aplicada 54.00 mm, profundidad de falla superficial 9.00 m, longitud de trabajo del anclaje 1.64 m, longitud

mínima del anclaje calculado 10.64 m, longitud del anclaje adoptado 12.00 m, finalmente fija como **conclusiones** que los pernos de anclaje con tecnología Soil Nailing brinda la estabilidad requerida.

Para Gómez (2019) en sus tesis **titulado** “Evaluación de sistemas de contención mediante el uso de anclajes y pilotes para la estabilización del talud expuesto a socavación, tramo 10+430 a 10+550 de la vía panamericana norte-Lima”, fijó como **objetivo** definir el sistema de contención, con el empleo de sistemas de anclajes y pilotes, que brinda la adecuada alternativa para estabilizar taludes expuestos a socavación en el tramo 10+480 a 10+550 de la vía Panamericana Norte - en la ciudad de Lima, aplicando una **metodología** explicativo, (En el primer proceso se determinó la caracterización geotécnica del talud, luego, se realizó un análisis de estabilidad a la sección más crítica del talud sin reforzamiento mediante el método de equilibrio límite considerando el avance gradual de la socavación al pie del talud y en el lecho del río, mediante un análisis numérico de elementos finitos, se determinó el dimensionamiento de los elementos de reforzamiento de los sistemas de estabilización propuestos a través del modelamiento del talud reforzado en el programa PLAXIS), obteniendo los **resultados**: el análisis numérico para la propuesta II (implementación de una pantalla de pilotes proyectado en el pie de talud) se requirió un empotramiento de 9.40 m, pilotes tangentes de 1.00 metro de diámetro y once filas de anclajes con muros anclados de 0.50 y 0.15 metros ; Propuesta II (pantalla de pilotes con cabeza fija) se solicitó un empotramiento de 29 metros de la pantalla de pilotes de 1.00 metro de diámetro, espaciada a 1.50 m y 1.00 fila de anclaje, finalmente fija como **conclusiones** que el sistema de pantalla de pilotes provista por una fila de anclajes ofrece la mejor propuesta de estabilización de taludes en socavación en el tramo 10+480 a 10+550 de la vía Panamericana Norte en la ciudad de Lima.

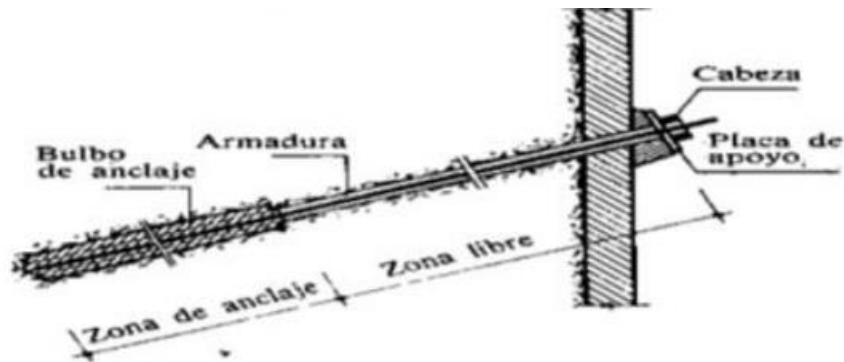
## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Anclas Metálicas**

Monroy (2007) un ancla para masa de roca o masa de suelo es un sistema estructural esbelto que es diseñado para transferir esfuerzos de tensión hacia el terreno firme , es empleada para realizar trabajos de estabilización de masas de tierra formadas naturalmente y artificialmente por el hombre sometidas a fuerzas laterales o de levantamientos importante, con lo cual se limita el



movimiento de desplazamiento o giro proporcionando estabilidad, para tal efecto el ancla debe ser llevada a una franja firme del suelo o roca. (p. 4)



*Figura 3.* Esquema de un Anclaje (Jiménez Paneque, 1988)

### **2.2.1.1. Tipos de Anclas metálicas para suelos**

Clasificación de acuerdo a su forma de trabajo:

#### **2.2.2.1.1. Anclajes Activos.**

Para Muzás (2003) “Son las anclas que se ponen en tensión antes que actúen las fuerzas externas, por lo general conviene la utilización de este tipo de anclas por lo que entra en juego desde el primer momento con las resistencias de empuje del suelo o talud, sin necesidad que se presenten sollicitaciones desestabilizantes” (p. 2)

#### **2.2.2.1.2. Anclajes Pasivos**

Según Ojeda (2019) “Este tipo de anclaje entrará en tracción cuando comience a producirse el movimiento. Para estos anclajes no se va a pretensar la armadura después de su instalación.” (p. 24)

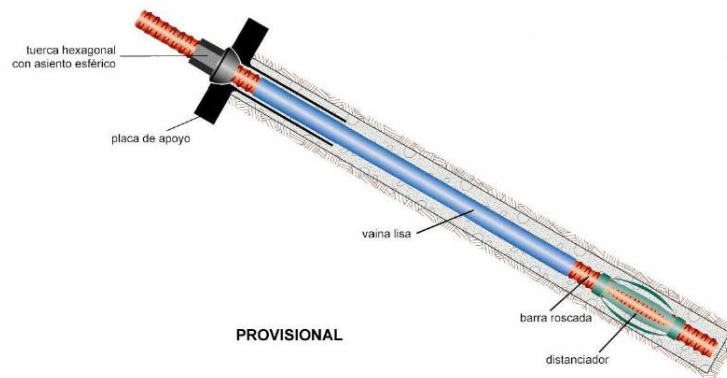
### 2.2.2.1.3. Anclajes Mixtos.

Según Ojeda (2019) En este tipo de anclajes se va a pretensar la armadura con una carga inferior a la admisible, dejando como reserva un porcentaje de su capacidad resistente en caso haya movimientos aleatorios en el terreno. (p. 24)

Clasificación de acuerdo al tiempo de servicio:

### 2.2.2.1.4. Anclas provisionales.

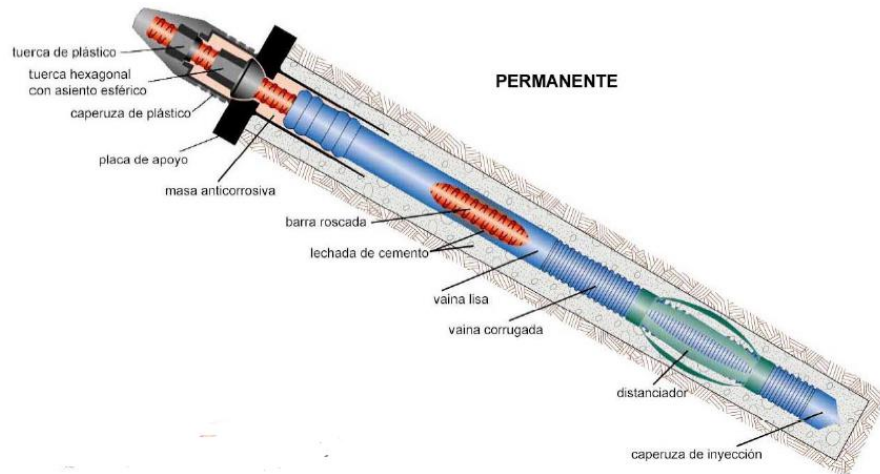
Según Ojeda (2019) son temporales y brindan estabilidad necesaria por un periodo no mayor a 02 años para luego ser reemplazados por otro. (p. 24)



*Figura 4.* Anclaje Provisional (Ortuño Abad & Tomás Murillo, 2010)

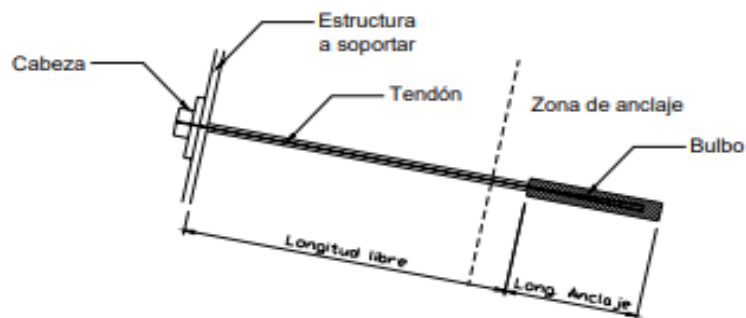
### 2.2.2.1.5. Anclas permanentes.

Según Ojeda (2019) Son definitivos y están diseñados para hacer frente a los peligros de corrosión por lo cual se dimensionan con un mayor coeficiente de seguridad. (p. 24)



**Figura 5.** Anclaje Permanente (Ortuño Abad & Tomás Murillo, 2010)

### 2.2.1.2. Partes de un ancla para estabilización de taludes



**Figura 6.** Esquema de un Anclaje (Monroy Salgado, 2007)

**Cabeza;** para Monroy (2007) “es la parte que une el ancla en la estructura a soportar. Tal estructura puede ser un muro de concreto, tablestaca, etc.” (p. 15)

**Tendón;** para Monroy (2007) también llamado longitud libre, “es el elemento principal, puede estar constituido por cables o barra de refuerzo estructural” (p. 15)

**Bulbo de anclaje;** para Monroy (2007) “es el llamado el ancla prácticamente, es el que se encarga transmitir las fuerzas de tensión hacia la masa del suelo firme” (p. 15)

**Tubo de inyección;** según Monroy (2007) “es un tubo con agujeros recubiertos con bandas de hule y están colocadas al centro del barreno; la finalidad es partir la salida de la lechada”

### 2.2.1.3. Diseño de anclas para estabilización de taludes

Según Oteo (2001) “Para realizar el diseño de un anclaje se adquiere identificar el valor y orientación de los esfuerzos producidos por la estructura a anclar, conocidas cargas nominales, para luego dimensionar las partes del anclaje” (p. 23)

#### 2.2.1.3.1. Carga nominal mayorada.

Es la determinación de la carga nominal que requiere el anclaje mediante un cálculo de estabilidad global. Oteo (2001). Se obtendrá de la siguiente expresión:

$$P_{Nd} = F_1 \cdot P_N \quad (Ec. 1.2)$$

Donde:

$P_{Nd}$  = Carga nominal mayorada

$F_1$  = Coeficiente de mayoración (de acuerdo a la tabla 1.2)

$P_N$  = Carga nominal de anclaje

**Tabla 1.2**

*Coeficiente  $F_1$  en función del tipo de anclaje*

<b>Tipo de anclaje</b>	<b><math>F_1</math></b>
Permanente	1.50
provisional	1.20

Fuente: Oteo (2001)

### 2.2.1.3.2. Tensión en el acero.

Se realiza la verificación de la tensión del acero; existen 2 límites que presenta el acero y lo ideal es no llegar. El límite de rotura y el límite de elástico. Oteo (2001)

Límite de rotura:

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{F_p} \quad (Ec. 2.2)$$

Límite elástico:

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{F_y} \quad (Ec. 3.2)$$

Donde:

- $P_{Nd}$  = Carga nominal mayorada
- $A_T$  = Área transversal del acero
- $f_{pk}$  = Límite de rotura de acero
- $F_p$  = Factor de seguridad
- $f_{yk}$  = Límite elástico del acero
- $F_y$  = Límite de fluencia del acero

**Tabla 2.2**

*Coeficiente  $F_p$  y  $F_y$  en función del tipo de anclaje*

<b>Tipo de anclaje</b>	<b><math>F_p</math></b>	<b><math>F_y</math></b>
Permanente	1.30	1.15
Provisional	1.25	1.10

Fuente: Oteo (2001)

### 2.2.3.1.3. Diámetro del acero.

$$A_T = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Dónde:

$A_T$  = Área transversal del acero

$D$  = Diámetro de acero

### 2.2.1.3.4. Verificación de deslizamiento acero – lechada.

Es revisar el deslizamiento acero – lechada, es decir que la fuerza que se aplica en el anclaje no haga que deslice con respecto a la lechada y falle todo el sistema. Oteo (2001)

$$\tau_{\text{lim}} = 6.9 \left( \frac{f_{ck}}{22.5} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{Ec. 5.2})$$

$$\frac{P_{Nd}}{L_b \cdot p_T} \leq \frac{\tau_{\text{lim}}}{1.2} \quad (\text{Ec. 6.2})$$

Dónde:

$\tau_{\text{lim}}$  = Adherencia límite entre el tirante y la lechada, en MPa

$f_{ck}$  = Resistencia de compresión de lechada (21 Mpa)

$P_{Nd}$  = Carga nominal mayorada del anclaje

$L_b$  = Longitud del bulbo

$p_T$  = Perímetro nominal del tirante

### 2.2.1.3.5. Adherencia admisible del suelo.

Se puede utilizar correlaciones empíricas en cuyo caso:

$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3} \quad (Ec. 7.2)$$

Donde:

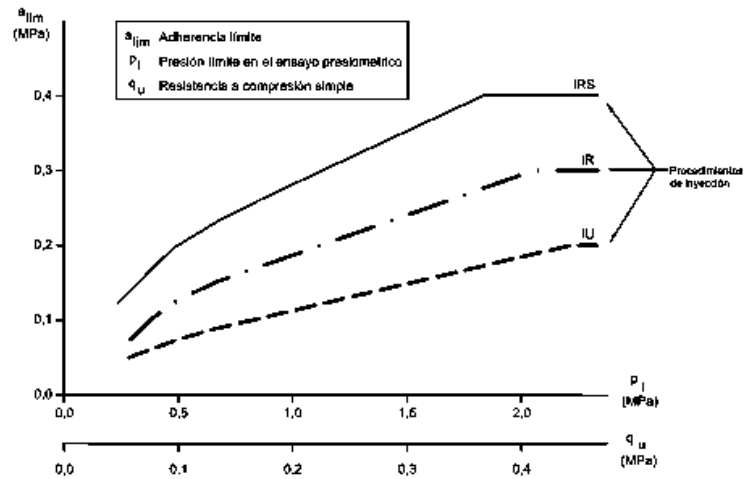
- $a_{adm}$  = Adherencia admisible
- $a_{lim}$  = Adherencia límite
- $F_3$  = Coeficiente indicado en la tabla 3.2

**Tabla 3.2**

*Coeficiente F3 en función del tipo de anclaje*

Tipo de anclaje	F <sub>3</sub>
Provisional	1.45
Permanente	1.65

Fuente: Oteo (2001)



**Figura 7.** Adherencia Límite en Arcillas y Limos (Oteo Mazo , 2001)

### 2.2.1.3.6. Verificación de falla por arrancamiento.

Es cuando pueda fallar la adherencia entre la lechada del concreto y suelo en el cual se instala el anclaje. Oteo (2001)

$$\frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot L_b} \leq a_{adm} \quad (Ec. 8.2)$$

Donde:

$P_{Nd}$  = Carga nominal mayorada

$D_N$  = Diámetro del bulbo

$L_b$  = Longitud del bulbo

$a_{adm}$  = Adherencia admisible

## **2.2.2. Estabilización de taludes.**

Garnica Anguas, Ramírez Culebro, & Pérez García, (2017). La estabilidad de talud generalmente depende por factores de naturaleza, estratigrafía, estructura, circunstancias externas propios o ambientales, condiciones de meteorización, topografía, vegetación, clima. Las condiciones de régimen hidráulico superficial son vitales como la gravedad como factor desequilibrante. Cuando la gravedad esté compensada con la resistencia de terreno el talud ese encontrará en equilibrio, caso contrario, cuando el equilibrio se rompa una inestabilidad de la masa en forma de deslizamiento, desprendimientos, etc.

### **2.2.2.2.1. Ángulo de inclinación de talud**

#### **2.2.2.1.1. Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal.**

Onouchi (1984) “Los suelos naturales de arena, arcilla, piedra y tierra vegetal es considerablemente complicado para sus estudios con fines de estabilización por sus distintas propiedades. Los taludes de corte son inestables después de culminado los trabajos de corte” (p. 25).

González (2019) “El ángulo de corte sin ninguna sollicitación para este tipo de suelos es de 45°.” (p. 04)



### 2.2.2.1.2. Grava, arena gruesa no arcillosa.

Cañar (2017) “Los suelos compuestos de grava, arena no arcillosos proceden de erosión de rocas, presentando color azul y gris, en la estabilización de estos suelos presentan de magnitud intermedia”. (p. 25).

González (2019) “El ángulo de corte para taludes sin ninguna sollicitación es de  $35^{\circ}$ ” (p. 04)

### 2.2.2.1.3. Arena fina no arcillosa.

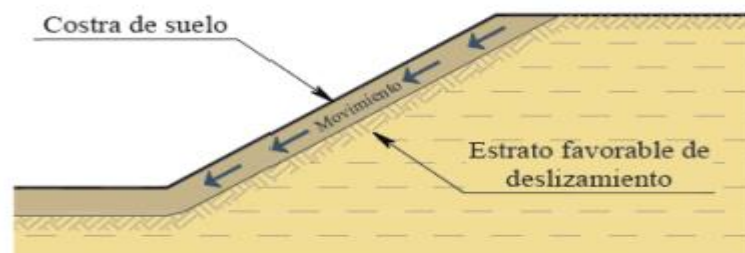
González (2019) “El ángulo de inclinación sin ninguna sollicitación en taludes de suelos arenosos finos no arcillosos es de  $30^{\circ}$ ” (p. 04)

## 2.2.2.2. Tipos de falla en taludes.

### 2.2.2.2.1. Falla por deslizamiento superficial.

Según, Rico (2000), lo define al deslizamiento de tipo superficial como: “Es un deslizamiento más o menos continuo y lento, se presentan en zonas superficiales de un talud o ladera”

Para Estrada (2014), deslizamiento de tipo superficial se usa en palabra inglesa “creep”, es el tipo de falla que afecta a grandes áreas de terreno y es producido sin una transición violenta entre la porción superficial móvil y la masa inmóvil más profunda, no se presencia una superficie de falla definida.

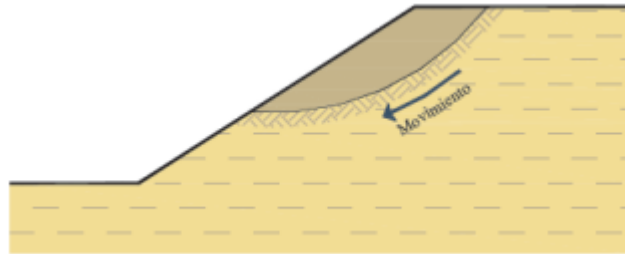


**Figura 8.** Falla de Tipo Deslizamiento Superficial (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014).

#### 2.2.2.2.2. Fallas por rotación

##### Falla local.

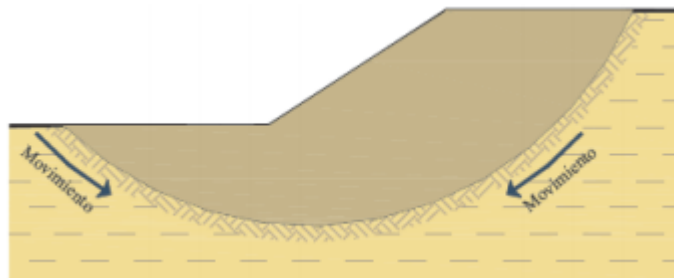
Según, Estrada (2014) “es cuando la superficie de falla 1secciona al plano inclinado de talud entre el hombro y la corona sin afectar al pie del talud” (p. 21)



**Figura 9.** Falla Local (2014).

##### Falla de base.

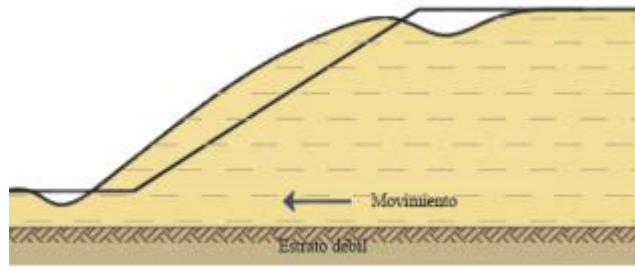
Según, Estrada (2014) “Es cuando la superficie de falla secciona al plano horizontal afectando toda la geometría del talud y presenta mayor profundidad” (p. 21)



**Figura 10.** Falla de Base (Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014).

#### 2.2.2.2.2. Fallas por traslación

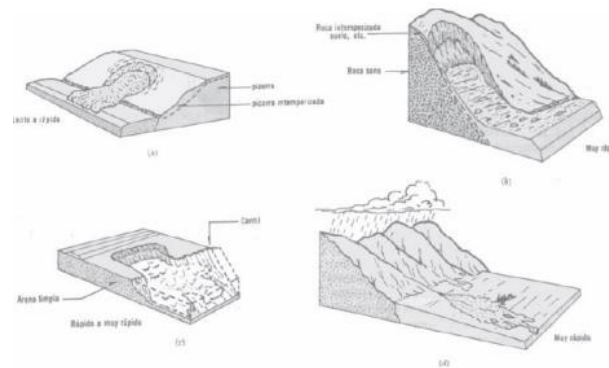
Según, Estrada (2014), “es cuando presenta un movimiento importante del cuerpo de talud sobre la superficie plana asociada a capas poco resistentes localizada cerca al pie del talud. El área de falla se desenvuelve paralela a la gradación de suelos débiles, terminado sobre planos de agrietamientos verticales.” (p. 22)



**Figura 11.** Falla por Rotacion (*Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014*)

### 2.2.2.2. Fallas por flujo

Según, Estrada (2014) Es cuando el deslizamiento es relativamente rápido de una parte del talud, de tal manera que este tipo de movimiento corresponden al comportamiento de un líquido viscoso, no es posible distinguir la superficie de deslizamiento debido a que este fenómeno ocurre en un tiempo muy breve. Este tipo de fallas ocurren mayormente en taludes con superficies no consolidados.” (p.22)



**Figura 12.** Falla por Flujo en Materiales Húmedos (*Estrada Bautista & Soberanis Bello, 2014*).

### 2.2.3. Factor de seguridad.

Mateo (2016) El factor de seguridad en taludes está definida en relación de resistencia al corte del suelo ( $\tau_f$ ) y el esfuerzo de corte movilizado ( $\tau_d$ ) a lo extenso de la superficie de falla (p. 21); representado con la siguiente formula:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (Ec. 9.2)$$

Dónde:

$FS$  = Factor de seguridad en taludes

$\tau_f$  = Resistencia al corte del suelo

$\tau_d$  = Esfuerzo de corte movilizado

Según Mesa (2020) “El factor de seguridad es en función al tipo de obra, en terraplenes carreteros el FS es de 1.5 para los análisis estáticos, dato mínimo que se considera para que el talud ofrezca seguridad en cuanto a su estabilidad” (p. 2).

RNE, (2012), “el factor de seguridad mínimo en taludes para solicitaciones estáticas debe ser de 1.5 y para solicitaciones sísmicas de 1.25.” (p. 6)

### 2.2.3. Modelo de simulación

La simulación del presente trabajo de investigación se desarrollará con la ayuda del software Roscience Slide que ayudará a encontrar datos cercanos a las óptimas.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Anclaje.** Es un dispositivo que tiene la capacidad de transferir cargas de tracción aplicadas a un estrato del suelo con una mayor capacidad de soporte. Rivas (2020) P.16

**Anclaje Activo.** Es el anclaje tensado durante su proceso de instalación, sometiendo una fuerza de tensión adicional al del suelo. RNE-E.050 (2018) p.2

**Bulbo.** Es la parte del ancla que se fija a la masa del suelo o roca con un material cementante. El bulbo toma el esfuerzo del cabezal del anclaje mediante del tramo libre y la transmite al suelo adyacente. RNE-E.050 (2018) p.2

**Bulbo de Presiones.** Conocido también como el bulbo de conocido como bulbo de esfuerzos, es la parte del anclaje que va ubicado bajo la superficie cargada. Esfuerzos. RNE-E.050 (2018) p.2

**Cabezal.** Forma parte del ancla que está ubicado sobre la superficie, posee una fijación en la pantalla, la fuerza es transmitida hacia el bulbo del anclaje. RNE-E.050 (2018) p.2

**Capacidad de Carga.** Se dice que es la presión de carga producente una falla por corte al suelo u otra estructura sin factor de seguridad. RNE-E.050 (2018) p.2

**Carga nominal.** Es la carga de proyecto, habitualmente emanada en los cálculos de estabilidad de la estructura anclada. Oteo (2001) p.8

**Coefficientes de mayoración:** Son las dimensiones por las que se duplica la carga nominal del anclaje, para poseer en cuenta el contexto de cálculo y el tipo de obra y de esfuerzo actuante. Oteo (2001) p.8

**Coefficientes es de minoración.** Son las dimensiones por las que se fraccionan los parámetros resistentes del tirante y del bulbo, llevando en cuenta el tipo de anclaje. Oteo (2001) p.8

**Inyección.** Proceso de la ejecución de un anclaje, que admite transmitir la tensión del tirante al terreno mediante la zona de bulbo. Usualmente se efectúa en la perforación, antes del tesado del anclaje. Oteo (2001) p.9

**Volcamientos.** Es el movimiento rotacional en la parte de la corona del talud de varias unidades por consecuencias de la gravedad, fuerzas desestabilizadoras o fluidos en las grietas. Ruge (2015) p.19

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método y alcance de la investigación.**

##### **3.1.1. Método**

Salinas & Pérez (1991) considera que “El método de investigación científica consigue resumirse en esas 03 condiciones: mística, disciplina y curiosidad (p. 11)

La presente investigación se inició con la observación directa del talud (curiosidad), elaboración de un plan metodológico (disciplina) y perseverancia constante durante la elaboración del trabajo de investigación.

Bajo estas consideraciones, en la actual investigación se aplicó el método **científico**.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

Ñaupas (2018), “Que el tipo de investigación aplicada es aquella que se basa de la exploración básica, pura o primordial está orientada a solucionar los problemas sociales de una colectividad, salud, educación, seguridad, corrupción, etc.” (p. 136)

Bajo estas consideraciones, la presente investigación se clasifica del tipo **aplicada**.

### **3.1.3. Nivel de investigación.**

Jiménez Paneque (1988), considera que “Los estudios definibles inician de problemas bien reconocidos en los cuales es forzoso el conocimiento de relaciones causa- efecto.” (p. 22)

El presente trabajo de investigación pretende relacionar causa – efecto, y consiste en la formulación de hipótesis. Bajo esta premisa la actual investigación es de nivel **explicativo**.

### **3.2. Diseño de investigación.**

Ñaupas (2018) “La investigación de diseño comparativo es cuando en una primera fase se recolectan y analizan los datos cualitativos para explorar un fenómeno, generándose una base de datos; en una segunda fase de recolectan y analizan los datos cuantitativos y se obtiene otra base de datos” (p. 401).

Bajo esta premisa, el diseño a aplicar en el actual trabajo de investigación será **comparativo**

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

#### **3.3.1. Población**

Ñaupas (2018) define la población como “el general de las unidades de estudio, que sujetan las peculiaridades requeridas, para ser consideradas como tales” (p. 334)

En la actual investigación la población conformará por los taludes de km 3+280 hasta la progresiva 3+680 km de la vía de comunicación Chojata – Moquegua.

#### **3.3.2. Muestra**

Ander-Egg (1995) define la muestra “una parte representante de una población, que se obtiene con la finalidad de realizar la investigación de sus características”

En la presente investigación la muestra estará conformada por 03 taludes ubicados en las siguientes progresivas: km 3+280, km 3+440 y km 3+680 de la carretera Chojata - Moquegua

### **3.3.3. Muestreo no probabilístico intencional**

Según Otzen (2017) el muestreo no probabilístico intencional “Es el muestreo que permite realizar la elección en casos característicos de una población finita. se aplica donde la población es muy variable por ello la muestra es muy pequeña”

En la actual investigación se empleó el muestreo no *probabilístico intencional*.

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

#### **3.4.1. Técnica: Observación Directa.**

Para Ñaupas (2018), “Es aquella que se instituye entre el investigador y el objeto investigado” (p. 283)

En la actual investigación se aplicará como instrumento la *observación directa* para la compilación de la información.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: Fichas de recopilación de información.**

Para Robledo (2006) las fichas de recopilación de información “Son los materiales que ayudan el registro e identificación de los medios de información, así como el acaparamiento de datos o evidencias” (p. 68)

Por ello en la presente investigación se utilizó las fichas de recopilación de información, trabajos realizados en campo.

#### **3.4.3. Validez.**

Según Escobar (2008), la validez por juicio de expertos lo concreta “como una opinión informada de profesionales con trayectoria en el tema, profesionales que son reconocidas por los demás como expertos competentes en el tema” (P. 29) Los instrumentales de investigación se admitieron mediante el juicio de expertos.



**Tabla 4.3***Rango de validez*

Rangos de validez	Interpretación
0.530 a menos	Validez nula
0.540 a 0.590	Validez baja
0.600 a 0.650	Válida
0.660 a 0.710	Muy válida
0.720 a 0.990	Excelente validez
1.000	Validez perfecta

Fuente: Adaptado de Oseda (2015)

**Tabla 4.3** La validez de adjunto de la herramienta de las variables Anclajes Metálicos y estabilización de taludes por juicio de expertos.

**Tabla 5.3***Juicio de expertos*

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing. Magister	Agusto Coaguila Ramos	249450	0.856
2	Ingeniero civil	Roberto Esteban Nina García	139696	0.914
3	Ingeniero civil	Christian Robert Tapia Larino	176663	0.939

Fuente: Propio

La validez promedio en la presente investigación por Juicio de expertos alcanza a 0.903, el cual según la tabla 6.3 se interpreta como validez muy alta

### 3.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad es definida ordinariamente con la determinación de Alfa Cronbach. Tal como determina el autor Oviedo & Campo (2005) “Es un índice utilizado para calcular la confiabilidad del tipo consistencia interna de una escala, es decir, para valorar la dimensión en que los ítems de un instrumento están ordenados.”

La confiabilidad en la presente investigación se determina mediante la prueba de Alfa de Cronbach. Se debe considerar una tabla para la interpretación de la validez según rangos y magnitud de valores.

**Tabla 6.3**

*Rangos de confiabilidad.*

<b>Rangos de confiabilidad</b>	<b>Interpretación</b>
0.810 a 1.000	Muy alta
0.610 a 0.800	Alta
0.410 a 0.600	Moderada
0.210 a 0.400	Baja
0.010 a 0.200	Muy baja

Fuente: Adaptado de Ruíz (2016)

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados de tratamiento y análisis de la información

##### 4.1.1 Cuantificar el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos.

###### 4.1.1.1. Estudio topográfico del talud.

En el actual trabajo de investigación se ha desarrollado el trabajo del estudio topográfico con el objeto de especificar las progresivas de los taludes, las curvas de nivel, y las secciones transversales para analizar las pendientes que tiene los taludes. El ancho de calzada de la carretera de Chojata - Moquegua varía entre 3.50 mts y 3.80 mts (01 carril); los taludes vulnerables a deslizamientos son los taludes superiores de la carretera.

**Tabla 6.4**

*Tabla de coordenadas de BMs*

<b>CODIGO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
BM-1	8187241.69	315627.633	3670.969	Hito de concreto
BM-2	8187231.142	315650.537	3672.246	Hito de concreto
BM-3	8187232.019	315117.087	3675.937	Hito de concreto

**Fuente:** Elaboración propia

### Sección de la progresiva 3+280 km

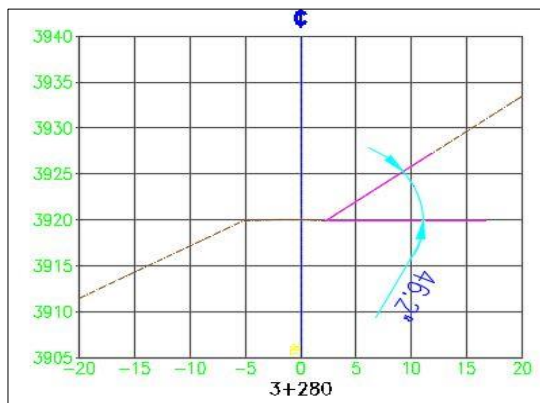


Figura 13. Sección Transversal de Talud N° 01.

Fuente: Elaboración Propia.

### Sección de la progresiva 3+440 km

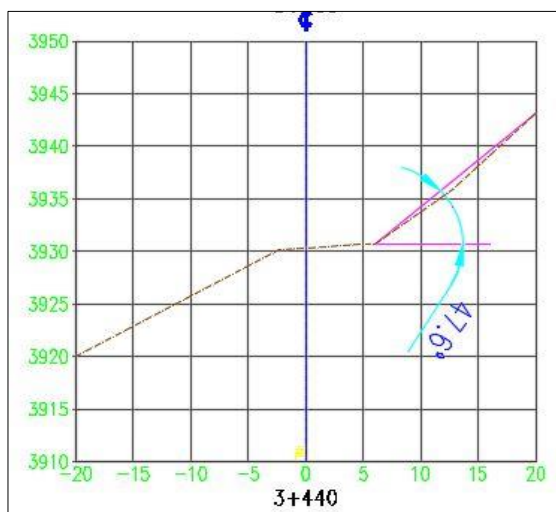
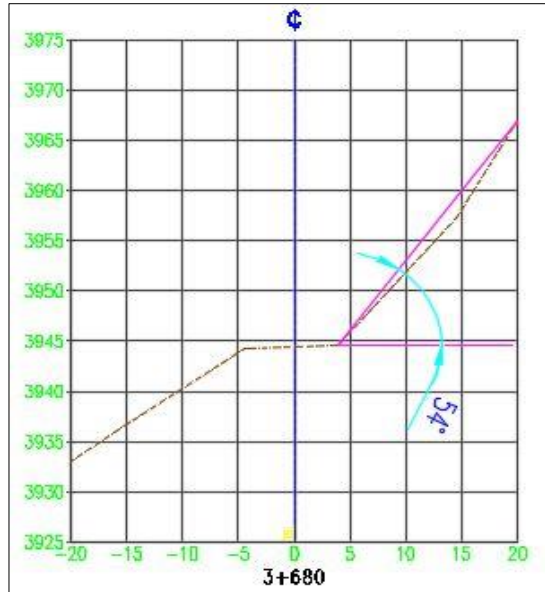


Figura 14. Sección Transversal de Talud N° 02.

Fuente: Elaboración Propia.

### Sección de la progresiva 3+680 km



**Figura 15.** Sección Transversal de Talud N° 03.

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 7.4**

*Ángulo de talud N°01, N°02 Y N°03*

Progresiva	Medición del ángulo de talud		Ángulo promedio
	Topografía – AutoCAD civil 3D	Eclímetro	
3+280	46.20°	46.65°	46.43°
3+440	47.60°	47.84°	47.72°
3+680	54.00°	55.16°	54.58°

*Fuente:* Elaboración propia

Análisis granulométrico de las muestras de los suelos de 03 calicatas

**Tabla 8.4**

*Resultados del ensayo de granulometría*

CALICATA	PROGRESIVA	GRAVA %	ARENA %	FINO %
C-1	3+280	34.74%	41.75%	23.51%
C-2	3+440	24.88%	46.76%	28.36%
C-3	3+680	23.97%	41.52%	24.51%

*Fuente:* Elaboración propia

Análisis de límites de Atterberg de suelos.

**Tabla 9.4**

*Resultados del ensayo de límites de Atterberg*

<b>CALICATA</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>L. LIQUIDO (%)</b>	<b>L. PLASTICO (%)</b>
C-1	3+280	35.35%	22.34%
C-2	3+440	30.06%	15.48%
C-3	3+680	32.50%	22.05%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Determinación de los tipos de falla que se presentan en taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos.



**Figura 16.** Falla Superficial.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Esquematiza el tipo de falla superficial porque presenta una capa de suelo sobre un estrato, que por contextos geológicas es susceptible al deslizamiento superficial con caída de masas de tierra y rocas; Esto es concordante con la definición de Estrada (2014) mostrados en numeral 2.2.2.2.



**Figura 17.** Falla por Rotacion.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Esquematiza el tipo de falla por rotación - falla local porque la falla está localizada entre la corona y el hombro del talud sin afectar el pie, el deslizamiento consiste caída de masas de tierra y roca de la cabecera de talud; Esto es concordante con la definición de Estrada (2014) mostrados en numeral 2.2.2.2.



**Figura 18.** Falla Superficial Local.

**Fuente:** Elaboración Propia

Esquematiza la falla superficial local entre la corona y el hombro del talud sin afectar el pie, el deslizamiento consiste caída de masas de tierra y roca de la cabecera de talud; Esto es concordante con la definición de Estrada (2014) mostrados en numeral 2.2.2.2.

### 4.1.3 Cuantificación del factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos.

Determinación de cohesión, peso específico y ángulo de fricción interna de la muestra de las 03 calicatas.

**Tabla 10.4**

*Resultados de densidad de suelos:*

Progresiva	Calicata	Peso específico (KN/m <sup>3</sup> )	
		E. seco	E. húmedo
3+280	C-1	17.72	18.30
3+440	C-2	17.11	17.90
3+680	C-3	17.06	17.80

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.4**

*Resultados de cohesión de suelos*

Progresiva	Calicata	Cohesión (KN/m <sup>2</sup> )	
		E. seco	E. húmedo
3+280	C-1	12.98	8.86
3+440	C-2	13.42	9.82
3+680	C-3	13.47	9.95

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.4**

*Resultados de ángulo de fricción interna*

Progresiva	Calicata	Angulo de fricción interna (°)	
		E. seco	E. húmedo
3+280	C-1	23.50	22.80
3+440	C-2	23.92	23.32
3+680	C-3	23.91	23.30

Fuente: Elaboración propia



## Factor de seguridad

**Tabla 13.4**

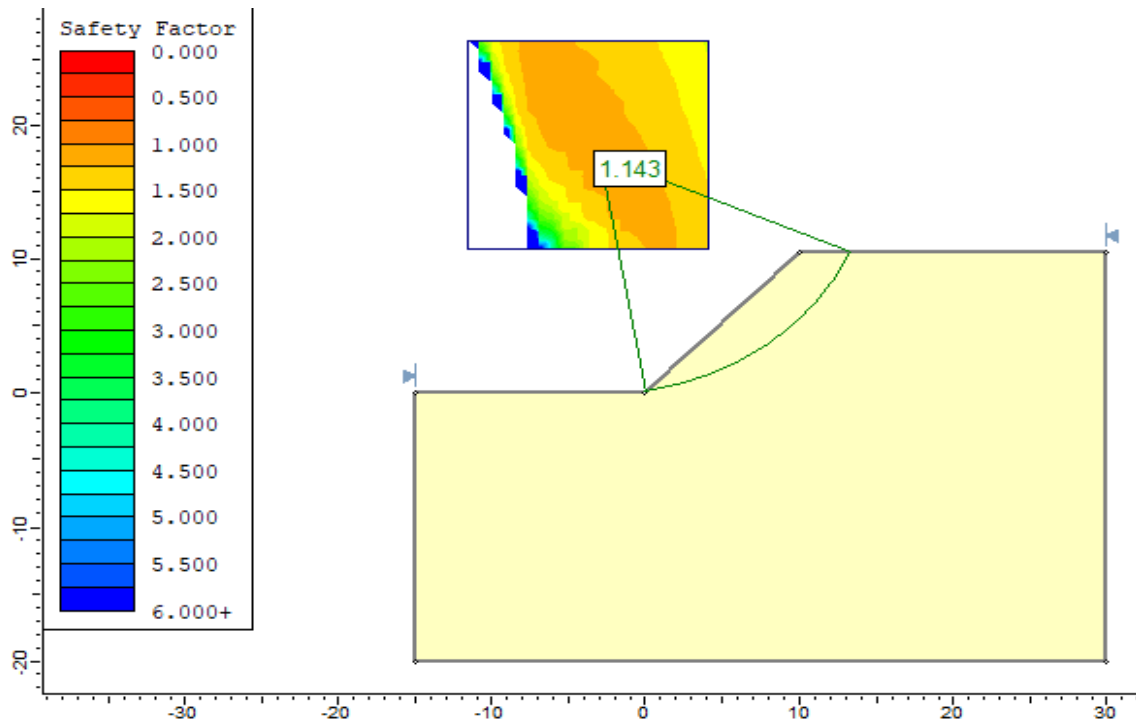
Factor de seguridad de los 3 taludes sin ninguna sollicitación de estabilización

Talud N°	Progresiva	FS inicial				Observaciones
		E. seco	E. húmedo	E. seco - sismo	E. húmedo-sismo	
01	3+280	1.143	0.942	0.949	0.778	Inestable
02	3+440	1.027	0.865	0.858	0.721	Inestable
03	3+680	0.923	0.786	0.788	0.665	Inestable

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de estabilidad de talud 1 – E. seco

- ✓ Peso específico: 17.72 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 12.98 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.50°

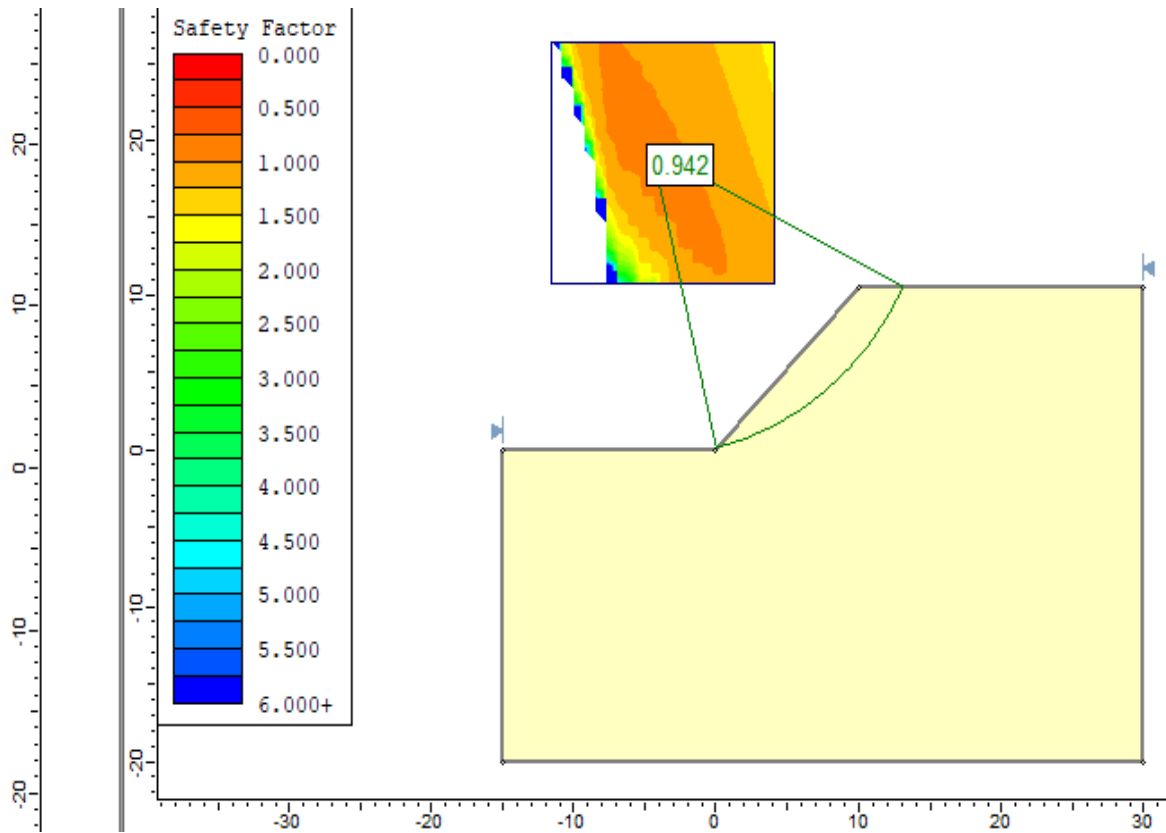


**Figura 19.** F.S. de Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Seco.

Fuente: Elaboración Propia.

### Análisis de estabilidad de talud 1 – E. húmedo

- ✓ Peso específico: 18.30 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 8.86 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 22.80°

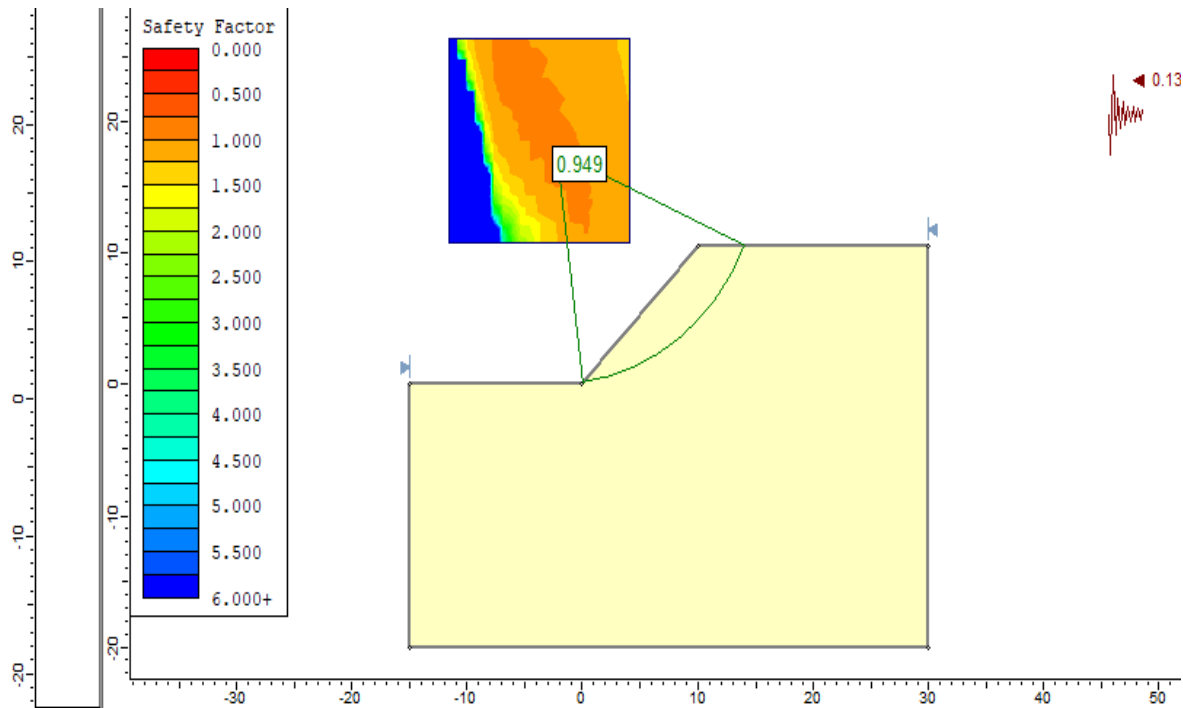


**Figura 20.** F.S. Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Sondición Húmedo.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### Análisis de estabilidad de talud 1 – E. seco con sismo

- ✓ Peso específico: 17.72 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 12.98 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.50°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g

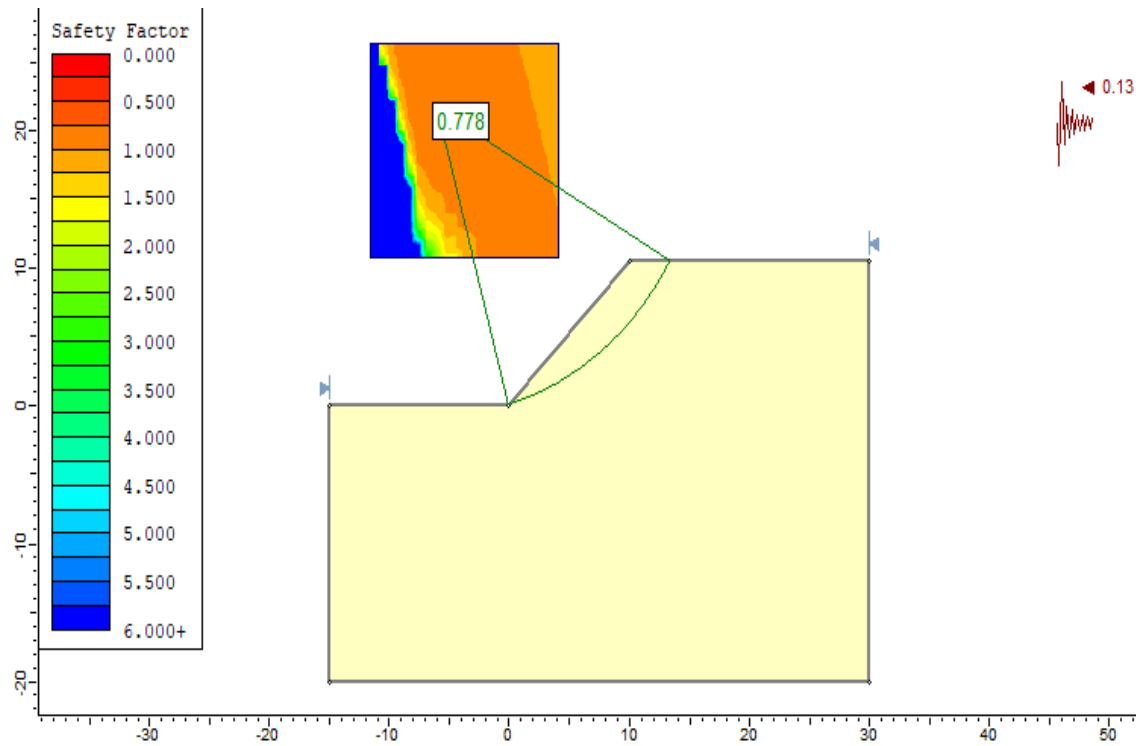


**Figura 21.** F.S. del Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.

**Fuente:** Elaboración Propia

### Análisis de estabilidad de talud 1 – E. húmedo - sismo

- ✓ Peso específico: 18.30 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 8.86 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 22.80°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g

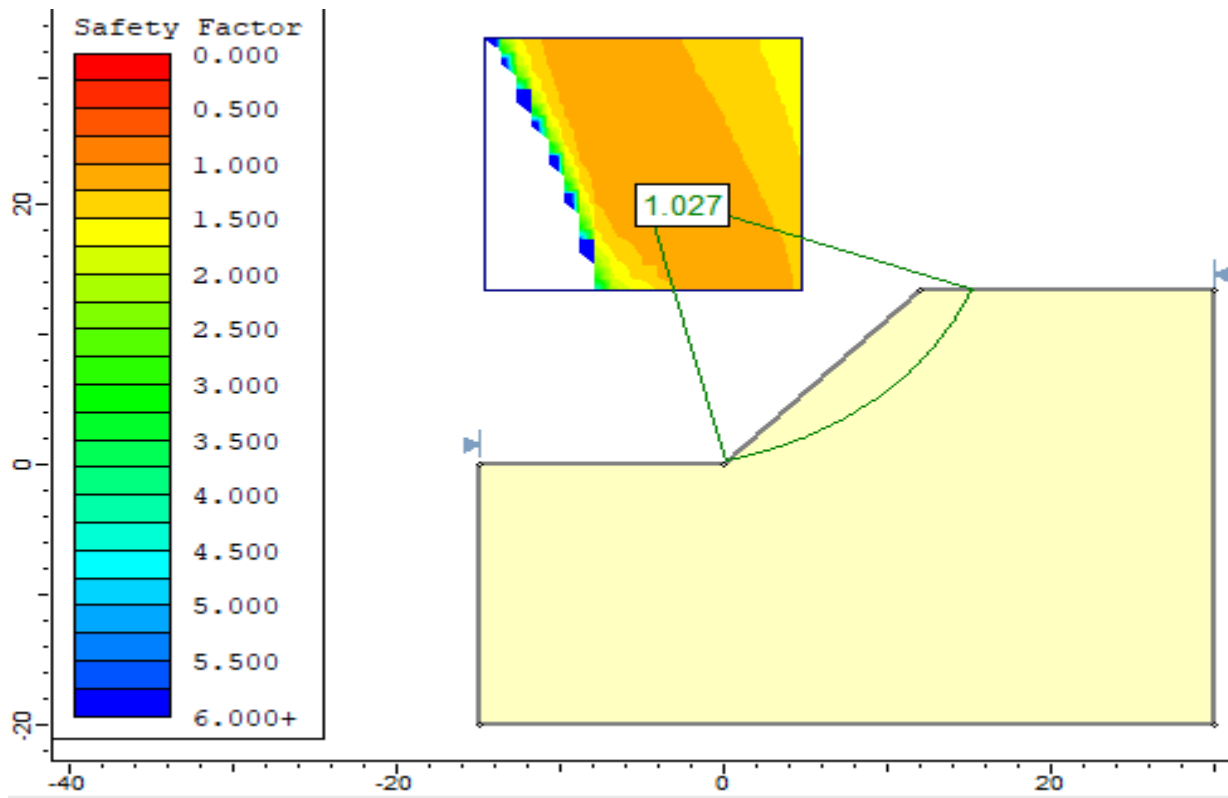


**Figura 22.** F.S. Talud N° 01 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo – Sismo.

**Fuente:** Elaboración Propia

### Análisis de estabilidad de talud 2 – E. seco

- ✓ Peso específico: 17.11 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 13.42 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Ángulo de fricción: 23.92°

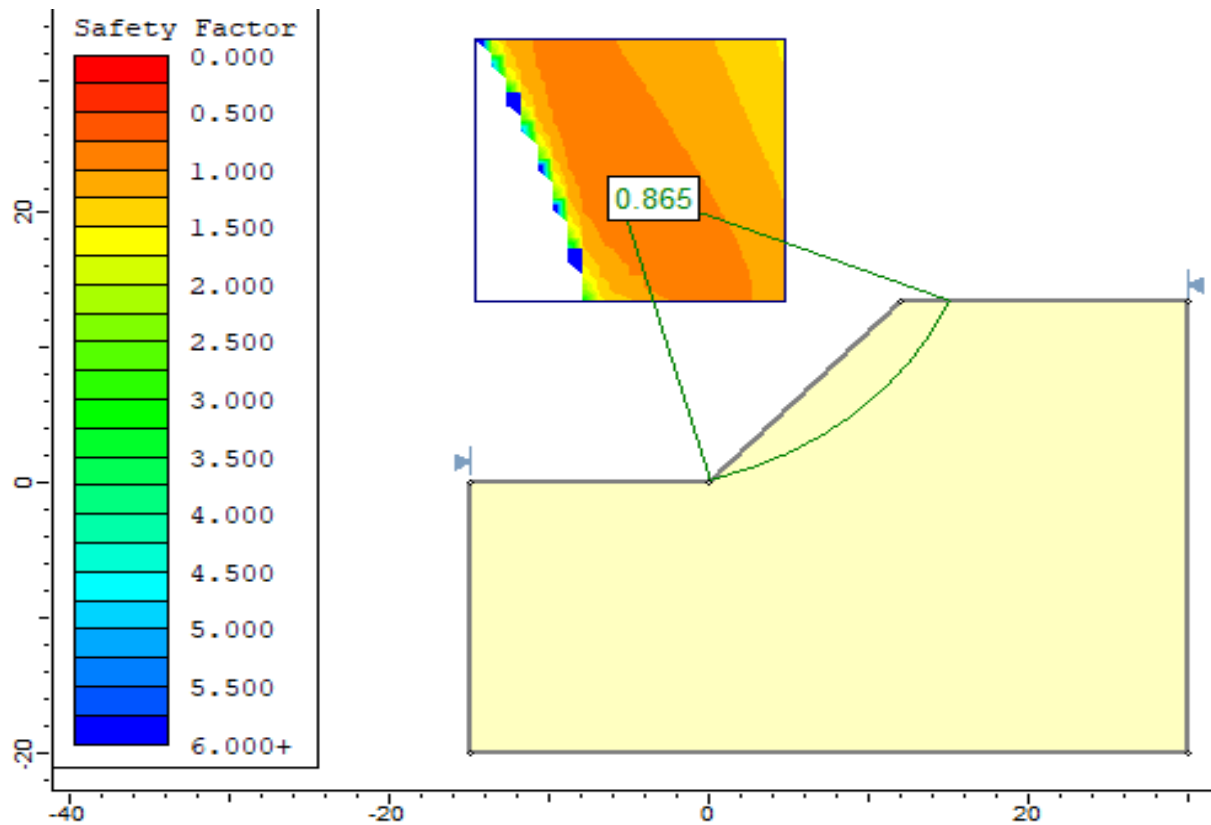


*Figura 23.* F. S. Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Seco.

*Fuente:* Elaboración Propia

## Análisis de estabilidad de talud 2 – E. húmedo

- ✓ Peso específico: 18.30 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 9.82 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.32°

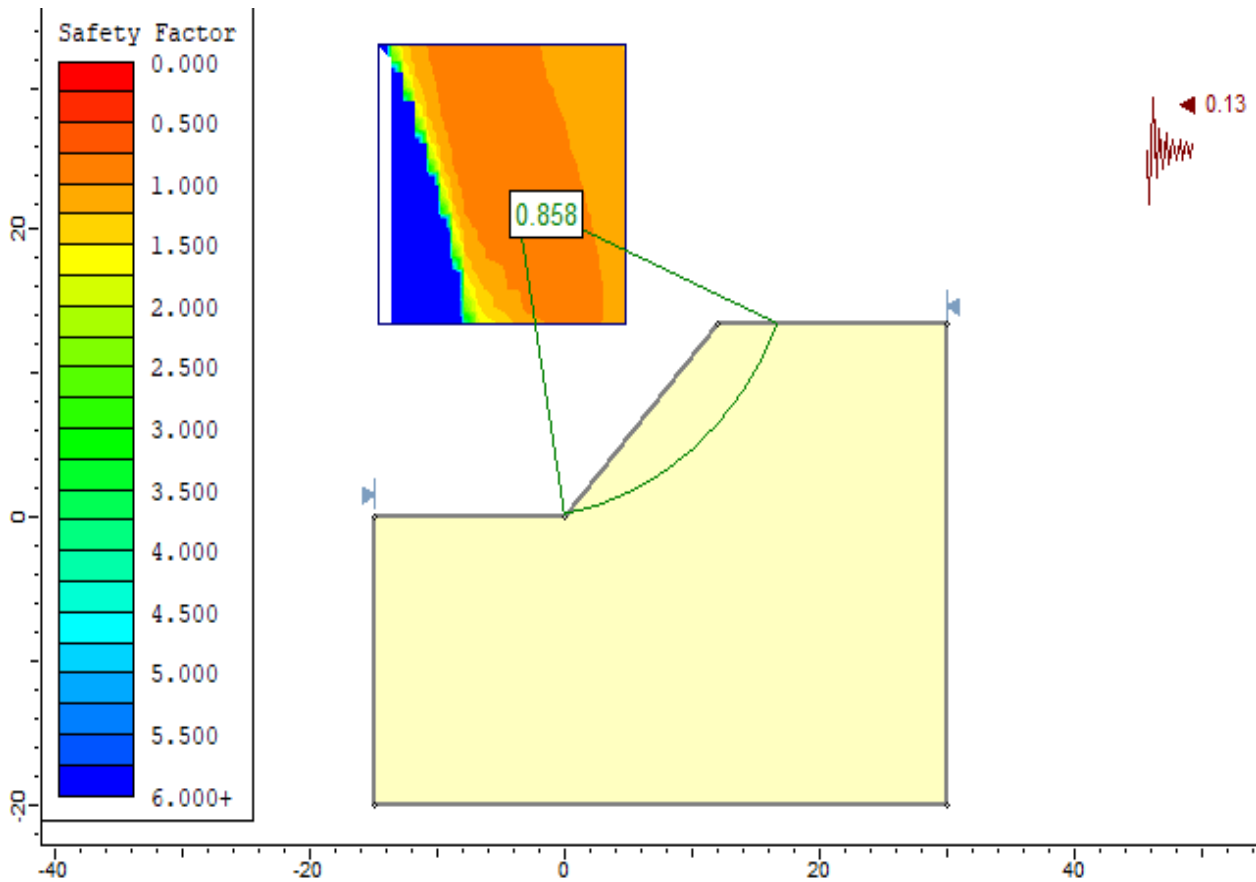


**Figura 24.** F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo

**Fuente:** Elaboración Propia

## Análisis de estabilidad de talud 2 – E. seco – sismo

- ✓ Peso específico: 17.11 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 13.42 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.92°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g



**Figura 25.** F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.

**Fuente:** Elaboración Propia

## Análisis de estabilidad de talud 2 – E. húmedo - sismo

- ✓ Peso específico: 18.30 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 9.82 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.32°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g

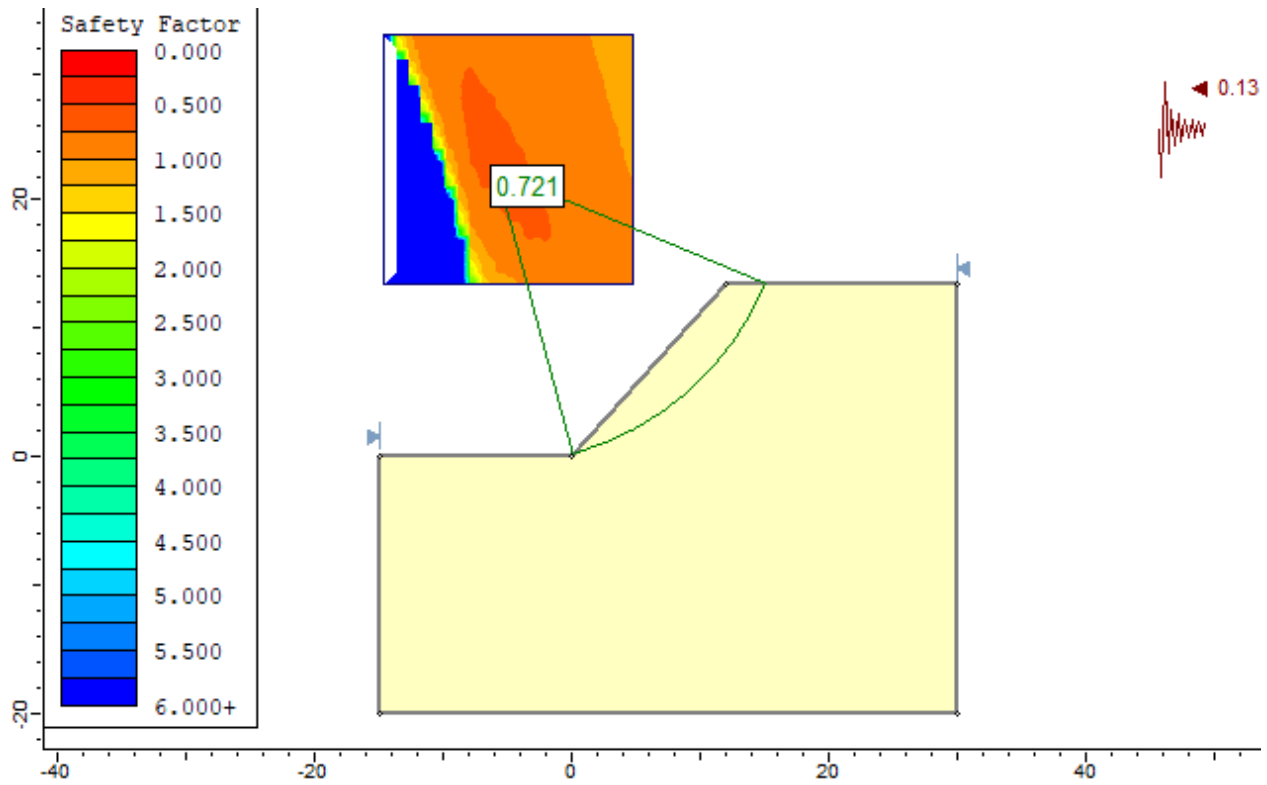


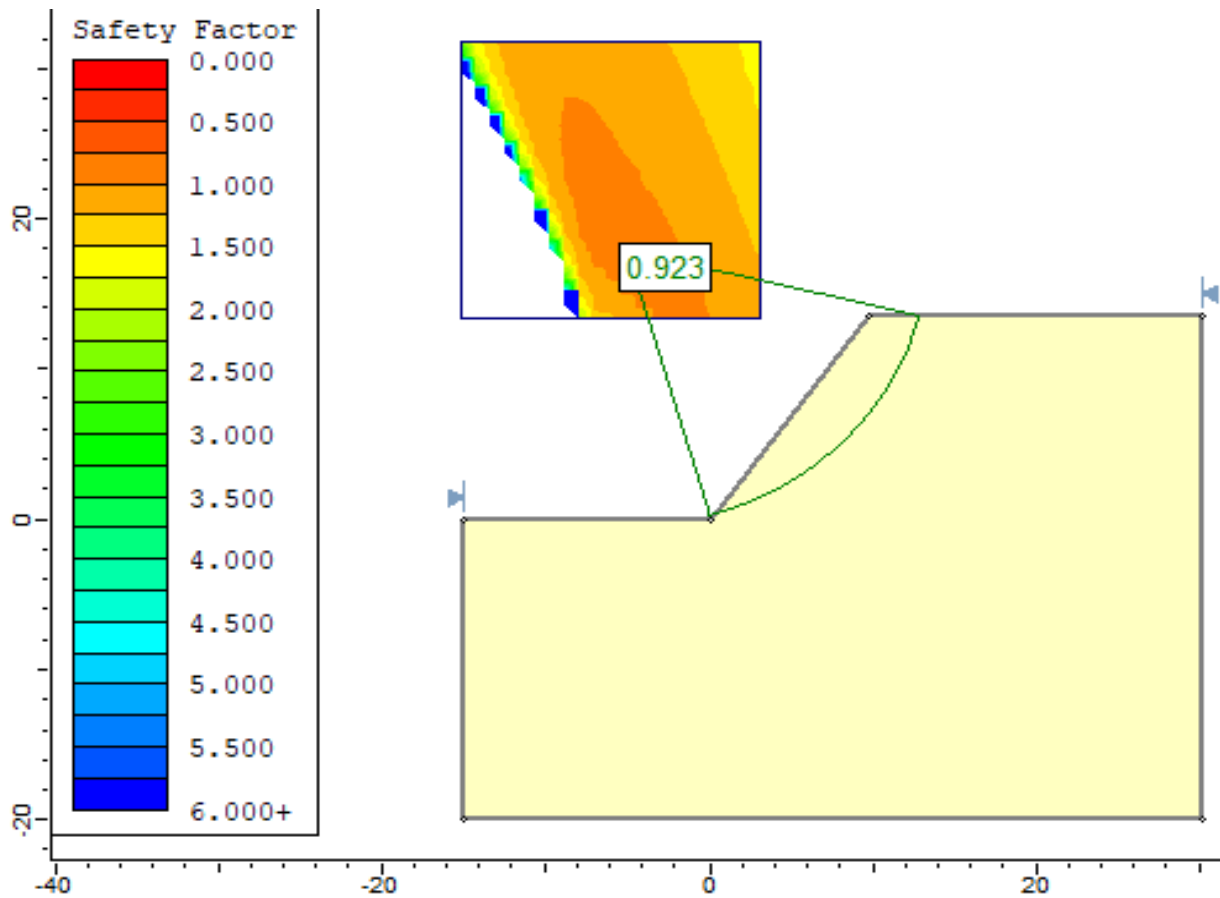
Figura 26. F.S. de Talud N° 02 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo - Sismo

Fuente: Elaboración Propia



### Análisis de estabilidad de talud 3– E. seco

- ✓ Peso específico: 17.06 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 13.47 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.91°

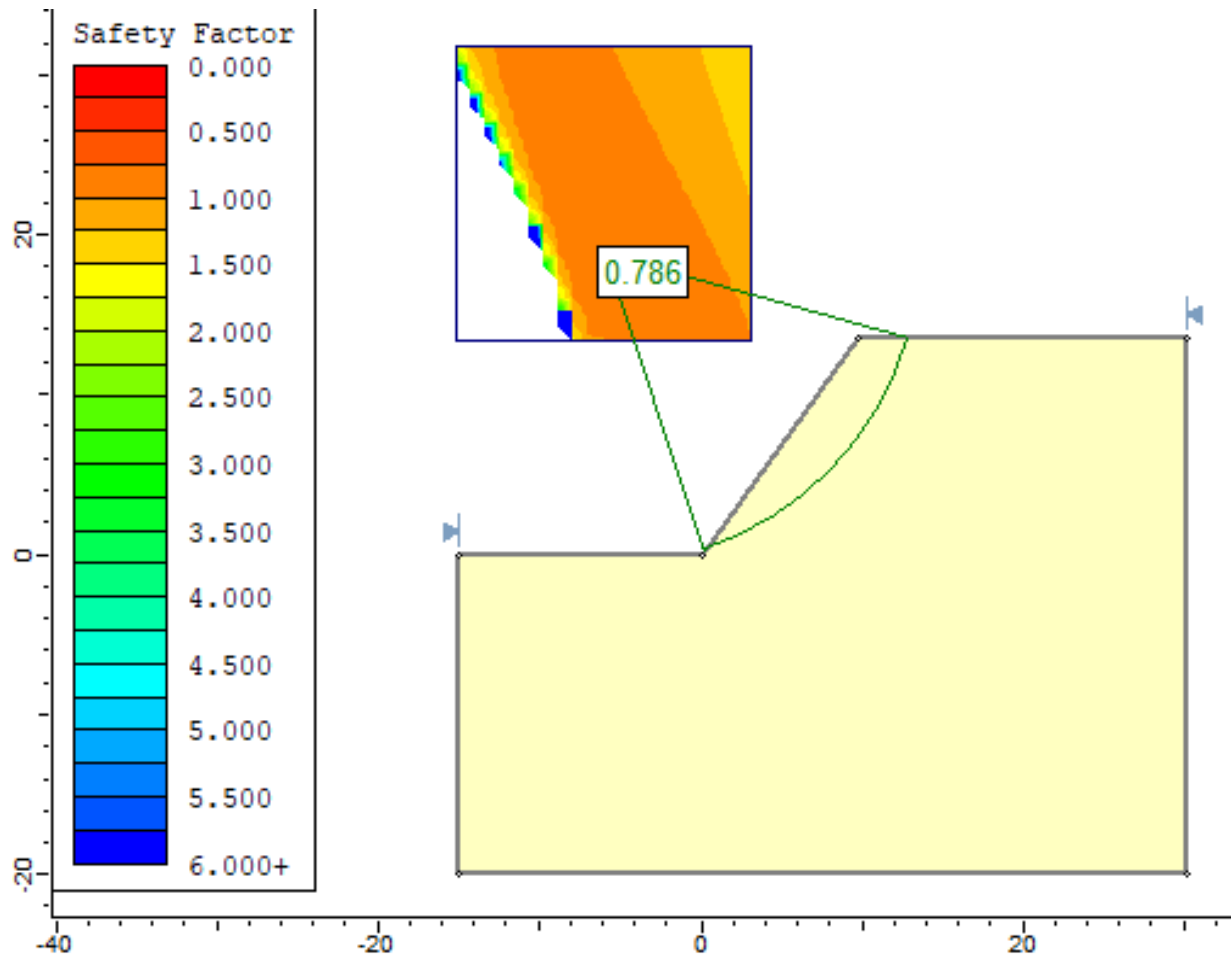


*Figura 27.* F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Seco.

*Fuente:* Elaboración Propia

### Análisis de estabilidad de talud 3 – E. húmedo

- ✓ Peso específico: 17.80 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 9.95 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.30°



*Figura 28.* F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo.

*Fuente:* Elaboración Propia

### Análisis de estabilidad de talud 3 – E. seco - sismo

- ✓ Peso específico: 17.06 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 13.47 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.91°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g

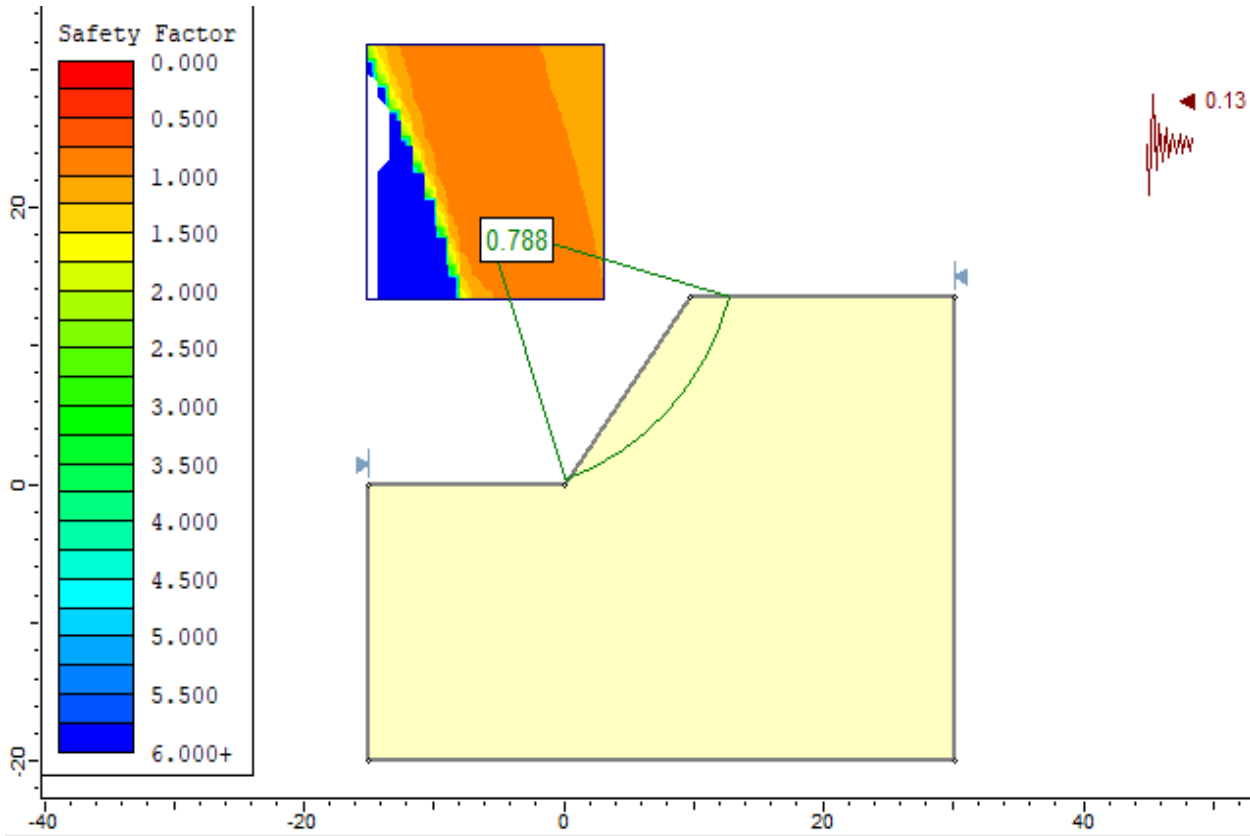
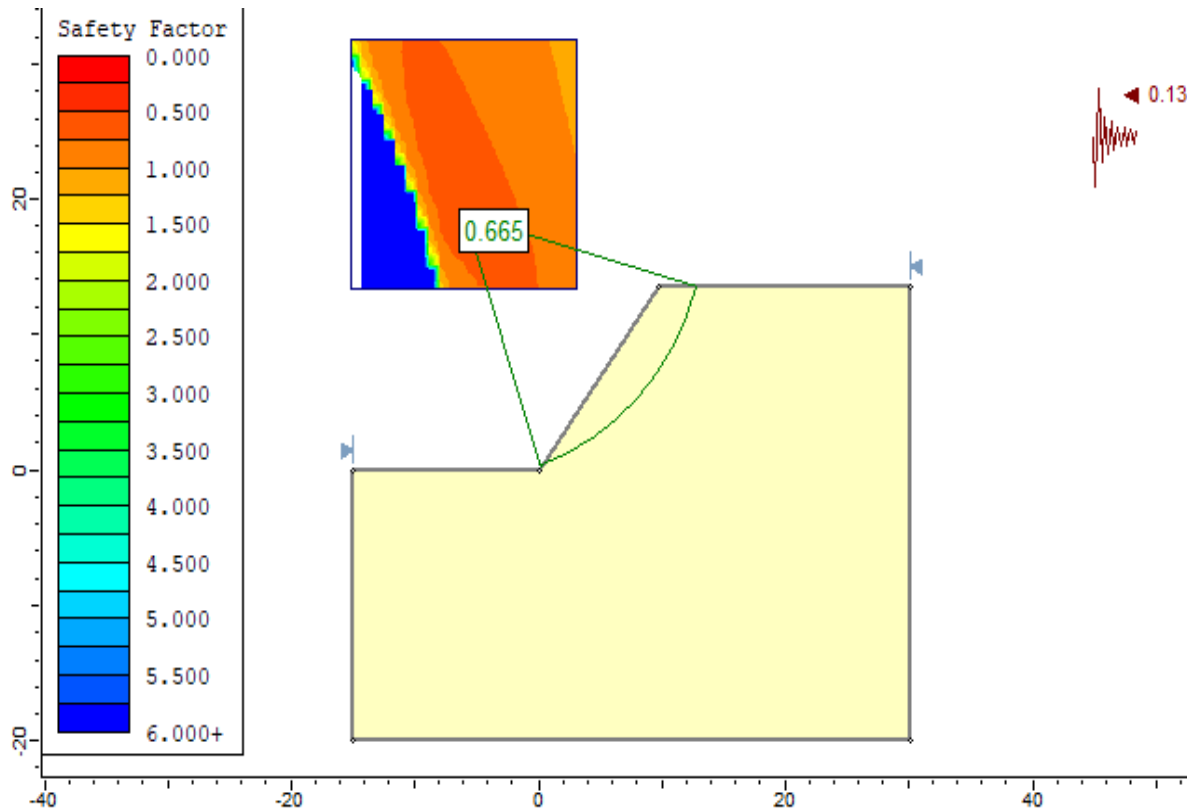


Figura 29. F.S. de Talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Seco - Sismo.

Fuente: Elaboración Propia.

### Análisis de estabilidad de talud 3 – E. húmedo - sismo

- ✓ Peso específico: 17.80 KN/m<sup>3</sup>
- ✓ Cohesión: 9.95 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Angulo de fricción: 23.30°
- ✓ Coeficiente lateral de sismo: 0.13 g



**Figura 30.** F.S. de talud N° 03 con Propiedades del Suelo en Condición Húmedo – Sismo.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Factor de seguridad con la colocación de anclajes a diferente ángulo en suelo húmedo con sismo.**

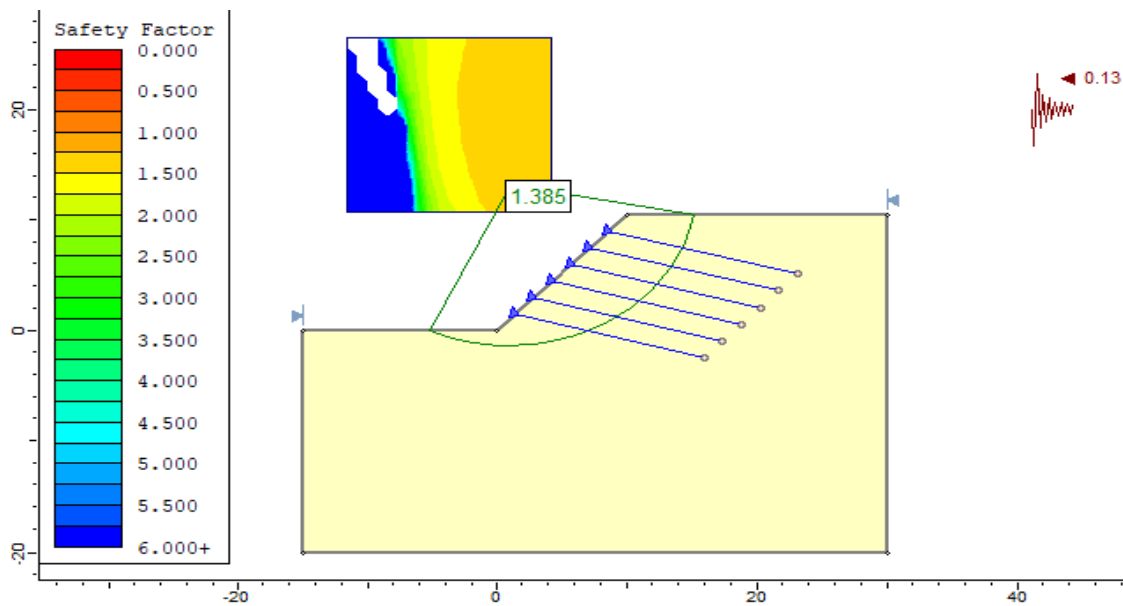
**Tabla 14.4**

*Factor de seguridad con diferentes ángulos de anclajes con carga de 100 KN*

Talud N° 01		Talud N° 02		Talud N° 03	
∠ anclaje (°)	FS	∠ anclaje (°)	FS	∠ anclaje (°)	FS
35	1.323	35	1.192	35	1.130
30	1.346	30	1.226	30	1.174
25	1.362	25	1.241	25	1.212
20	1.372	20	1.251	20	1.237
15	1.385	15	1.260	15	1.242
10	1.336	10	1.203	14	1.253
				10	1.224

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15.4 se muestra el Factor de Seguridad en los tres taludes húmedos con solicitaciones dinámicas a distintos ángulos de anclajes y en ello se visualiza que se encuentra sobre el margen mínimo que establece la norma (RNE-E.050, 2018) “El factor de seguridad mínimo en taludes para solicitaciones estáticas debe ser de 1.5 y para solicitaciones sísmicas de 1.25.



**Figura 31.** F.S. con el Angulo de Anclaj Optimo en Slide - Talud N° 01.

Fuente: Elaboración Propia.

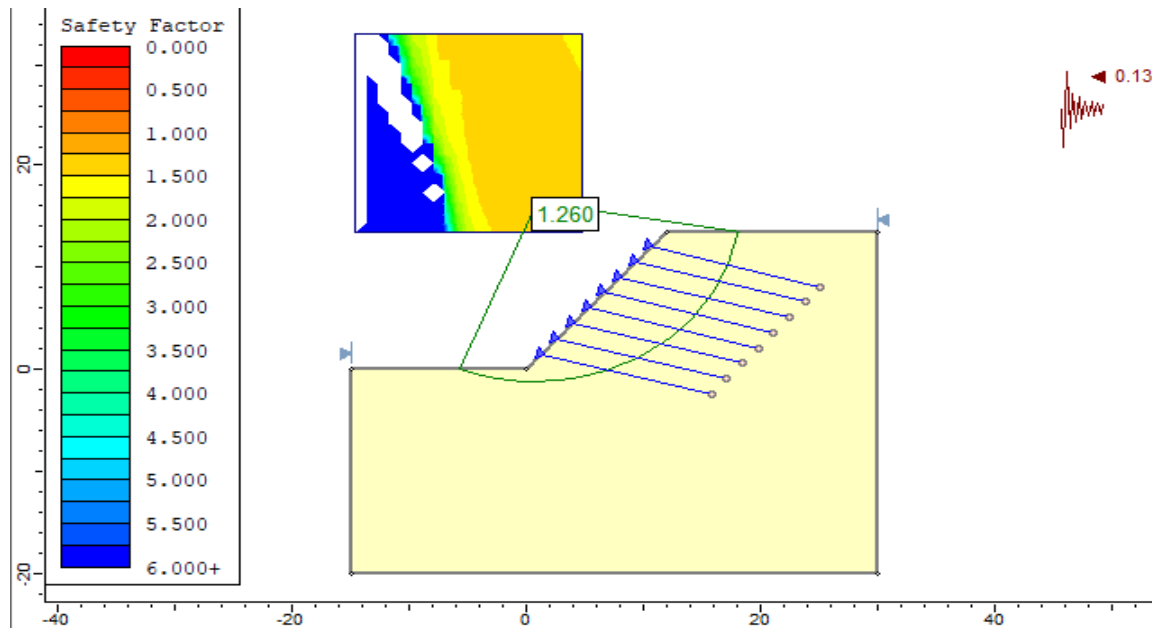


Figura 32. F.S. con el ángulo Óptimo en Slide - Talud N° 02.

Fuente: Elaboración Propia.

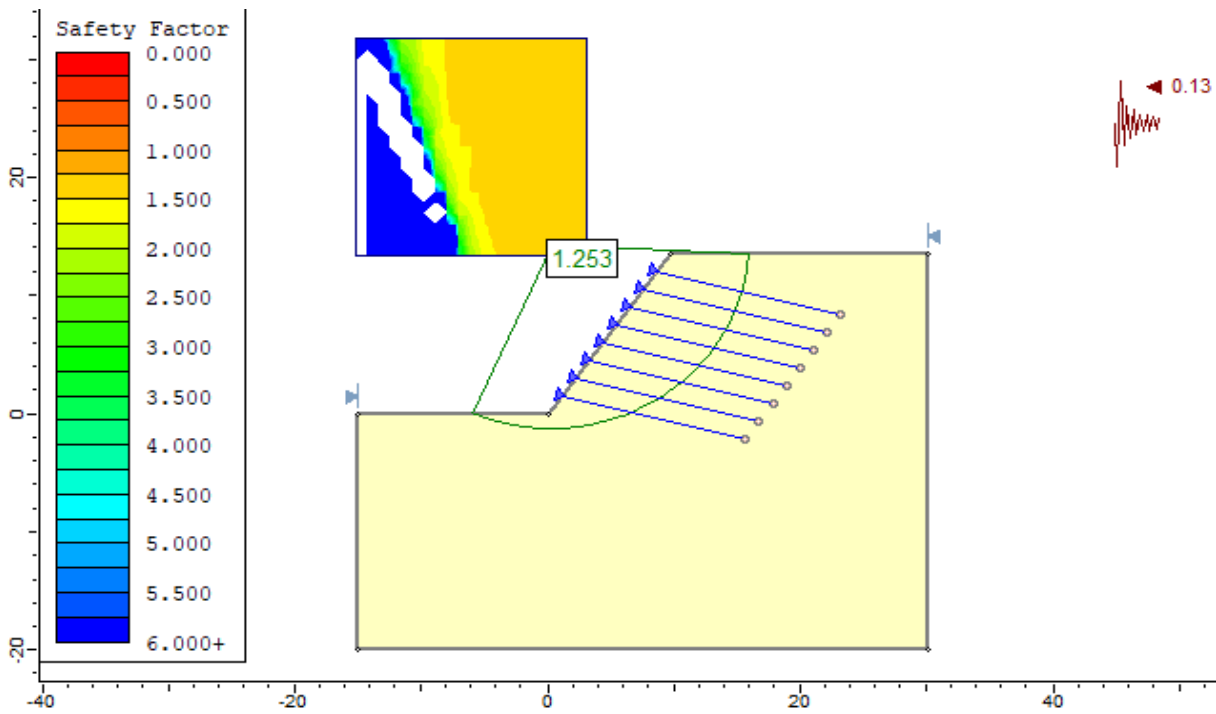


Figura 33. F.S. con el Ángulo de Anclaje Óptimo de Slide - Talud N° 03.

*Fuente:* Elaboración Propia

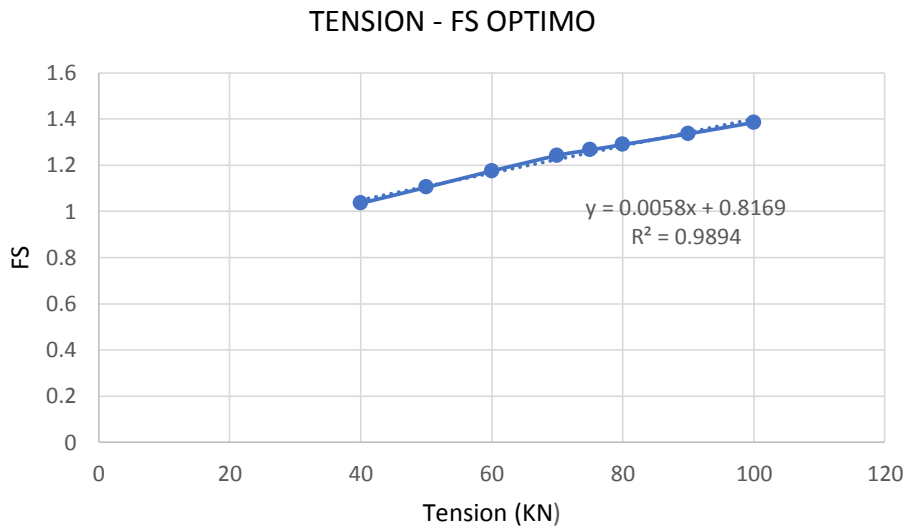
**Factor de seguridad con la colocación de anclajes a cargas diferentes.**

**Tabla 15.4**

*Factor de seguridad con diferentes cargas de tensión en los anclajes*

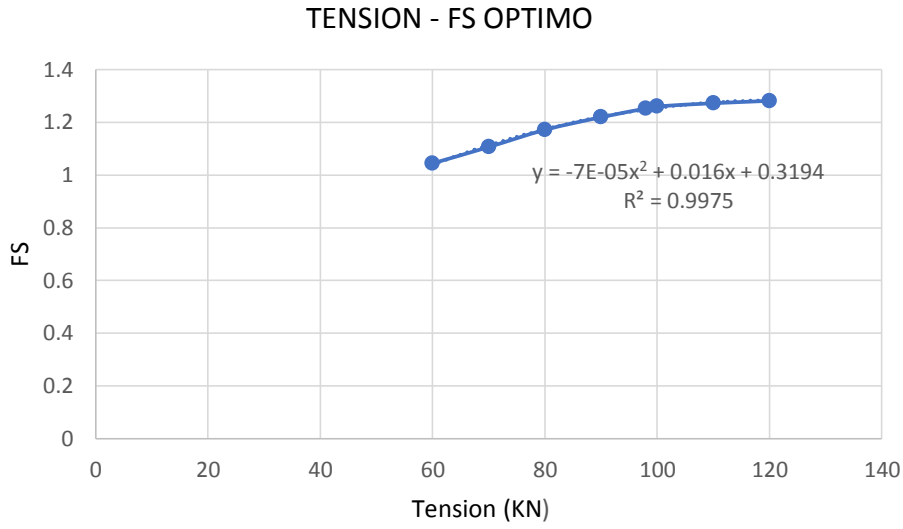
Talud N° 01		Talud N° 02		Talud N° 03	
Carga (KN)	FS	Carga (KN)	FS	Carga (KN)	FS
100	1.385	120	1.281	120	1.275
90	1.336	110	1.272	110	1.268
80	1.289	100	1.260	100	1.253
75	1.266	98	1.252	90	1.198
70	1.242	90	1.219	80	1.134
60	1.175	80	1.171	70	1.069

Fuente: Elaboración propia



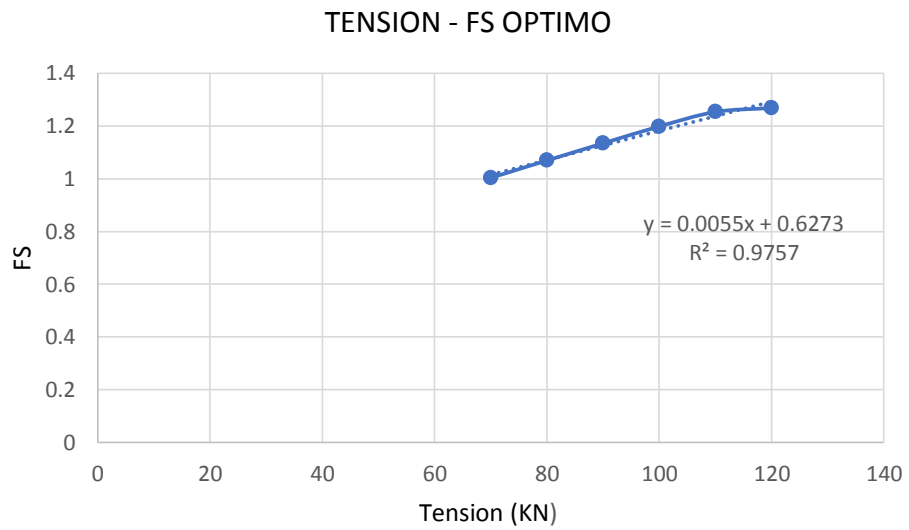
**Figura 34.** Tensión Vs F.S. Optimo - Talud N° 01.

*Fuente:* Elaboración Propia.



**Figura 35.** Tensión Vs Factor de Seguridad Optimo - Talud N° 02.

**Fuente:** Propia de Campo.



**Figura 36.** Tensión Vs F.S. Optimo - Talud N° 03.

**Fuente:** Propia de Campo.



#### 4.1.4. Determinación de la estabilidad de taludes de corte mediante anclajes metálicos

##### 4.1.4.1. Diseño de anclas para el talud N° 01

Datos:

$$F_1 = 1.5$$

$$P_N = 75 \text{ KN}$$

**Paso N° 01: Cálculo de la carga nominal mayorada** (usando la ecuación 1)

$$P_{Nd} = F_1 P_N$$

$$P_{Nd} = 112.5 \text{ KN}$$

**Paso 02: Verificación de la tensión en el acero** (usando la ecuación 2 y 3)

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{F_p} \Rightarrow \frac{75}{A_T} \leq 807692.308$$

$$A_T = 139.29 \text{ mm}^2$$

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{F_y} \Rightarrow \frac{75}{A_T} \leq 739130.435$$

$$A_T = 152.21 \text{ mm}^2$$

**Paso 03: Calculo del diámetro del acero** (usando la ecuación 4)

$$A_T = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4A_T}{\pi}}$$

$$D = 13.92 \text{ mm}$$

$$D = \frac{5}{8} \text{ pulg.}$$

$$D = 15.86 \text{ mm}$$

**Paso 04: Verificación de deslizamiento acero – lechada** (usando la ecuación 5 y 6)

$$\tau_{lim} = 6.9 \left( \frac{f_{ck}}{22.5} \right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow \tau_{lim} = 6.59 \text{ Mpa}$$

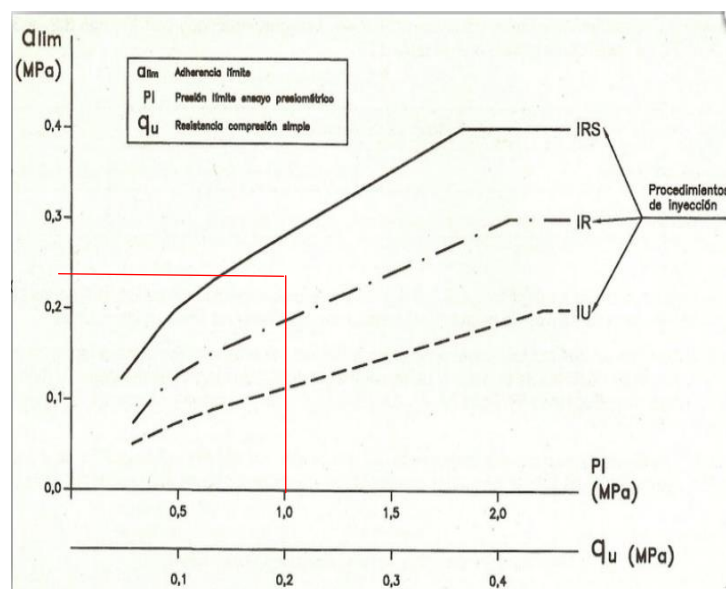
$$\tau_{lim} = 6589.8 \text{ Kpa}$$

$$\frac{P_{Nd}}{L_b \cdot p_T} \leq \frac{\tau_{lim}}{1.2} \Rightarrow L_b = \frac{1.2 \cdot P_{Nd}}{\tau_{lim} \cdot p_T}$$

$$L_b = 0.411 \text{ m}$$

**Paso 05: Calculo de adherencia admisible del suelo** (usando la ecuación 7)

Resistencia de compresión simple del suelo = 1.47 kg/cm<sup>2</sup> = 0.147 Kpa



$$a_{lim} = 0.24 Mpa$$

$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3} \quad \Rightarrow \quad a_{adm} = 89.09 kpa$$

**Paso 06: Verificación de falla por arrancamiento** (usando la ecuación 8)

$$\frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot L_b} \leq a_{adm} \quad \Rightarrow \quad l_b = \frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot a_{adm}}$$

$$L_b = 6.577 m \approx 7.00 m$$

#### 4.1.4.2. Diseño se anclajes para el talud N° 02

Datos:

$$F_1 = 1.5$$

$$P_N = 98 \text{ KN}$$

**Paso N° 01: Cálculo de la carga nominal mayorada** (usando la ecuación 1)

$$P_{Nd} = F_1 P_N$$

$$P_{Nd} = 147 \text{ KN}$$

**Paso 02: Verificación de la tensión en el acero** (usando la ecuación 2 y 3)

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{F_p} \quad \Rightarrow \quad \frac{75}{A_T} \leq 807692.308$$

$$A_T = 182.00 \text{ mm}^2$$

$$\frac{75}{A_T} \leq 739130.435$$

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{F_y} \quad \Rightarrow$$

$$A_T = 198.88 \text{ mm}^2$$

**Paso 03: Calculo del diámetro del acero** (usando la ecuación 4)

$$A_T = \frac{\pi}{4} D^2 \quad \Rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4A_T}{\pi}}$$

$$D = 15.91 \text{ mm}$$

$$D = \frac{3}{4} \text{ pulg.}$$

$$D = 19.05 \text{ mm}$$

**Paso 04: Verificación de deslizamiento acero – lechada** (usando la ecuación 5 y 6)

$$\tau_{lim} = 6.9 \left( \frac{f_{ck}}{22.5} \right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow \tau_{lim} = 6.59 \text{ Mpa}$$

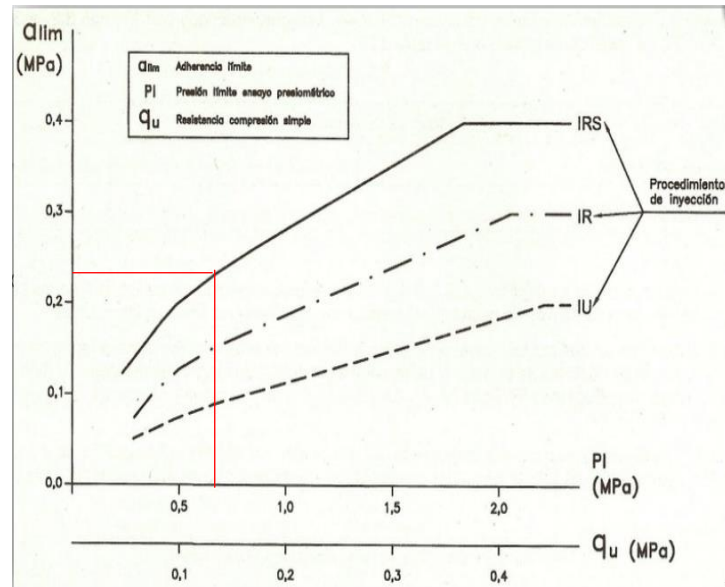
$$\tau_{lim} = 6589.8 \text{ Kpa}$$

$$\frac{P_{Nd}}{L_b \cdot p_T} \leq \frac{\tau_{lim}}{1.2} \quad \Rightarrow \quad L_b = \frac{1.2 \cdot P_{Nd}}{\tau_{lim} \cdot p_T}$$

$$L_b = 0.447 \text{ m}$$

**Paso 05: Calculo de adherencia admisible del suelo (usando la ecuación 7)**

Resistencia de compresión simple del suelo = 1.47 kg/cm<sup>2</sup> = 0.147 Kpa



$$a_{lim} = 0.24 \text{ Mpa}$$

$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3} \Rightarrow a_{adm} = 89.09 \text{ kpa}$$

**Paso 06: Verificación de falla por arrancamiento (usando la ecuación 8)**

$$\frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot L_b} \leq a_{adm} \Rightarrow l_b = \frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot a_{adm}}$$

$$L_b = 8.114 \text{ m} \approx 8.20 \text{ m}$$

#### 4.1.4.3. Diseño se anclajes para el talud N° 03

Datos:

$$F_1 = 1.5$$

$$P_N = 100 \text{ KN}$$

**Paso N° 01: Cálculo de la carga nominal mayorada** (usando la ecuación 1)

$$P_{Nd} = F_1 P_N$$

$$P_{Nd} = 150 \text{ KN}$$

**Paso 02: Verificación de la tensión en el acero** (usando la ecuación 2 y 3)

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{F_p} \Rightarrow \frac{75}{A_T} \leq 807692.308$$

$$A_T = 185.71 \text{ mm}^2$$

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{F_y} \Rightarrow \frac{75}{A_T} \leq 739130.435$$

$$A_T = 202.94 \text{ mm}^2$$

**Paso 03: Calculo del diámetro del acero** (usando la ecuación 4)

$$A_T = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4A_T}{\pi}}$$

$$D = 16.07 \text{ mm}$$

$$D = \frac{3}{4} \text{ pulg.}$$

$$D = 19.05 \text{ mm}$$

**Paso 04: Verificación de deslizamiento acero – lechada** (usando la ecuación 5 y 6)

$$\tau_{lim} = 6.9 \left( \frac{f_{ck}}{22.5} \right)^{\frac{2}{3}} \Rightarrow \tau_{lim} = 6.59 \text{ Mpa}$$

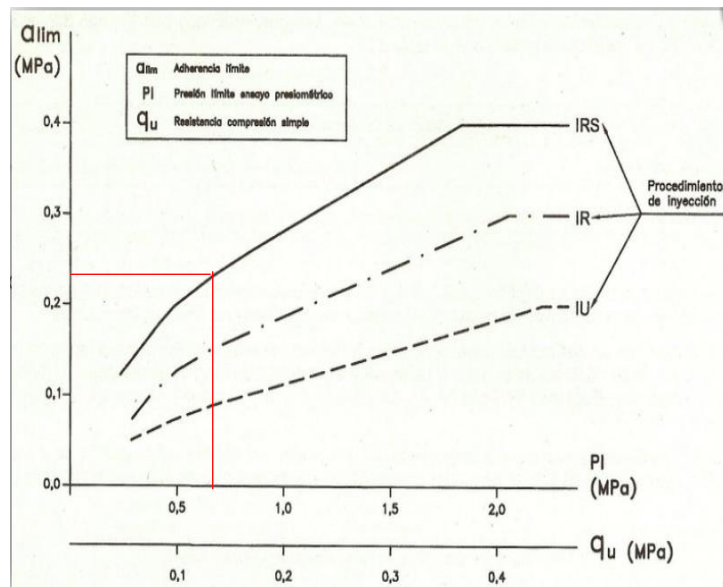
$$\tau_{lim} = 6589.8 \text{ Kpa}$$

$$\frac{P_{Nd}}{L_b \cdot p_T} \leq \frac{\tau_{lim}}{1.2} \Rightarrow L_b = \frac{1.2 \cdot P_{Nd}}{\tau_{lim} \cdot p_T}$$

$$L_b = 0.456 \text{ m}$$

**Paso 05: Calculo de adherencia admisible del suelo** (usando la ecuación 7)

Resistencia de compresión simple del suelo = 1.47 kg/cm<sup>2</sup> = 0.147 Kpa



$$a_{lim} = 0.24 \text{ Mpa}$$

$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3} \Rightarrow a_{adm} = 89.09 \text{ kpa}$$

**Paso 06: Verificación de falla por arrancamiento** (usando la ecuación 8)

$$\frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot L_b} \leq a_{adm} \Rightarrow l_b = \frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot a_{adm}}$$

$$L_b = 8.16 \text{ m} \approx 8.20 \text{ m}$$

**4.2. Resultados:**

- **Cuantificación del ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021**

**Tabla 16.4**

*Resultados de ángulos de inclinación de taludes en estudio*

<b>Progresiva</b>	<b>Ángulo de talud</b>	<b>Altura de talud</b>	<b>Tipo de suelo (ASSTHO)</b>
3+280	46.65°	10.5	A-1-6 (limo arcillo)
3+440	47.84°	13.5	A-1-6 (limo arcillo)
3+680	55.16°	13.5	A-1-6 (limo arcillo)

Fuente: propio



- **Determinación de los tipos de falla que se presentan en taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.**

**Tabla 17.4**

Identificación de tipos de fallas de taludes en estudio

N°	Progresiva	Angulo de inclinación	Altura de talud	Tipo de suelo	Tipo de falla	Tipo de anclaje de estabilización	Referencia
1	3+280	46.65°	10.5	A-1-6	Falla por Deslizamiento superficial	Anclaje permanente	Estrada & Soberanis (2014)
2	3+440	47.84°	13.5	A-1-6	Falla por rotación – falla local	Anclaje permanente	Estrada & Soberanis (2014)
3	3+680	55.16°	13.5	A-1-6	Falla por rotación – falla local	Anclaje permanente	Estrada & Soberanis (2014)

Fuente: propio de campo

**Interpretación:**

El talud más crítico es el N° 3, por presentar falla por rotación local y el ángulo de inclinación de 55.6°; por ello se requiere solicitaciones de estabilización con anclajes metálicos permanentes por tratarse de estabilizar con una permanencia superior a 2 años; de la misma forma se necesita la intervención de los 2 taludes por presentar fallas de rotación local, fallas de deslizamiento superficial y ángulos superiores a 45°.

- **Cuantificación del factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos en la carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.**

**Tabla 18.4**

*Resultados de factor de seguridad de taludes sin sollicitaciones*

Talud N°	Progresiva	FS de talud			
		Estado seco	Estado húmedo	Estado seco - sismo	Estado húmedo-sismo
01	3+280	1.143	0.942	0.949	0.778
02	3+440	1.027	0.865	0.858	0.721
03	3+680	0.923	0.786	0.788	0.665

Fuente: propio

**Interpretación:**

El factor de seguridad que presenta en condición crítica el talud N° 01 es de 0.778, el talud N° 02 es de 0.721 y el talud N° 03 es de 0.665, como se puede observar están por muy debajo de FS mínimo

**Tabla 19.4**

*Resultados de factor de seguridad de taludes con sollicit. de estabilización*

Talud	Progresiva	Condición	$\alpha$ anclaje (°)	Carga en el ancla (KN)	FS Alcanzado	FS min. normado
01	3+280	Húmedo - sismo	15	75	1.266	1.25
02	3+440	Húmedo - sismo	15	98	1.252	1.25
03	3+680	Húmedo - sismo	14	100	1.253	1.25

Fuente: propio

**Interpretación:**

El factor de seguridad con la incorporación de anclajes metálicos en condición húmedo – sismos en talud N° 01 es de 1.226, en talud N° 02 es de 1.252 y en el talud N° 03 es de 1.253, como se puede analizar que están por encima del FS mínimo de estabilización para condiciones pseudoestáticos.

- **Determinar cuánto se estabiliza los taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021.**

**Tabla 20.4**

*Resultados de Predimensionamiento de anclas para un área determinada a estabilizar*

N°	Progresiva	Dimensionamiento del ancla					Características del talud				Área estabilizada (m <sup>2</sup> )	Tipo de anclaje	FS inicial	FS final
		D. ancla (pulg.)	L. libre (m)	L. bulbo (m)	D. bulbo (mm)	∠ ancla (°)	LH (m)	HV (m)	∠ talud (°)	Prop. suelo				
01	3+280	5/8	7.00	6.00	35.87	15.00	10.0	10.5	46.43	Anexo N°...	1.50 *	Anclaje permanente	0.778	1.266
02	3+440	5/8	8.30	7.00	35.87	15.00	12.0	13.5	47.72	Anexo N°...	1.50 *	Anclaje permanente	0.721	1.252
03	3+680	3/4	8.30	7.00	39.05	14.00	9.60	13.50	54.58	Anexo N°...	1.50 *	Anclaje permanente	0.665	1.253

Fuente: propio

\* La separación mínima de anclaje a anclaje verticalmente y horizontalmente según Murillo & Ortuño (2010) y la norma BS-8081 nos indica que debe de ser de 1.50 metros

### **Interpretación:**

En la tabla se observa que el talud 1 con una separación de 1.5 metros en vertical y horizontal con un anclaje activo permanente instalado con 15° de inclinación se alcanza un factor de seguridad de 1.266; mientras que el talud 2 con una separación de 1.5 metros en vertical y horizontal con un anclaje activo permanente instalado con 15° de inclinación se alcanza un factor de seguridad de 1.266, y en el talud 3 con una separación de 1.5 metros en vertical y horizontal con un anclaje activo permanente instalado con 14° de inclinación se alcanza un factor de seguridad de 1.266

## 4.2. Discusión de resultados.

Las discusiones se realizaron en el orden de los objetivos (específicos y general)

**Discusión OE1** Los ángulos de inclinación en taludes de corte varían desde  $46.65^\circ$  hasta  $55.16^\circ$  para alturas de 10 y 13.5 m respectivamente; que según la clasificación ASSTHO corresponden a suelos de tipo (A-1-6 limo arcilloso), por el ángulo de inclinación y por el tipo de suelos que poseen estos taludes se determina solicitaciones de estabilización.

Al respecto Onouchi (1984) “Los suelos naturales de arena, arcilla, piedra y tierra vegetal que corresponden a la clasificación ASSTHO A-1-6 es considerablemente complicado para sus estudios con fines de estabilización por sus distintas propiedades. Los taludes de corte son inestables después de terminados trabajos de corte” (p. 25). Asimismo, Gonzáles (2019) “El ángulo de inclinación máximo en taludes sin ninguna sollicitación para este tipo de suelos es de  $45^\circ$ .” (p. 04). Ante ello Ojeda (2019) en su tesis de grado trabajó con taludes de corte de 12.6 metros de altura con un ángulo de inclinación de  $82.9^\circ$  en suelos altamente cohesivos; con la finalidad de estabilizar mediante anclajes, así obtuvo un  $FS > 1$  para condiciones sísmicas.

Como se puede analizar los valores determinados para este ítem son similares con lo de los antecedentes, por ello, el objetivo ha sido alcanzado

**Discusión OE2** Las fallas que presentan en estos taludes son de rotación local y de deslizamiento superficial poniendo en riesgo los recursos materiales y vidas humanas en el trayecto de la carretera, por ende se requiere la estabilización permanente por tratarse en taludes de vías de comunicación (carretera)

Al respecto Estrada (2014), las fallas de tipo deslizamiento superficial afecta a grandes áreas de terreno y es producido sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y la masa estática más profunda, no se presenta una superficie de falla determinada. Asimismo, Matteis (2003) nos dice a falla rotacional es una falla curva a lo largo del talud, la superficie de falla forma una traza con el plano del papel que puede asemejarse por facilidad y sin mayor error a un círculo; este tipo de fallas se presenta en suelos arcillosos.

Finalmente Valladares (2015) en sus tesis de grado realizó una investigación de estabilización de talud en una cañada con fallas superficiales y con fallas de rotación en suelos limo – arcillosas con la implementación de anclas permanentes activos alcanzando a un FS aceptable.

Como se puede observar los tipos de fallas y el empleo de anclajes para la estabilización de taludes son similares con los antecedentes, por ello, el objetivo ha sido alcanzado

### **Discusión OE3**

El factor de seguridad que presenta en condición crítica el talud N° 01 es de 0.778, el talud N° 02 es de 0.721 y el talud N° 03 es de 0.665, como se puede observar están por muy debajo de FS mínimo que es de 1.25. El factor de seguridad con la incorporación de anclajes activos permanentes en condiciones críticas en talud N° 01 es de 1.226, en talud N° 02 es de 1.252 y en el talud N° 03 es de 1.253, como se puede analizar que están por encima del FS mínimo para condiciones con solicitaciones sísmicas.

Al respecto Mesa (2020) indica que el factor de seguridad es en función al tipo de obra, en terraplenes carreteros el FS es de 1.5 para los análisis estáticos, dato mínimo que se considera para que el talud ofrezca seguridad en cuanto a su estabilidad. Asimismo, el reglamento nacional de edificaciones de suelos y taludes, (2012), “el factor de seguridad mínimo en taludes para solicitaciones estáticas debe ser de 1.5 y para solicitaciones sísmicas de 1.25.”

Como se puede observar los valores determinados para este ítem son consistentes con lo de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo ha sido alcanzado. En ello también cabe resaltar que el FS está muy cerca al parámetro mínimo establecido por la norma (RNE-E.050, 2018), esto debido a que los taludes presentan inclinaciones muy pronunciadas a la misma vez la cohesión del suelo en estado húmedo disminuye considerablemente en comparación cuando se encuentra en estado seco; estos son los factores que incluyen en la descendencia del Factor de Seguridad.

### **Discusión OG1.**

En la tabla N° 23.4 se observa que el talud 01 es estabilizado 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 15° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266; mientras que el talud 02 se estabiliza 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado

con 15° de inclinación alcanzando un factor de seguridad de 1.266, finalmente el talud 03 se estabiliza 2.25 m<sup>2</sup> con un anclaje tipo activo permanente instalado con 14° de inclinación se alcanzando un factor de seguridad de 1.266.

A respecto Murillo & Ortuño (2010) en cuanto al límite inferior de la separación entre anclajes, el problema principal además del mayor número de anclajes necesario, de posibles problemas asociados a la intersección entre bulbos. En este sentido, en la práctica suelen adoptarse con separaciones verticalmente y horizontalmente de 1.5 m a 2.0 m. De la misma forma, la norma británica BS 8081 (1992) indica que la separación de anclajes debe ser por lo menos cuatro veces del diámetro más grande del ancla; pero en la práctica se debe de tomar un espaciamiento mínimo de 1.5 metros, pero se adopta comúnmente 2 metros en suelos cohesivos. Asimismo, el reglamento nacional de edificaciones de suelos y taludes, (2012), indica que “el factor de seguridad mínimo en taludes para solicitaciones estáticas debe ser de 1.5 y para solicitaciones sísmicas de 1.25.”

En consecuencia, los resultados encontrados en la presente investigación se ubican en similitud en referencia a los autores antes mencionados referente al área a estabilizarse con anclajes, por ello se considera que el objetivo ha sido alcanzado.

## **CONCLUSIONES.**

Las conclusiones se realizaron en el orden de los objetivos (específicos y general)

**Conclusión 1.** Los ángulos de inclinación en taludes de corte en el Distrito de Chojata, Región Moquegua varían desde  $46.65^\circ$  hasta  $55.16^\circ$  con alturas de 10.00 y 13.50 metros respectivamente; que según la clasificación ASSTHO corresponden a suelos de tipo (A-1-6 limo arcilloso). Según el tipo de suelo son inestables por lo que requieren ser estabilizados

**Conclusión 2.** Los taludes más críticos en estas vías de comunicación son aquellas que presentan fallas de rotación local y fallas de deslizamiento superficial, por lo que estos taludes presentan fallas constantes con deslizamientos de masas de tierra y roca hacia la calzada de la vía de comunicación, es por ello que se requiere solicitudes de estabilización.

**Conclusión 3.** El factor de seguridad que presenta en condición crítica y sin ninguna solicitud de estabilización el talud N° 01 es de 0.778, el talud N° 02 es de 0.721 y el talud N° 03 es de 0.665, como se puede observar están por muy debajo de FS mínimo que es de 1.25. El factor de seguridad con la incorporación de anclajes metálicos en condiciones críticas en el talud N° 01 es de 1.226, en talud N° 02 es de 1.252 y en el talud N° 03 es de 1.253, como se puede analizar que están por encima del FS mínimo para condiciones sísmicas.

**Conclusión 4.** Se concluye que la estabilización de taludes de corte en la carretera Chojata – Moquegua con ángulos de inclinación entre  $46,65^\circ$  -  $55,16^\circ$  donde presentan fallas por rotación local y fallas por deslizamiento superficial se deben de realizar mediante anclajes metálicos activos permanentes en un área no mayor de 2.25 m<sup>2</sup> por cada anclaje, para así obtener al factor de seguridad superior a 1.25 en condiciones críticas.

## RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones se formularon en el orden de las conclusiones (específico y general)

**Recomendación 1.** Se recomienda que los taludes de corte que presentan ángulos superiores a 45° en suelos tipo A-1-6 limo arcillosos deben ser estabilizados adoptando algún sistema de estabilización.

**Recomendación 2.** Se recomienda realizar estabilizaciones mediante anclajes metálicos activos permanentes por tratarse en taludes de vías de comunicación donde se presentan fallas de tipo rotación local y fallas por deslizamientos superficiales.

**Recomendación 3.** Se recomienda hacer el análisis de estabilidad de taludes de corte, cuando estas se encuentren en el estado más crítico para obtener el factor de seguridad mínimo de 1.25 como establece el reglamento nacional de edificaciones de suelos y taludes.

**Recomendación 4.** Se recomienda la estabilización no mayor de 2.25 m<sup>2</sup> (1.5 m x 1.5 m) por cada anclaje metálico activo permanente en taludes de corte en la carretera Chojata – Moquegua. De la misma forma se recomienda el uso de softwares para el modelamiento de estabilidad de taludes y un minucioso cálculo para los predimensionamientos de los anclajes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 8081, B. (1992). *Código de práctica estándar Británico para Anclajes terrestres*. Reino Unido: British Standards Institution.
- Ander - Egg, E. (1995). *Técnicas de Investigación Social*. Buenos Aires: Lumen.
- Avila Fraile, C. (2017). *Análisis de estabilidad de muros de contención anclados bajo diferentes porcentajes de anclajes, a partir del caso de estudio: construcción del edificio restaurante Santa Barbara ubicado en la ciudad de Bogotá*. Bogotá: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Brabb, E. E. (1993). *Proposal for worldwide landslide hazard maps*. Slovak Republics.
- Cañar Tiviano, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Escobar Pérez, J. (2008). *Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización*. Colombia: Universidad El Bosque.
- Estrada Bautista, V. V., & Soberanis Bello, J. (2014). *Estabilidad de taludes en suelos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fernández García, P. (2014). *Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad*. España: Universidad de Murcia.

- Garnica Anguas, P., Ramírez Culebro, J., & Pérez García, C. (2017). *Propuesta de indicadores para la gestión de taludes de corte y de terraplén*. Madrid: Premio Internacion a la Innovacion en Carreteras Juan Antonio del Campo.
- Gil Hernández , J. A. (2018). *Estudio comparativo del comportamiento mecánico, entre los sistemas de apoyo individual y tipo pantalla, para el reforzamiento de un talud con anclajes*. Medellin - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gomez Gonzales, Y. (2019). *Evaluación de sistemas de contención mediante el uso de anclajes y pilotes para la estabilización del talud expuesto a socavación, tramo 10+430 a 10+550 de la vía panamericana norte-Lima*. Lima.
- González Borrego , A. (2019). *NTP: Zanjias: Prevención del desprendimiento de tierras* . Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.
- Jiménez Paneque, R. (1988). *Metodología de la Investigacion*. La Habana.
- Lugo Alvarez , E. D. (2019). *Combinacion de métodos jambú - spender en el analisis de estabilidad de taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construccion de carreteras*. Lima - Peru: Universidad Nacional Federico Villareal .
- Mateo, Y. *Estabilizacion de deslizamientos de tierras mediante pilotes. (Tesis de maestría)*. Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Mattteis, A. F. (2003). *Estabilidad de Taludes*. Buenos Aires.
- Mesa Lavista, M., Álvarez Pérez , J., & Chávez Gómez, J. (2020). *Seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica*. Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León .

- Monroy Salgado, R. Anclaje en Suelos. (*tesis de maestria*). Universidad Nacional de Mexico, Distrito Federal.
- MTC. (2013). *Manual de carreteras*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Murillo, T., & Ortuño Abad, L. (2010). *Ausculacion y correccion de enestabilidad de taludes de carreteras y ferrocarriles - anclajes y bulones*. Madrid: Uriel & Asociados.
- Muzás Labad, F. (2003). *Taludes en obras lineales*. Madrid: Universidad politecnica de Madrid.
- Naupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. (2018). *Metodología de la Investigación*. Bogotá - Mexico: Ediciones de la U.
- Ojeda Venturoso, K. (2019). *Estabilización de taludes a través de pernos de anclaje en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata - Pallasca*. Huancayo.
- Onouchi, Y. (1984). *Manual de proteccion de taludes*. Tokio: Asociacion de carreteras de Japón.
- Ortuño Abad, L., & Tomás Murillo, P. (2010). *Anclajes y Bulones*. España: Uriel y Asociados.
- Oseda, D., Huaman , E., Ramos , E., Shimbucat, F., Zeballos, K., & Barrera, M. (2015). *Teoria y Práctica de la Investigacion Científica*. Lima: Soluciones Graficas SAC.
- Oteo Mazo , C. (2001). *Guia para el diseño y la ejecucion de anclajes al terreno*. Madrid: Direccion General de Carreteras.
- Otzen, T. (2017). *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio*. Arica - Chile: Universidad de Tarapacá .
- Oviedo, H., & Campo Arias, A. (2005). *Metodología de Investigacion y Lectura Crítica de Estudios*. Colombia: Universidad Autónoma de Bucaramanga.

- Rico, A., & Del castillo, H. (2000). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. Mexico: Limusa.
- Rivas Gonzales, M., & Rivas Gonzales, E. (2020). *Criterios de interventoría para los controles técnicos en la construcción de anclajes activos*. Ocaña - Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- RNE. (2012). *Suelos y Taludes*. Lima.
- RNE-E.050. (2018). *Suelos y Cimentaciones*. Lima.
- Robledo Mérida, C. (2006). *Técnicas y Proceso de Investigación Científica*. Guatemala.
- Ruge Cárdenas, J. (2015). *Análisis de comportamiento de muestras de suelo inalterado con un núcleo de epoxi como posible alternativa de anclaje en estabilidad de taludes*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Ruiz Bolívar, C. (2016). *Programa Interinstitucional doctorado en educación*. Venezuela.
- Salinas, P. J., & Pérez Feo, M. (1991). *Iniciación Práctica a la Investigación Científica*. Mérida - Venezuela: Universidad de los Andes.
- Sancho Solano, M. (2018). *Metodología para efectuar ensayos de adherencia en barras de anclaje empleadas para la estabilización de taludes en suelos no cohesivos*. Ambato.
- Silva Quesquen, P. (2018). *Análisis Comparativo de Estabilidad de Talud y Propuesta de Solución con Muros Anclados en la Carretera Las Pirias - Cajamarca, 2018*. Cajamarca.
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga - Colombia: Ingenieria de suelos Ltda.

Terán, V. E. (2020). *Proyecto de estabilización de talud mediante el uso de pantalla atirantada con anclajes activos tipo barra en el sector Santa Ana (abscisa 0+060+0+100)*. Quito.

Valladares Ibarra, P. *Estabilidad de Taludes con Anclas*. México.

## **ANEXOS**

### A1.1. Operacionalización de variables

**Título:** “Sistema de estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021”

**Autor:** Yuliño Clemente Pari Eugenio

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Anclajes metálicos	Monroy Salgado (2007) Es un elemento estructural esbelto, diseñado para transmitir un esfuerzo de tensión al terreno circundante.	La evaluación de la efectividad de anclaje será con el uso de softwares.	D1: Anclajes activos  D2: Anclajes permanentes	I1: Profundidad de anclaje (m) I2: Diámetro de anclaje (pulg) I3: Área de anclaje (m2)  I1: Profundidad de anclaje(m) I2: Diámetro de anclaje (pulg.) I3: Área de anclaje (m2)	Ficha de Recopilación de información	Razón/intervalo
V2: Estabilización de taludes	RNE (2012) se le denomina estabilidad de un talud a la capacidad de brindar el equilibrio necesario y sostenible a un volumen de tierra	Con resultado de un estudio de mecánica de suelos se modeló la estabilidad con anclajes.	D1: Angulo de inclinación  D2: Tipo de falla  D3: Factor de seguridad	I2: Diámetro de anclaje (pulg.) I3: Área de anclaje (m2)  I3: Arena fina no arcillosa (°) I1: F. superficiales I2: F. de corte profundas I3: F. anchas y profundas  I1: Cohesión I2: Peso unitario I3: Altura de talud	Ficha de Recopilación de información	Razón/intervalo

### A.1.2. Matriz de consistencia

**Título:** “Sistema de estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021”

**Autor:** Yuliño Clemente Pari Eugenio

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL.</b> ¿Cuánto se estabilizan los taludes de corte mediante anclajes metálicos, Chojata, Moquegua 2021?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la estabilidad de taludes de corte mediante anclajes metálicos, Chojata, Moquegua 2021.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> Los taludes de corte se estabilizan con anclajes metálicos adecuadamente, Chojata, Moquegua 2021</p>	<p>V1: Anclajes metálicos</p>	<p>D1: Anclajes Activos</p> <p>D2: Anclajes permanentes</p>	<p>I1: Diámetro (m) I2: Área de anclaje (m<sup>2</sup>) I3: Longitud (m)</p> <p>I1: Diámetro (m) I2: Área de anclaje (m<sup>2</sup>) I3: Longitud (m)</p>	<p><b>Método:</b> Científico Salinas &amp; Pérez (1991) “curiosidad, disciplina y mística” <b>Tipo:</b> Aplicada Ñaupas (2018) Se basa de investigación aplicada <b>Nivel:</b> Explicativo Jiménez (1988) conocer causa-efecto <b>Diseño:</b> cuasi experimental Fernández (2014) Poner prueba una hipótesis <b>Población:</b> Taludes de corte del Distrito de Chojata - Moquegua <b>Muestreo:</b> Ñaupas (2018) total de unidades de estudio <b>Muestra:</b> Ander-Egg (1995) Fracción representativa de una población <b>Técnica:</b> <b>Instrumentos:</b> fichas de recopilación de información Robledo (2006) permite recopilar información</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> ¿Cuánto es el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021?  ¿Qué tipos de fallas se presentan en los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021?  ¿Cuánto es el factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> Cuantificar el ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021  Determinar los tipos de fallas que se presentan en taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos, carretera, Chojata-Moquegua, ¿Moquegua 2021?  Cuantificar el factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b> El ángulo de inclinación para la estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos es pronunciado, carretera Chojata – Moquegua, Moquegua 2021  Los tipos de fallas que se presentan en los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos son las convencionales en la carretera Chojata-Moquegua, Moquegua 2021  El factor de seguridad de los taludes de corte estabilizados mediante anclajes metálicos es alto en la carretera Chojata-Moquegua, Moquegua 2021</p>	<p>V2: Estabilización de taludes de corte</p>	<p>D1: ángulo de inclinación</p> <p>D2: tipo de falla</p> <p>D3: factor de seguridad</p>	<p>I1: Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal (°) I2: Grava, arena gruesa no arcillosa (°) I3: Arena fina no arcillosa (°)</p> <p>I1: Fallas superficiales (m<sup>3</sup>) I2: Fallas de cortes profundas (m<sup>3</sup>) I3: Fallas anchas y profundas (m<sup>3</sup>)</p> <p>I1: Cohesión (gr/pulg<sup>2</sup>) I2: Peso específico (kg/cm<sup>3</sup>) I3: Angulo de fricción interna (m)</p>	



### A.1.3. Instrumentos de investigación valido

Juicio de expertos 3 fichas firmadas por los ingenieros

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

**PROYECTO:** "SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES METALICOS, CARRETERA CHOJATA – MOQUEGUA, MOQUEGUA 2021"


**NOMBRE:** PARI EUGENIO, YULIÑO CLEMENTE

						EVALUACION
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						<b>1</b>
UBICACION:						
DISTRITO:	Chojata			ALTITUD:	3620 msnm	
PROVINCIA:	General Snahez Cerro			LATITUD:	16° 23' 23" Sur	
REGION:	Moquegua			LONGITUD:	70° 43' 43" Oeste	
<b>II.- Anclajes Activos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diámetro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m <sup>2</sup>	
<b>III.- Anclajes Pasivos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diámetro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m <sup>2</sup>	
<b>IV.- Anclajes Mixtos</b>						<b>0.9</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diámetro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m <sup>2</sup>	
<b>V.- Angulo de inclinacion</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal	grados	Grava, arena gruesa no arcillosa	grados	Arena fina no arcillosa	grados	
<b>VI.- Tipo de Falla</b>						<b>0.92</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Fallas superficiales		Fallas de corte		Fallas anchas y profundidad		
<b>VII.- Factor de Seguridad</b>						<b>0.9</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Cohesion	Kn/m <sup>2</sup>	Peso unitario	kg/cm <sup>3</sup>	Altura de talud	m	
						<b>0.939</b>

APellidos y NOMBRES:	TAPIA LARINO, CHRISTIAN ROBERT
PROFESION	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP No:	176663
EMAIL:	<a href="mailto:christianct1@hotmail.com">christianct1@hotmail.com</a>
TELEFONO:	966220707

Según Oseña (2011):

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	No es válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

  
**ING. CHRISTIAN ROBERT TAPIA LARINO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 176663

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

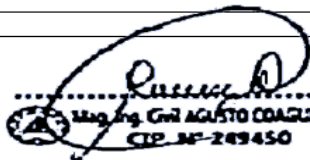
**PROYECTO:** "SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES

**NOMBRE:** PARI EUGENIO, YULIÑO CLEMENTE

						<b>EVALUACION</b>
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						<b>0.9</b>
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Chojata		ALTITUD:	3620 msnm		
PROVINCIA:	General Snahcez Cerro		LATITUD:	16° 23' 23" Sur		
REGION:	Moquegua		LONGITUD:	70° 43' 43" Oeste		
<b>II.- Anclajes Activos</b>						<b>0.8</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Prondidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>III.- Anclajes Pasivos</b>						<b>0.75</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Prondidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>IV.- Anclajes Mixtos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>V.- Angulo de inclinacion</b>						<b>0.98</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal	grados	Grava, arena gruesa no arcillosa	grados	Arena fina no arcillosa	grados	
<b>VI.- Tipo de Falla</b>						<b>0.75</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Fallas superficiales		Fallas de corte		Fallas anchas y profundidad		
<b>VII.- Factor de Seguridad</b>						<b>0.86</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Cohesion	Kn/m2	Peso unitario	kg/cm3	Altura de talud	m	
						<b>0.856</b>
APELLIDOS Y PROFESION	COAGUILA RAMOS AGUSTO ING. CIVIL					
REGISTRO CIP No:	249450					
EMAIL:	<a href="mailto:coaguilaramosagusto@gmail.com">coaguilaramosagusto@gmail.com</a>					
TELEFONO:	963059215					

Según Oseda (2011):

0	0,5	1
0,53 a menos	Validez nula	
0,54 a 0,59	Validez baja	
0,60 a 0,65	Válida	
0,66 a 0,71	Muy válida	
0,72 a 0,99	Excelente validez	
1,0	Validez perfecta	

  
 Ing. Civil AGUSTO COAGUILA RAMOS  
 CIP Nº 249450

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

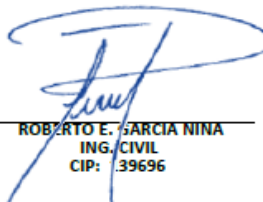
PROYECTO: "SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES

NOMBRE: PARI EUGENIO, YULIÑO CLEMENTE

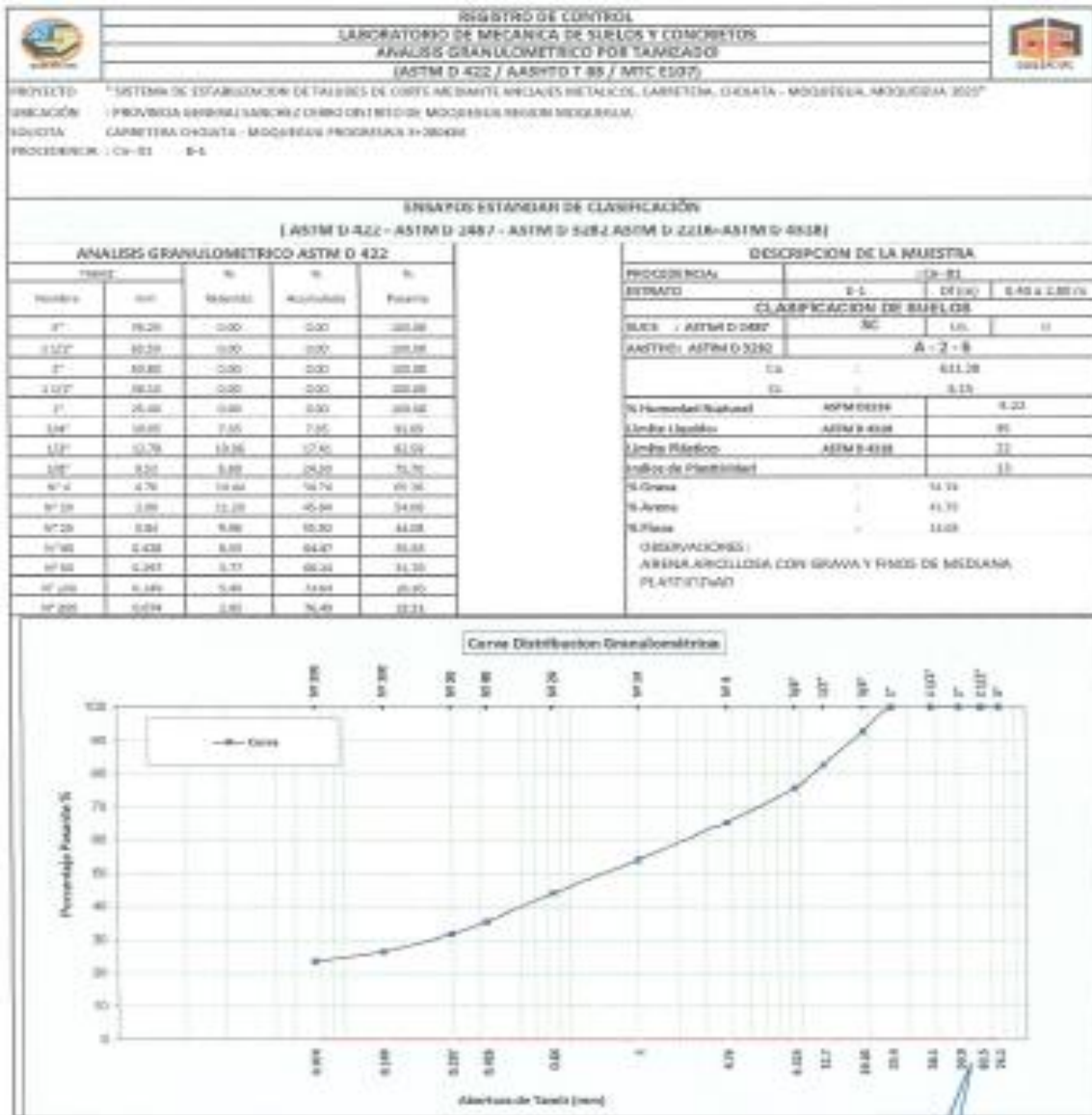
						EVALUACION
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						<b>1</b>
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Chojata	ALTITUD:	3620 msnm			
PROVINCIA:	General Snahceoz Cerro	LATITUD:	16° 23' 23" Sur			
REGION:	Moquegua	LONGITUD:	70° 43' 43" Oeste			
<b>II.- Anclajes Activos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>III.- Anclajes Pasivos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>IV.- Anclajes Mixtos</b>						<b>0.95</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Profundidad de anclaje	m	Diametro de anclaje	pulgada	Area de anclaje	m2	
<b>V.- Angulo de inclinación</b>						<b>0.85</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Mezcla arena, arcilla, piedra y tierra vegetal	grados	Grava, arena gruesa no arcillosa	grados	Arena fina no arcillosa	grados	
<b>VI.- Tipo de Falla</b>						<b>0.8</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Fallas superficiales		Fallas de corte		Fallas anchas y profundidad		
<b>VII.- Factor de Seguridad</b>						<b>0.9</b>
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Cohesion	Kn/m2	Peso unitario	kg/cm3	Altura de talud	m	
						<b>0.914</b>
APELLIDOS Y	NINA GRACIA ROBERTO ESTEBAN					
PROFESION	INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No:	139696					
EMAIL:	<a href="mailto:robertoninagarcia@email.com">robertoninagarcia@email.com</a>					
TELEFONO:	983229615					

Según Oseña (2011):



	
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

  
**ROBERTO E. GARCIA NINA**  
 ING. CIVIL  
 CIP: 139696

### A.1.4. Certificado de protocolos de laboratorio



**GEOS SPC SAC**  
 Ing. Jos C. Catumbo Alata  
 INGE. N.º 141134

	REGISTRO DE CONTROL	
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS	
	LIMITES DE CONSISTENCIA [ASTM D 4318 / AASHTO T 89 / NTC 6310]	
PROYECTO	"SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAS METALICAS, CARRETERA CHOJATA - MOQUEGUA, MOQUEGUA 2021"	
UBICACION	PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DISTRITO DE MOQUEGUA REGION MOQUEGUA	
SOLICITA	CARRETERA CHOJATA - MOQUEGUA PROGRESIVA S+200KM	

### LÍMITES DE ATTERBERG

(ASTM D 4318)

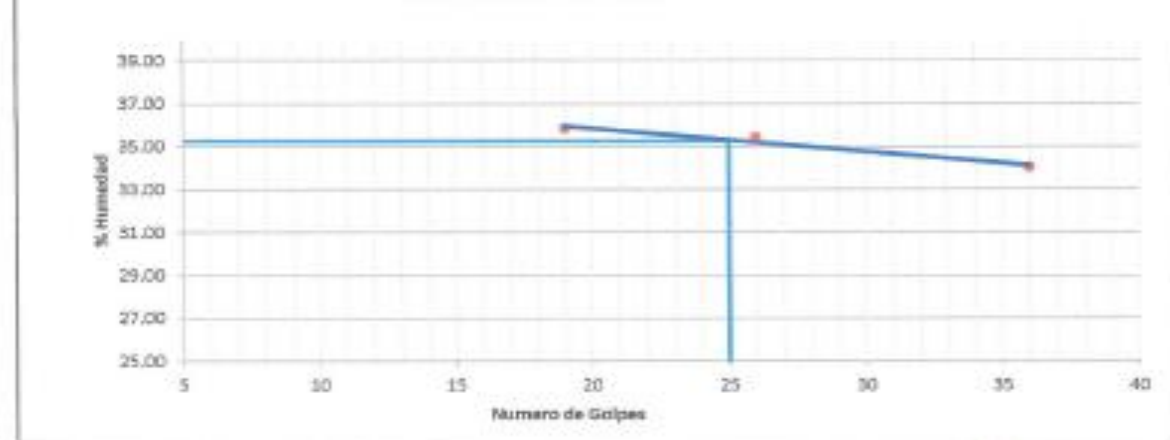
#### LÍMITE LÍQUIDO

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente	1	2	3
Peso Recipiente	15.98	17.14	4.51
N° Golpes	26	26	19
Peso Recipiente + Suelo húmedo	23.05	27.82	12.05
Peso Recipiente + Suelo seco	21.35	24.38	10.95
Humedad	34.03	35.40	35.83

#### LÍMITE PLÁSTICO

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente	4.00	5.00
Peso Recipiente	8.54	11.22
Peso Recipiente + Suelo húmedo	12.61	17.91
Peso Recipiente + Suelo seco	11.50	16.09
Humedad	33.38	33.30

#### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### INDICE DE PLASTICIDAD

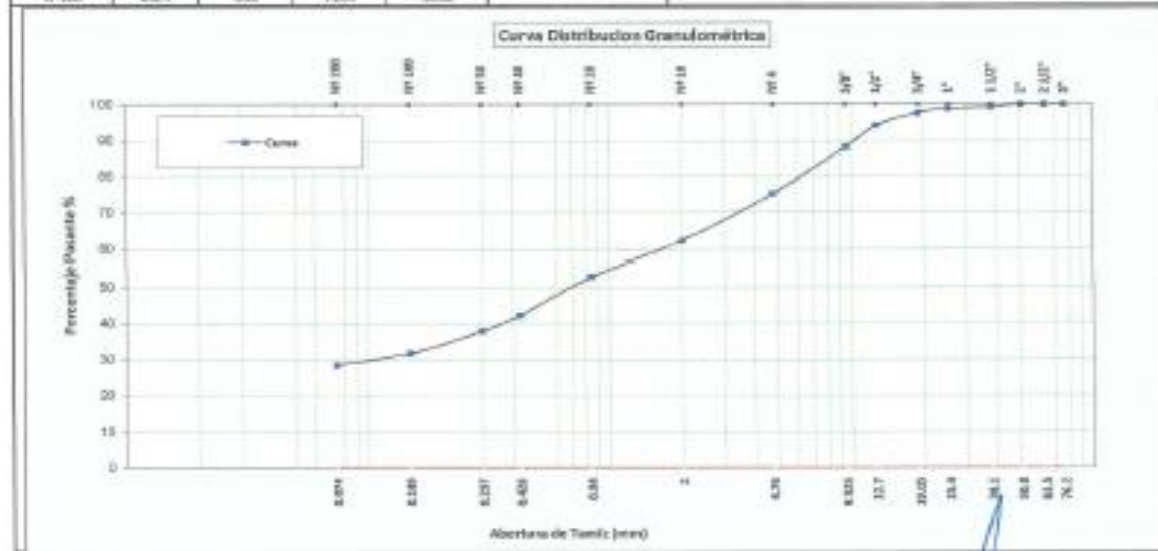
Límite Líquido promedio	35.20 %
Límite Plástico promedio	22.34 %
Índice Plástico	12.86 %


  
**GEOS SUC SAC.**  
 José E. Curimbo Alata  
 Ingeniero Civil  
 C.P. 146134

	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>	
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS</b>		
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b>		
<b>(ASTM D 422 / AASHTO T 88 / MTC E107)</b>		
PROYECTO : SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDS DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES METALICOS, CARRETERA CHOYATA - MOQUEGUA, MOQUEGUA 2022		
UBICACION : PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DISTRITO DE MOQUEGUA REGION MOQUEGUA		
SOLICITA : CARRETERA CHOYATA - MOQUEGUA PROGRESIVA 3-640 KM		
PROCEDENCIA : Cx- 02 E-2		

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION**  
**[ ASTM D 422 - ASTM D 2487 - ASTM D 3282 ASTM D 2216-ASTM D 4318]**

ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422				DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
TAMIZO	mm	% Retenido	% Acumulado	PROCEDENCIA	(Cx- 02)	
Numero				ESTRATO	E-2 (0.75m) 0.40 a 2.90 m	
3"	76.20	0.00	0.00	<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
2.5"	63.50	0.00	0.00	USCS : ASTM D 1481	SC	
2"	50.80	0.00	0.00	ASTM D 3282	A - 2 - 4	
1.5"	38.10	0.75	0.75	Cu	95.19	
1.18"	30.00	0.47	1.12	cc	0.38	
0.84"	21.20	1.23	2.64	% Humedad Natural	ASTM D2216	9.23
0.60"	15.00	2.47	5.35	Limite Líquido	ASTM D-4518	25
0.425"	10.50	3.47	6.35	Limite Plástico	ASTM D-4518	15
0.25"	6.35	4.47	7.48	Indice de Plasticidad		8
0.15"	4.75	12.20	29.88	% Grava		24.60
0.075"	2.00	12.89	37.77	% Arena		66.76
0.075"	0.075	14.49	42.26	% Fines		18.04
0.075"	0.075	16.55	57.61	OBSERVACIONES :		
0.075"	0.075	18.15	60.15	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA Y FINOS DE MEDIANA PLASTICIDAD		
0.075"	0.075	18.75	61.64			
0.075"	0.075	19.29	62.36			



**GEOS SPC SAC**  
 José C. Cuzimbo Alata  
 Ingeiero Civil  
 D. N.º 146136

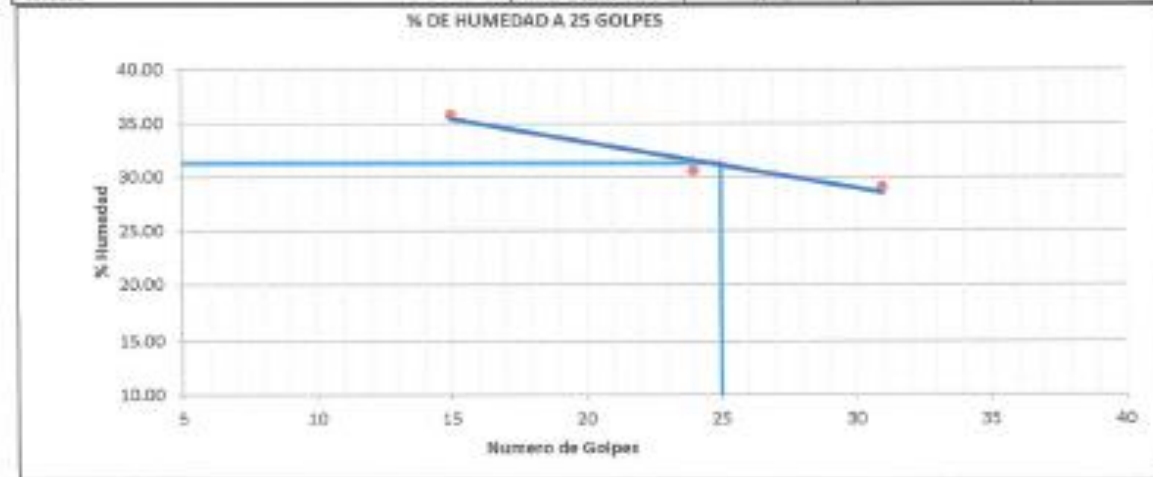


PROYECTO	* SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE MEDIANTE ANCLAS METALICAS, CARRETERA CHICATA - MOQUEGUA, MOQUEGUA 2022
UBICACIÓN	PROVINCIA GENERAL SANCKEZ CERRO DISTRITO DE MOQUEGUA REGION MOQUEGUA
SOLICITA	CARRETERA CHICATA - MOQUEGUA PROGRESIVA 3+46 KM


**LIMITE DE ATTERBERG**  
(ASTM D 4318)

LÍMITE LÍQUIDO				
Ensayo N°	1	2	3	
N° Recipiente	1	2	3	
Peso Recipiente	15.85	17.14	4.51	
N° Golpes	31	24	15	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	22.58	28.87	13.84	
Peso Recipiente + Suelo seco	21.08	24.50	11.18	
Humedad	29.04	30.60	35.79	

LÍMITE PLÁSTICO				
Ensayo N°	1	2		
N° Recipiente	4.00	5.00		
Peso Recipiente	6.54	11.22		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	12.48	17.98		
Peso Recipiente + Suelo seco	11.89	16.83		
Humedad	10.47	20.50		



INDICE DE PLASTICIDAD	
Límite Líquido promedio	31.30 %
Límite Plástico promedio	15.48 %
Índice Plástico	15.82 %

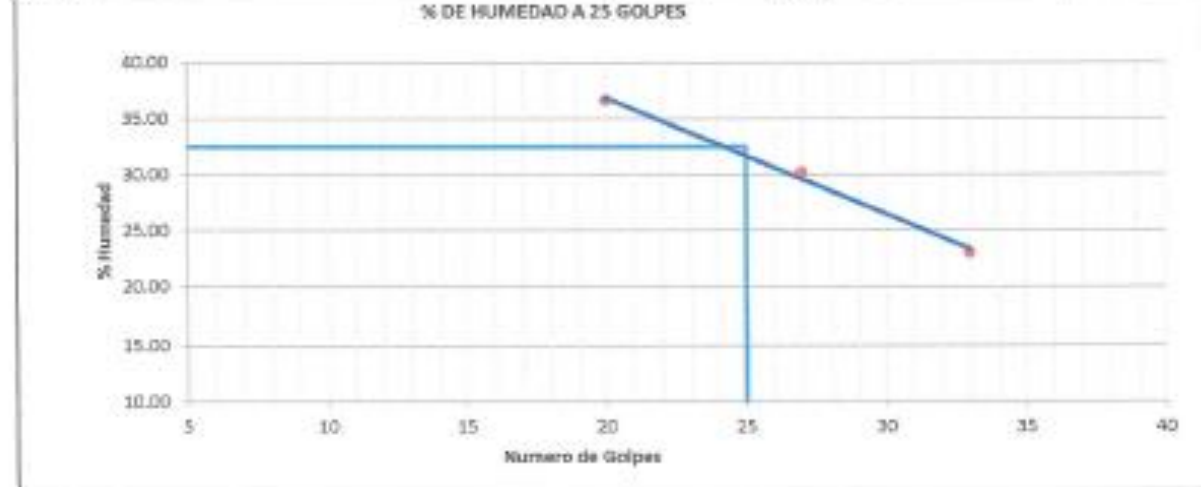

  
**GEOSPEC SAC**  
 José C. Curimbo Alata  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. N° 44134

**PROYECTO:** \* SISTEMA DE ESTABILIZACION DE TALUDS DE CORTE MEDIANTE ANCLAJES METALICOS, CARRETERA CHIGATA - MOQUEGUA, MOQUEGUA 2001\*  
**UBICACION:** | PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO DISTRITO DE MOQUEGUA REGION MOQUEGUA  
**SOLICITA:** CARRETERA CHIGATA - MOQUEGUA PROYECTO 3+430 KM

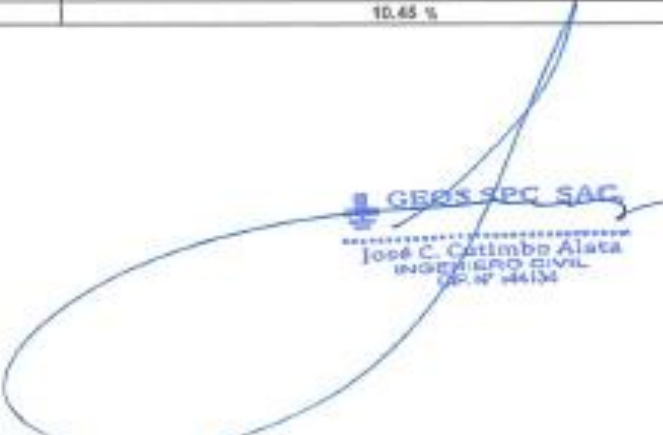
**LÍMITES DE ATTERBERG**  
(ASTM D 4318)

LÍMITE LÍQUIDO				
Ensayo N°	1	2	3	
N° Recipiente	1	2	3	
Peso Recipiente	19.88	17.14	4.51	
N° Golpes	33	27	20	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	22.00	27.45	12.18	
Peso Recipiente + Suelo seco	21.65	25.00	10.11	
Humedad	23.02	30.18	36.61	



LÍMITE PLÁSTICO				
Ensayo N°	1	2		
N° Recipiente	4.00	5.00		
Peso Recipiente	8.54	11.22		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	13.08	17.15		
Peso Recipiente + Suelo seco	11.69	15.85		
Humedad	29.80	29.08		



ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
Límite Líquido promedio	32.50 %
Límite Plástico promedio	27.34 %
Índice Plástico	10.45 %

  
**GERS SPC SAC**  
 José C. Cótimo Alata  
 INGENIERO CIVIL  
 D.S. N° 44134



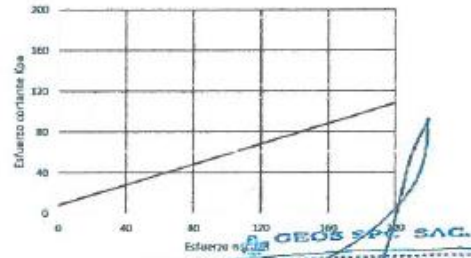
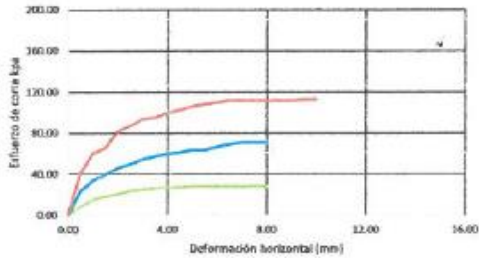
	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>	
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS</b>	
	<b>CORTE DIRECTO</b>	
	<b>ASTM D 3080</b>	

**ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>		
IDENTIFICACION :	Derrumbe - talud N° 01	DESCRIPCION: Limo arcilloso
PROGRESIVA :	KM 3+280 - Carretera Chojata - Moquegua	

ESFUERZO NORMAL	40.0 KPa		98.1 Kpa		196.1 Kpa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapa	1.9	1.54	1.69	1.48	1.9	1.41
Altura (cm)	67.41	54.48	67.41	52.59	67.41	42.8
Volumen (cm <sup>3</sup> )	6.4	19.3	6.4	17.8	6.4	17.5
Humedad (%)	1.487	1.839	1.462	1.905	1.435	2.008
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	27.3		51.6		106.6	
Esfuerzo corte (kpa)						

Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 40.0 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)
0.00	3.25	9.60	0.00	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00	4.54	0.00	0.00	0
0.50	3.34	5.87	30.18	8.45	3.81	22.04	85.08	24.00	4.66	40.22	149.60	41.2
1.00	3.43	12.86	53.29	15.04	3.93	32.55	120.92	34.09	4.79	80.05	211.25	59.74
1.50	3.45	15.55	63.24	18.13	4.00	38.11	142.35	38.55	4.82	71.38	260.70	65.611
2.00	3.54	18.44	73.13	20.80	4.06	45.01	163.15	45.84	4.85	79.92	280.57	81.207
2.50	3.54	22.35	86.31	23.89	4.11	49.75	179.43	49.54	4.89	87.34	307.35	86.623
3.00	3.56	23.36	89.71	25.24	4.16	53.56	190.98	54.28	4.92	92.80	329.79	93.421
3.50	3.61	24.31	93.01	26.16	4.20	58.44	202.19	58.96	4.95	95.89	336.30	94.75
4.00	3.62	25.24	96.31	27.09	4.23	58.71	211.48	59.74	4.97	99.70	349.38	95.704
4.50	3.63	25.34	96.31	27.09	4.25	61.18	218.48	61.08	4.99	103.62	363.38	102.179
5.00	3.63	26.27	99.60	28.12	4.27	63.14	224.95	63.45	5.01	107.43	375.74	105.884
5.50	3.73	28.27	98.80	28.12	4.28	63.14	224.95	63.45	5.02	109.28	383.57	106.15
6.00	3.74	28.27	99.60	28.12	4.28	63.14	224.95	66.44	5.04	113.61	388.83	109.592
6.50	3.74	28.27	99.60	28.12	4.28	63.74	224.95	66.80	5.05	113.61	386.78	111.836
7.00	3.74	28.27	99.60	28.12	4.29	61.05	224.95	70.75	5.05	113.61	398.75	111.858
7.50	3.75	26.27	99.60	28.12	4.30	61.05	224.95	70.75	5.08	113.61	397.79	111.859
8.00	3.75	26.27	99.60	28.12	4.30	61.05	221.76	70.78	5.07	118.76	397.79	111.858
8.50										118.76	397.79	111.858
9.00										133.48	399.23	112.886
9.50										133.48	404.38	112.886
10.00										133.48	404.38	112.886

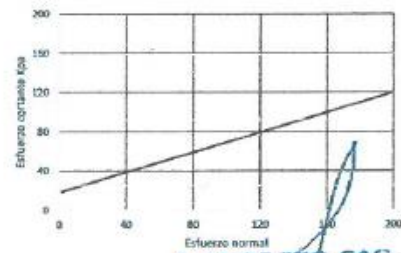
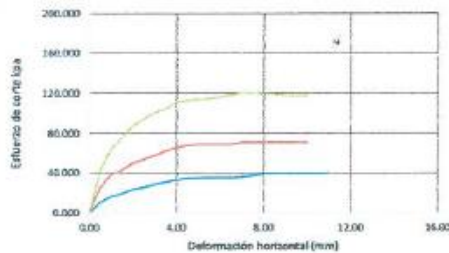


RESULTADOS			
COHESION (kpa)	12.98	ANGULO DE FRICCION (°)	23.5
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.084		
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	12.98		



	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>	
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS</b>		
<b>CORTE DIRECTO</b>		
<b>ASTM D 3080</b>		
<b>ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS</b>		
<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>		
<b>IDENTIFICACION</b> :	Derrumbe - talud N° 02	<b>DESCRIPCION:</b> Limo arcilloso
<b>PROGRESIVA</b> :	KM 3+440 - Carretera Chojata - Moquegua	

<b>ESFUERZO NORMAL</b>	<b>49.0 KPa</b>		<b>98.1 Kpa</b>		<b>196.1 Kpa</b>	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Espesa	1.9	1.251	1.9	1.88	1.9	1.58
Altura (cm)	52.41	84	57.41	39.81	57.41	95.94
Volumen (cm <sup>3</sup> )	8.2	18.6	8.2	17.3	8.2	16.7
Humedad (%)	1.58	1.875	1.583	1.804	1.592	1.918
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	38.1		68.7		118.4	
Caja corte (kpa)						

Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo de corte (kpa)
0.00	0.790	0.000	0.000	0.000	1.805	0.827	0.103	0.000	2.785	1.030	0.000	0.000
0.50	0.692	9.785	43.488	11.227	1.818	23.898	91.670	25.853	2.985	42.333	153.985	43.488
1.00	0.793	14.131	58.195	16.377	2.023	36.874	142.140	38.025	3.001	63.860	240.711	64.056
1.50	0.803	17.304	66.195	19.570	2.080	48.101	144.406	43.054	3.185	79.830	301.584	78.923
2.00	0.814	21.733	84.048	23.660	2.105	48.622	178.439	49.789	3.107	88.785	308.891	87.035
2.50	0.834	23.898	91.481	29.730	2.077	52.816	200.232	53.580	3.218	95.584	317.858	94.857
3.00	0.865	29.149	101.453	28.840	2.120	53.883	206.827	57.690	3.255	99.292	354.732	100.425
3.50	0.898	20.385	109.901	31.003	2.184	51.809	220.523	62.109	3.259	106.080	371.006	104.339
4.00	0.913	31.415	117.214	33.083	2.198	53.899	227.218	65.096	3.270	110.831	387.280	111.549
4.50	0.927	32.540	120.822	34.505	2.208	55.929	237.519	67.405	3.286	114.124	392.018	112.888
5.00	0.931	33.579	124.630	35.123	2.207	57.989	244.212	69.004	3.286	115.000	392.049	112.732
5.50	0.934	33.578	124.630	35.123	2.243	62.109	247.612	69.804	3.301	115.493	403.036	114.030
6.00	0.936	33.578	124.630	35.123	2.245	70.954	250.599	69.804	3.310	118.038	411.891	116.081
6.50	0.937	33.578	124.630	35.123	2.247	89.834	251.011	69.804	3.317	118.450	418.028	118.347
7.00	0.938	34.711	128.338	38.153	2.287	70.781	251.011	70.781	3.319	119.985	425.267	119.892
7.50	0.938	35.329	128.338	37.183	2.301	70.781	251.011	70.781	3.321	120.088	425.267	119.892
8.00	0.938	35.947	132.046	39.243	2.333	70.781	251.011	70.781	3.322	120.810	425.267	119.892
8.50	0.941	35.947	143.378	38.243	2.346	70.781	251.011	70.781	3.325	120.810	425.267	119.892
9.00	0.941	35.947	143.378	39.243	2.343	70.781	251.011	70.781	3.321	121.128	433.218	118.347
9.50	0.940	35.947	143.378	39.243	2.360	70.781	251.011	70.781	3.331	121.334	433.218	117.626
10.00	0.942	35.947	143.378	39.243	2.346	70.781	251.011	70.781	0.000	121.746	438.089	117.626
10.90	0.958	35.947	143.378	39.243								
11.00	0.963	35.947	143.378	40.273								



RESULTADOS			
COHESION (kpa)	13.42		
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.137	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	23.92
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	13.42		

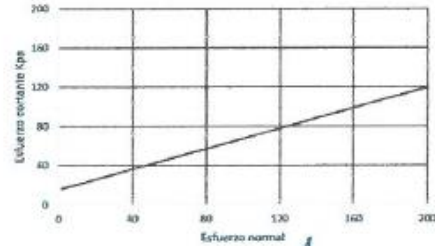
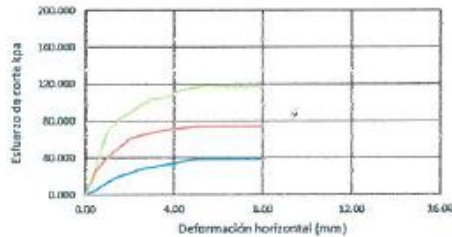
	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>		
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS</b>		
	<b>CORTE DIRECTO</b>		
	<b>ASTM D 3080</b>		

**ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS**

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>			
<b>IDENTIFICACION</b>	:	Derrumbe - talud N° 03	<b>DESCRIPCION:</b> Limo arcilloso
<b>PROGRESIVA</b>	:	KM 3+680 - Carretera Chojeta - Moquegua	

ESFUERZO NORMAL	49.0 Kpa		98.1 Kpa		196.1 Kpa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Etapas	1.9	1.62	1.9	1.62	1.9	1.39
Altura (cm)	87.41	87.56	87.41	87.56	87.41	89.26
Volumen (cm <sup>3</sup> )	8.6	20.7	8.8	20.7	8.6	18.3
Humedad (%)	1.544	1.808	1.544	1.808	1.544	2.113
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )						
Esfuerzo corte (kpa)	37.5		71.5		114.5	



Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)
0.00	2.285	0.000	0.000	0.000	4.241	0.000	0.000	0.000	4.817	0.000	0.000	0.000
0.50	2.550	2.381	18.320	5.175	4.343	23.288	89.424	25.254	4.941	51.233	164.644	31.301
1.00	2.614	11.896	48.024	13.556	4.428	39.227	132.480	40.572	5.020	71.312	249.853	70.390
1.50	2.664	16.353	55.819	19.695	4.511	48.473	178.434	50.198	5.069	81.495	287.109	80.937
2.00	2.695	21.011	81.972	23.081	4.544	58.167	2961.053	60.755	5.111	90.458	316.050	88.590
2.50	2.722	25.772	97.808	27.531	4.564	63.063	227.907	64.274	5.150	99.532	345.173	97.290
3.00	2.774	28.048	105.777	29.806	4.585	66.861	237.740	66.965	5.185	104.535	375.179	102.983
3.50	2.794	30.429	112.815	32.085	4.606	69.759	238.982	69.759	5.205	108.572	379.431	103.811
4.00	2.808	32.085	119.430	33.848	4.612	71.208	252.644	71.208	5.233	113.540	395.509	106.710
4.50	2.828	35.067	129.686	36.536	4.631	72.657	254.403	72.554	5.262	116.541	406.755	114.876
5.00	2.836	37.467	137.855	38.813	4.633	74.106	262.476	74.003	5.274	118.046	410.698	116.436
5.50	2.852	37.467	137.855	38.813	4.635	74.106	262.476	74.003	5.279	122.848	420.417	118.508
6.00	2.867	37.467	137.855	38.813	4.639	74.106	262.476	74.003	5.281	118.846	420.417	117.473
6.50	2.861	37.467	137.855	38.813	4.643	74.106	262.476	74.003	5.283	118.811	413.586	118.541
7.00	2.862	37.467	137.855	38.813	4.649	74.106	262.476	74.003	5.287	118.811	413.586	118.541
7.50	2.869	37.467	137.855	38.813	4.653	74.106	262.476	74.003	5.291	118.811	413.586	118.541
8.00	2.875	37.467	137.855	38.813	4.656	74.106	262.476	74.003	5.295	118.811	413.586	118.541



RESULTADOS			
COHESION (kpa)	13.47	ANGULO DE FRICCION (°)	23.91
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.137		
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	13.47		

GEOS SPC S.A.C.



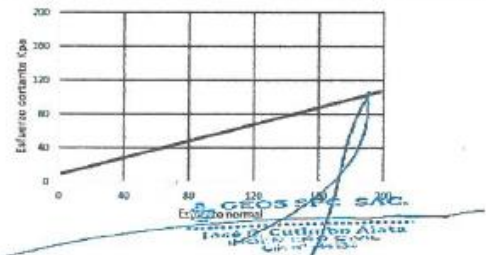
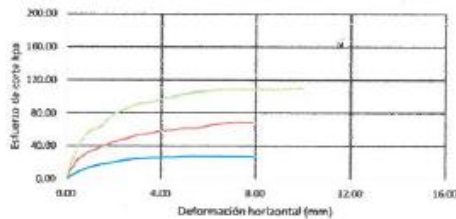
	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>		
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS</b>		
	<b>CORTE DIRECTO</b>		
	<b>ASTM D 3080</b>		

<b>ASTM D 3080</b>	<b>CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (HUMEDO)</b>
--------------------	--



<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>			
IDENTIFICACION :	Derrumbe - talud N° 01	DESCRIPCION:	Limo arcilloso
PROGRESIVA :	KM 3+280 - Carretera Chojata - Moquegua		

ESFUERZO NORMAL	49.6 Kpa		98.1 Kpa		196.1 Kpa	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Elonga	1.9	1.54	1.69	1.68	1.9	1.41
Altura (cm)	67.41	54.48	67.41	52.59	67.41	42.8
Volumen (cm <sup>3</sup> )	6.4	19.3	6.4	17.9	6.4	17.5
Humedad (%)	1.467	1.839	1.462	1.905	1.435	2.008
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )						
Esfuerzo corte (kpa)	27.3		51.6		100.6	

Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.6 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)
0.00	3.16	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	0.00	0.00
0.50	3.28	5.70	29.30	8.25	3.70	21.40	87.80	23.30	4.52	38.10	145.30	46.00
1.00	3.33	12.60	51.70	14.80	3.81	33.80	117.20	33.10	4.92	58.30	205.10	56.00
1.50	3.35	15.10	61.40	17.60	3.88	37.60	138.20	38.40	4.68	69.30	243.40	65.70
2.00	3.44	17.60	71.00	20.00	3.94	43.70	155.40	44.50	4.71	77.30	272.40	76.60
2.50	3.43	21.70	83.80	23.00	3.60	48.30	174.20	49.10	4.75	84.80	298.40	84.10
3.00	3.48	22.70	87.10	24.50	4.04	52.00	185.40	52.70	4.78	90.10	318.30	96.70
3.50	3.50	23.60	90.30	25.40	4.07	54.60	198.30	55.30	4.80	93.10	328.50	92.00
4.00	3.51	24.50	93.50	26.30	4.11	57.00	205.30	56.00	4.83	98.80	339.20	96.80
4.50	3.52	24.60	93.50	26.30	4.13	59.40	212.10	59.30	4.84	100.80	352.80	99.20
5.00	3.53	25.50	96.70	27.30	4.15	61.30	218.40	61.60	4.86	104.30	364.80	102.80
5.50	3.83	25.50	96.70	27.30	4.15	61.30	218.40	61.60	4.88	106.10	372.40	105.00
6.00	3.83	25.50	96.70	27.30	4.19	61.30	218.40	61.60	4.89	110.30	377.50	106.40
6.50	3.83	25.50	96.70	27.30	4.16	81.30	218.40	66.80	4.90	110.30	385.20	108.60
7.00	3.83	25.50	96.70	27.30	4.17	86.40	218.40	66.70	4.91	110.30	385.20	108.60
7.50	3.84	25.50	96.70	27.30	4.17	86.40	218.40	66.70	4.92	110.30	386.20	108.60
8.00	3.84	25.50	96.70	27.30	4.19	86.40	218.40	66.70	4.93	115.30	396.20	108.60
8.50									4.90	115.30	396.20	108.60
9.00									4.90	129.60	387.80	109.60
9.50									4.80	129.60	387.80	109.60
10.00									4.81	129.60	387.80	109.60



RESULTADOS			
COHESION (kpa)	8.86	ANGULO DE FRICCION (°)	22.8
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.09		
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	8.86		

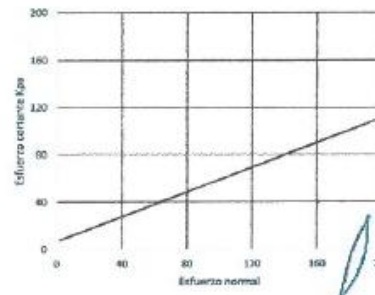
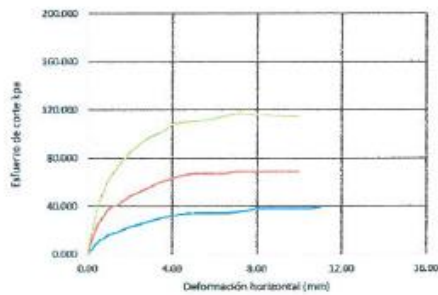
	REGISTRO DE CONTROL		
	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS		
	CORTE DIRECTO	↓	
	ASTM D 3080		

**ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (HUMEDO)**

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>			
IDENTIFICACION :	Demumbe - Ialud N° 02	DESCRIPCION:	Limo arcilloso
PROGRESIVA :	KM 3+440 - Carretera Chojata - Moqueguas		



ESFUERZO NORMAL	48.0 KPa		98.1 Kpa		198.1 Kpa	
Etapas	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	1.9	1.251	1.9	1.86	1.9	1.50
Volumen (cm <sup>3</sup> )	82.41	84	87.41	39.51	87.41	85.04
Humedad (%)	6.2	19.8	8.2	17.3	6.2	16.7
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.56	1.675	1.585	1.804	1.592	1.915
Esfuerzo corte (kpa)	36.1		66.7		115.4	

Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 48.0 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 198.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)
0.00	0.880	0.000	0.000	0.000	1.752	0.900	0.700	0.000	2.704	1.900	0.000	0.000
0.50	0.672	8.500	42.700	10.900	1.852	23.700	89.000	25.100	2.898	41.100	149.500	42.200
1.00	0.770	13.700	56.500	15.900	1.954	35.800	138.000	37.500	2.972	62.000	233.700	62.200
1.50	0.780	18.800	63.300	19.200	2.000	46.700	140.200	41.800	3.092	74.400	292.800	74.100
2.00	0.790	21.100	61.600	23.000	2.044	47.400	171.300	48.300	3.104	88.200	390.700	84.500
2.50	0.810	23.200	68.800	25.000	2.012	51.300	194.400	52.000	3.122	82.600	308.600	91.900
3.00	0.840	28.300	98.500	28.000	2.058	52.100	200.500	56.000	3.160	96.400	344.400	97.500
3.50	0.872	29.500	105.700	30.100	2.120	50.300	214.100	60.300	3.164	103.000	360.200	101.300
4.00	0.880	30.500	113.800	32.100	2.134	52.300	220.000	63.200	3.175	107.700	378.000	108.300
4.50	0.900	31.600	117.400	33.500	2.144	54.300	230.600	65.500	3.190	110.800	380.600	109.600
5.00	0.904	32.000	121.000	34.100	2.172	56.300	237.100	68.800	3.190	112.300	381.600	110.400
5.50	0.907	32.600	121.000	34.100	2.178	60.300	240.200	68.800	3.205	112.300	381.600	110.400
6.00	0.908	32.600	121.000	34.100	2.180	68.800	243.300	68.800	3.214	113.100	391.300	111.200
6.50	0.910	32.600	121.000	34.100	2.182	67.800	243.700	68.800	3.220	113.000	399.700	112.700
7.00	0.915	33.700	124.800	35.100	2.230	68.700	243.700	68.700	3.222	113.500	412.900	114.900
7.50	0.901	34.300	124.800	36.100	2.234	68.700	243.700	68.700	3.224	116.800	412.900	116.400
8.00	0.912	34.000	128.200	38.100	2.268	68.700	243.700	68.700	3.228	117.300	410.300	115.600
8.50	0.914	34.900	130.200	38.100	2.272	68.700	243.700	68.700	3.232	117.300	410.300	115.600
9.00	0.914	34.500	138.200	38.100	2.275	68.700	243.700	68.700	3.234	117.800	420.600	114.900
9.50	0.913	34.900	139.200	38.100	2.282	68.700	243.700	68.700	3.234	117.800	420.600	114.200
10.00	0.924	34.900	139.200	38.100	2.278	68.700	243.700	68.700	3.234	118.200	428.300	114.200
10.50	0.930	34.900	139.200	38.100								
11.00	0.935	34.900	139.200	39.100								



RESULTADOS			
COHESION (kpa)	9.82	ANGULO DE FRICCION (°)	23.32
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.295		
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	9.82		

  
 Laboratorio de Suelos y Concretos  
 Calle R. Cutinán Alata  
 1001 - Moqueguas - Arequipa  
 Tlf: 054 241157

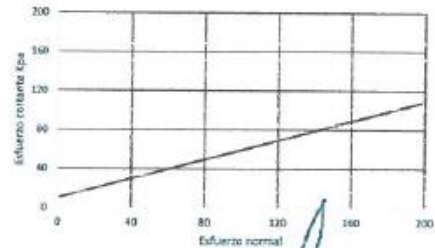
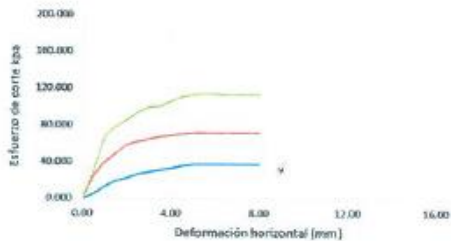
	<b>REGISTRO DE CONTROL</b>	
	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS</b>	
	<b>CORTE DIRECTO</b>	
	<b>ASTM D 3080</b>	

**ASTM D 3080 CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (HUMEDO)**

<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>		
IDENTIFICACION :	Derrumbe - talud N° 03	DESCRIPCION: Limo arcilloso
PROGRESIVA :	KM 3+680 - Carretera Chojeato - Moquegua	

ESFUERZO NORMAL	49.0 KPa		98.1 Kpa		196.1 Kpa	
Etapas	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Alura (cm)	1.9	1.62	1.9	1.62	1.9	1.39
Volumen (cm <sup>3</sup> )	87.41	67.56	87.41	67.56	87.41	49.26
Humedad (%)	8.8	20.7	8.8	20.7	8.8	18.3
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.544	1.808	1.544	1.808	1.544	2.113
Esfuerzo corte (kpa)	37.6		71.5		114.5	

Desplazamiento horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 KPA				ESFUERZO NORMAL 98.1 KPA				ESFUERZO NORMAL 196.1 KPA			
	Desplazamiento vertical (mm)	Lectura de la Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo de corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)	Desplazamiento vertical (mm)	lectura de la fuerza	fuerza (N)	esfuerzo corte (kpa)
0.00	2.208	0.000	0.000	0.000	4.068	0.000	0.000	0.000	4.854	0.000	0.000	0.000
0.50	2.464	2.300	17.700	5.000	4.196	22.500	86.400	24.400	4.774	49.500	178.400	39.300
1.00	2.528	11.300	46.400	13.100	4.278	37.800	128.000	39.200	4.850	68.900	241.500	68.000
1.50	2.574	15.600	63.400	18.000	4.358	47.800	172.400	48.500	4.898	78.700	277.400	78.200
2.00	2.604	20.300	79.200	22.300	4.390	58.200	2081.500	58.700	4.938	67.400	307.300	85.800
2.50	2.630	24.900	94.500	26.600	4.410	61.800	220.200	62.100	4.976	85.200	333.500	94.000
3.00	2.680	27.100	102.200	28.800	4.430	64.600	229.700	64.700	5.010	104.000	383.100	99.500
3.50	2.690	29.400	109.000	31.000	4.450	67.400	239.900	67.400	5.040	104.900	388.600	100.300
4.00	2.714	31.000	115.400	32.800	4.468	68.800	244.100	68.800	5.068	109.700	383.100	106.000
4.50	2.730	33.900	126.300	35.300	4.474	70.200	245.800	70.100	5.084	112.600	393.000	110.800
5.00	2.740	36.200	133.000	37.500	4.478	71.800	253.800	71.500	5.096	115.600	402.600	112.500
5.50	2.758	36.200	133.000	37.500	4.478	71.800	253.600	71.500	5.100	115.600	408.200	114.500
6.00	2.780	36.200	133.000	37.500	4.482	71.000	253.000	71.500	5.102	115.600	408.200	113.500
6.50	2.764	36.200	133.000	37.500	4.488	71.600	253.800	71.500	5.104	114.600	462.900	112.800
7.00	2.785	36.200	133.000	37.500	4.492	71.000	253.800	71.500	5.108	114.900	399.600	112.800
7.50	2.772	36.200	133.000	37.500	4.496	71.600	253.600	71.500	5.112	114.600	399.600	112.800
8.00	2.778	36.200	133.000	37.500	4.499	71.600	253.800	71.500	5.118	114.600	399.600	112.600

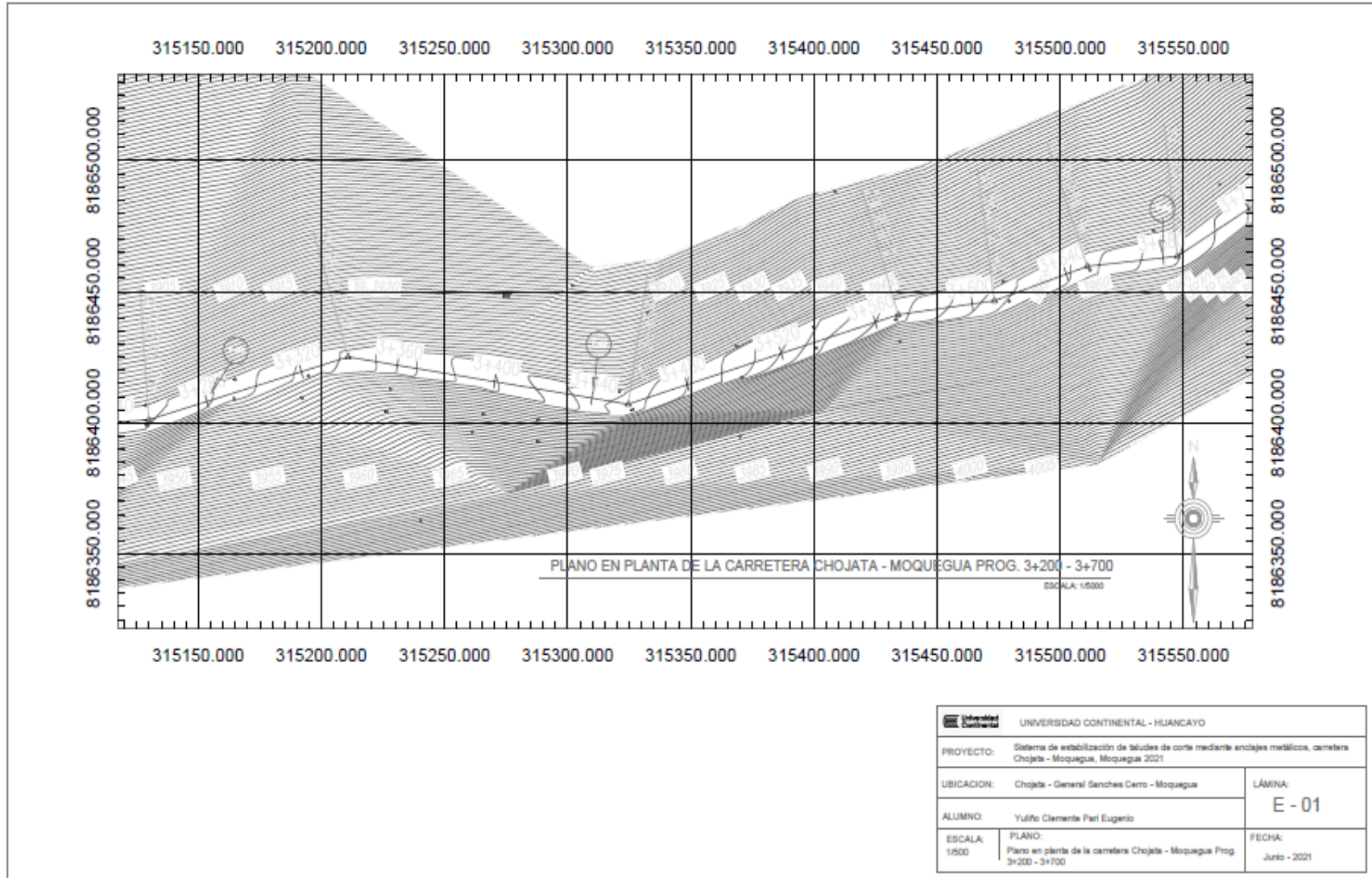


RESULTADOS			
COHESION (kpa)	9.95	ANGULO DE FRICCION (°)	23.3
COHESION (kg/cm <sup>2</sup> )	0.1		
COHESION (KN/m <sup>2</sup> )	9.95		


**GEOS SPC S.A.C.**  
 Av. 28 de Julio 1000 - Moquegua  
 Telf: 084 2 222 222



### A.1.5. Planos



### A.1.6. Registros fotográficos



Figura A1.1: Medición de ángulo de inclinación de talud con el uso del eclímetro  
Fuente: elaboración propia



Figura A1.2: Trabajos en campo – extracción de muestras  
Fuente: elaboración propia





Figura A1.3: Trabajos en campo – identificación de fallas de taludes  
Fuente: elaboración propia



Figura A1.4: Visita a laboratorio de suelos  
Fuente: elaboración propia

### A.1.7. Revisión de plagio.

#### DPI-YPARI-2021-UC

##### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>12%</b>	<b>0%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

##### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>bdigital.unal.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>dspace.utpl.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.revistaseguridadadminera.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	