

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON  
EL MÉTODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA  
CARRETERA ACOMAYO- PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE  
CHINCHAO, PROVINCIA-REGION HUÁNUCO-2022**

**LINEA DE INVESTIGACION: INGENIERIA VIAL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:**

**BACH. MAGARIÑO ROJAS HULITMER.**

**ASESOR:**

**Mg. Quintanilla Herrera Eliza**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico los frutos de este trabajo a toda mi familia, sobre todo gracias a mis padres por su apoyo incondicional y a mis maestros que me apoyaron durante el proceso de mis estudios. Gracias por enseñarme a enfrentar la adversidad en lugar de perder la cabeza o morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi constancia, mi compromiso y todo esto se hace con amor y sin esperar nada a cambio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo obtenido.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la carretera Acomayo-Pillao en los tramos que están comprendidos entre las progresivas: 2+250.00 hasta 6+650.00, entre estas progresivas se pudo identificar tres taludes inestables los cuales son materia de estudio en esta investigación.

Para la determinación de la inestabilidad de los taludes se usó el software GEO5 en versión estudiantil, haciendo el análisis estático y sísmico de estos taludes con el método de equilibrio limite obtuvimos que estos taludes no cumplen con el factor de seguridad mínimo las cuales son (factor de seguridad estático mínimo 1.5 y factor de seguridad sísmico mínimo 1.25); una vez que se determinó que los factores de seguridad de los taludes los cuales son menores a los factores de seguridad mínimos mencionados, se procedió a implementar sistemas de estabilización convencionales (gaviones y muros de concreto ciclópeo) y sistemas de estabilización no convencionales (sistema ERDOX).

Con los métodos convencionales y no convencionales se logró la estabilidad de los taludes en análisis y debido a ello se procedió a hacer un cálculo del presupuesto de implementación de cada uno de estos sistemas y también se hizo un cálculo del tiempo de instalación de cada uno de los sistemas propuestos. Llegando a una conclusión de que el sistema ERDOX es menos costoso con respecto a los demás sistemas analizados y también la instalación del sistema ERDOX requiere de menor tiempo.

**PALBRAS CLAVES: COSTOS, ESTABILIZACION, TALUDES**



## SUMMARY

The present investigation was carried out on the Acomayo-Pillao highway in the sections that are included between the progressives: 2 + 250.00 to 6 + 650.00, among these progressives it was possible to identify three unstable slopes which are the subject of study in this investigation.

For the determination of the instability of the slopes, the GEO5 software in the student version was used, making the static and seismic analysis of these slopes with the limit equilibrium method, we obtained that these slopes do not comply with the minimum safety factor which they are (factor minimum static safety factor 1.5 and minimum seismic safety factor 1.25); Once it was determined that the safety factors of the slopes, which are less than the minimum safety factors mentioned, conventional stabilization systems (gabions and cyclopean concrete walls) and non-conventional stabilization systems (ERDOX system) were implemented. ).

With the conventional and unconventional methods, the stability of the slopes under analysis was achieved and due to this, a calculation of the implementation budget of each of these systems was made and a calculation of the installation time of each of them was also made. the proposed systems. Reaching a conclusion that the ERDOX system is less expensive with respect to the other systems analyzed and also the installation of the ERDOX system requires less time.

PALABRAS CLAVES: COSTOS, ESTABILIZACION Y TALUDES.

## INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN .....	4
SUMMARY .....	5
INTODUCCION.....	9
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	10
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación .....	10
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos. ....	13
1. 3 Formulación del objetivo general y específicos .....	14
1.4 Justificación .....	15
1.5 Limitaciones.....	16
1.6 Formulación de hipótesis general y específica.....	17
1.7 Variables.....	18
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables.....	18
CAPITULOII. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 Antecedentes.....	21
2.2 Bases teóricas .....	27

2.2.1 Estabilidad de taludes.....	27
2.2.2 Estabilización de taludes con el sistema Erdox.....	37
2..2.3 Características del sistema Erdox ®.....	40
2.3 Bases conceptuales o Definición de términos básicos .....	48
2.4 Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas.....	50
CAPITULO III. METODOLOGIA .....	51
3.1 Ámbito.....	51
3.2 Población y selección de la muestra .....	51
Muestra.....	51
3.3 Nivel, tipo de estudio.....	52
3.4 Diseño de la investigación.....	52
3.5 Métodos, Técnicas e instrumentos.....	53
3.7 Validación y confiabilidad del instrumento.....	54
3.8 Procedimiento .....	54
3.9 Tabulación y análisis de datos .....	59
3. 10 Consideraciones éticas .....	127
V. RESULTADOS.....	128
IV. DISCUSION .....	130
CONCLUSIONES.....	132
RECOMENDACIONES .....	133
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	134

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	137
---------------------------------------	-----

### INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> .....	12
Gráfico 2.....	19

### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Elementos del sistema ErdoX.....	38
--	----

## INTODUCCION

En la actualidad, la finalidad en la construcción es ejecutar obras en tiempo mínimo y con precios menores. En la zona de Huánuco los casos más comunes es que los taludes son inestables en las carreteras, más aun en temporadas de invierno, lo que provoca atascos constantes entre las diferentes vías de localidades; debido a que estos problemas son muy continuos es indispensable que se resuelva lo antes posible. Hace pocos años atrás estos tipos de problemas se resolvía principalmente usando sistemas de muros de gaviones y muros de contención circulares de hormigón y también sistemas que eran similares para contener taludes; en estos últimos años se insertó en nuestro país un método que no conocíamos el llamado sistema ErdoX, que rinde mejor y aun precio mínimo si comparamos con los otros sistemas.

## **CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación**

Globalmente, la infraestructura vial de un área define las conexiones físicas entre las diferentes poblaciones del área y entre éstas y otras poblaciones más lejanas, posibilitando el intercambio de productos, servicios, bienes y lo necesario para el desarrollo de estos lugares. Para garantizar las condiciones óptimas de conectividad física terrestre en un área geográfica, la infraestructura vial debe alcanzar la cobertura y calidad requerida (estado de mantenimiento) como se describe en la sección anterior. Estos dos factores están directamente relacionados con la disponibilidad de recursos (principalmente recursos públicos) disponibles para este fin, ya que las carreteras casi siempre son construidas y operadas por el gobierno.

Los países del primer mundo no tienen mayores restricciones en los recursos destinados a su infraestructura vial, y las carreteras se construyen, operan, mantienen y reparan en mejores condiciones que los países con menos recursos públicos, inutilizando la infraestructura. Tanto la cantidad como la calidad son suficientes. El problema comienza con el diseño y trazado de las carreteras, que muchas veces no cumplen con los estándares técnicos establecidos por las autoridades competentes, muchas veces se construyen con tecnología y equipos inadecuados, y tienen poco o ningún mantenimiento después de la operación, lo que agrava el problema. Cabe señalar que es cada vez mayor, con mayor frecuencia de ocurrencia y volumen en las vías vecinales.

Según el establecimiento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la red vial del Perú se divide en tres niveles: (i) red nacional, (ii) red sectorial (regional), (iii) red vial local. En nuestro caso, por ej. Una red vial vecinal (RVV) formada por caminos de nivel local cuya función es conectar las diputaciones provinciales y distritales con los núcleos densamente poblados. El nivel de protección de la carretera y los tipos de superficie de la carretera (asfalto, pavimentado, sin pavimentar y caminos) para los campistas son muy diferentes.

Esto se estima en 113.933,1 kilómetros de la longitud total de la red. 1,7% pavimentado, 98,3% sin pavimentar

Las carreteras vecinales, en países como el Perú, son las que predominan en la red vial, de acuerdo al Ministerio de Transporte y Comunicación (2020), estas carreteras abarcan alrededor de 113,792.7 Km, esto se estima en 113,933.1 kilómetros de la longitud total de la red. 1,7% pavimentado y 98,3% sin pavimentar. Teniendo en cuenta que, en nuestro país es vía vecinal no pavimentada, la que une los pueblos ubicados en las provincias y distritos a través de los caminos departamentales y nacionales. Es en estos caminos vecinales donde los factores de la problemática expuesta se acrecientan, se observa pocos recursos invertidos en su construcción, sumado al mal mantenimiento de estos caminos, esto significa que el tránsito muchas veces se ve afectado e interrumpido por daños en los caminos o, peor aún, derrumbes, que en la mayoría de los casos detienen el tránsito vehicular, con los peligros a la seguridad de los pasajeros y vehículos y los perjuicios que ello significa a la economía de estos pueblos.

El pueblo se encuentra ubicado en el distrito de San Pablo de Pillao, en la provincia y región de Huánuco, se accede por la vía 18 A a la altura del kilómetro 133+000, este acceso es una carretera vecinal con características de trocha carrozable, tiene un trazo complicado debido a la topografía del terreno, como lo son la mayoría de este tipo de vías en la zona andina de nuestro país. En esta carretera se producen regularmente el deslizamiento de taludes por los motivos ya expuestos lo que genera las externalidades que afectan a los pueblos aledaños a esta vía.

El mes de abril del año 2010, el deslizamiento de un cerro en el centro poblado de Cancejos, a pocos kilómetros del punto de inicio de la carretera a Pillao, dejó cinco víctimas mortales, 43 viviendas sepultadas y otras diez inhabitables, según un reporte de INDECI (2010), este deslizamiento fue considerado de gran magnitud como puede observarse en la imagen 1.

### **Gráfico 1**

*Deslizamiento del talud en la localidad de Cancejos. Año 2010, provincia Chinchao, Región Huánuco*



Teniendo como referente este incidente registrado en la provincia de estudio, se deduce que el deslizamiento de taludes es el mayor riesgo que afecta la transitabilidad de las vías en esta zona, y que por las limitaciones que tienen las entidades encargadas de su gestión, no es posible un adecuado control de estos eventos, entonces tendría que generarse una propuesta de solución que esté al alcance económico del presupuesto de la región, y la



instalación no necesite personal de alta calidad, por eso estamos proponiendo el uso de la metodología Erdox.

## **1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.**

### **Problema General**

¿Cuál será la eficiencia en costos y plazos de estabilizar taludes con el método Erdox y métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250 al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es el costo/m<sup>2</sup> promedio de estabilizar taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250 al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco?
- ¿Cuál es el costo/m<sup>2</sup> promedio de estabilizar taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250 al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco?
- ¿Cuál es el plazo promedio de estabilizar taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250 al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco?
- ¿Cuál es el plazo promedio de estabilizar taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250 al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco?

### 1. 3 Formulación del objetivo general y específicos

#### Objetivo general

Determinar la eficiencia en costos y plazos de estabilizar taludes con el método Erdox y métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.

#### Objetivos específicos

- Calcular el costo/m<sup>2</sup> promedio de estabilizar taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- Calcular el costo/m<sup>2</sup> promedio de estabilizar taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- Calcular el plazo promedio de estabilizar taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- Calcular el plazo promedio de estabilizar taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.

## **1.4 Justificación**

El estudio de investigación muestra lo siguiente:

### **A nivel práctico**

Este estudio permitirá evaluar y analizar la situación real en zonas donde se producen deslizamientos como resultado de distintos factores intervinientes, lo cual conducirá posteriormente a establecer diferentes propuestas de estabilización, determinando la mejor alternativa a ser utilizada. De igual manera estas alternativas servirán para aquellos sectores aledaños que tengan similares características de suelo; puedan realizar el mismo tipo de estabilización.

En nuestra investigación tenemos el talud de forma natural o llamado ladera donde nos abocaremos a estudiar sus características, para conocer luego de realizada la evaluación cuáles serán los métodos de estabilidad más económicos y apropiados según las características que posee. En este caso, evitaremos cualquier percance cuando mejoremos estabilizar taludes en los caminos vecinales ya mencionados.

### **A nivel Técnico**

Se justifica porque a través de este análisis se podrá hallar el factor de seguridad y determinaremos como lograr económicamente estabilizar los taludes, considerando los frecuentes deslizamientos que obstaculizan la carretera Acomayo- Pillao, desvío de la vía 18A km 133+000, distrito de Chinchao y así mismo la inseguridad que esto representa.

## **A nivel Metodológico**

La importancia metodológica está determinada por toda la información obtenida de indicadores topográficos, geológicos, geotécnicos y ambientales, que permite un mejor diagnóstico de la zona, además, se utilizan tablas de recolección de datos de campo sobre discontinuidades. Y que apoye a otros estudios para que logren análisis análogos y aplicaciones similares a otras materias. Ya que, será una memoria de información para seguir estudiando.

### **1.5 Limitaciones**

En la investigación, El límite económico se refiere a estudios específicos que deben aplicarse y así determinaremos sus características de resistencia mecánica del talud. Por otra parte, respecto a los laboratorios certificados para hacer las evaluaciones, estos presentan costos elevados para la realización de cada prueba. Del mismo modo, otra de las limitaciones que se consideran para este estudio es la de hacer en el tiempo previsto el trabajo de campo, debido a que en esta temporada se presentan lluvias frecuentes, lo cual ocasiona que los taludes sean inestables y pueda ocasionar retrasos en el cronograma que se plantea en el estudio de dicha zona.

## 1.6 Formulación de hipótesis general y específica

### Hipótesis general

Al estabilizar taludes con el método Erdox, en un 75% es más eficiente en costos y plazos con respecto a los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.

### Hipótesis específicos:

- El costo de estabilizar taludes con el método Erdox es de 32 soles/m<sup>2</sup> en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- El costo para estabilizar taludes con los métodos convencionales es de 45 soles/m<sup>2</sup> en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- El plazo promedio para estabilizar taludes con el método Erdox es de 25 m<sup>2</sup>/día en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.
- El plazo promedio para estabilizar taludes con los métodos convencionales es de 5 m<sup>2</sup>/día en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.

## **1.7 Variables**

### **Variable Independiente**

- Estabilizar taludes con el método Erdox
- Estabilización de taludes con métodos convencionales

### **Variable dependiente**

- Costos y plazos

## **1.8 Definición teórica y operacionalización de variables**

Estas se describen en el Gráfico

## Gráfico 2

## Operacionalización de Variables

EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL MÉTODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO- PILLAO, PROGRESIVA 2+250AL 6+650, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA-REGION DE HUÁNUCO-2022

	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Escala	Valor Final	Instrumento
<b>Variable Independiente (V.I)</b> Estabilización de taludes con el método Erdox.	Operacionalmente la estabilidad de un talud se relaciona con el coeficiente de seguridad cuando se deslice, dependiendo de fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúen en el talud.	Método Erdox	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerzas estabilizadoras (FE)</li> <li>Fuerzas desestabilizadoras (FD)</li> </ul>	Kg/cm <sup>2</sup>	Cuantitativa	Razón continua	-	Corte directo
<b>Variable Independiente (V.I)</b>	Operacionalmente la estabilidad de un talud se relaciona al coeficiente de		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerzas estabilizadoras (FE)</li> </ul>		Cuantitativa	Razón continua	-	Corte directo

Estabilización de taludes con los métodos convencionales	seguridad al deslizamiento, dependiendo de fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúen en el talud.	Métodos convencionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerzas desestabilizadoras (FD)</li> </ul>	Kg/cm <sup>2</sup>				
<b>Variable Dependiente (V.D)</b> Costos y Plazos.	Operacionalmente se define los costos y los plazos para la estabilización de taludes empleando el método Erdox y los métodos convencionales que son usados comúnmente.	Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimiento de tierras.</li> <li>Armado de la estructura.</li> </ul>	m <sup>2</sup> /día	Cuantitativa	Razón continua	25m <sup>2</sup> /día	Hojas de calculo
		Costo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos de mano de obra calificada.</li> <li>Costo de materiales.</li> <li>Costo de transporte de materiales.</li> <li>Costo de equipos</li> </ul>	Soles/m <sup>2</sup>	Cuantitativa	Razón, continúa	32 soles /m <sup>2</sup>	Hojas de cálculo



## CAPITULOII. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### A Nivel Internacional

En primer lugar se tiene a Ramírez & Visbal (2021), presentaron a la Universidad Cooperativa De Colombia- Ibagué- Tolima, una tesis dirigida a analizar la Estabilidad de un Talud Ubicado Al K2+000 Vía Ibagué - San Bernardo, cuyo objetivo general estuvo orientado a analizar las características geotécnicas del suelo que conforma el talud ubicado en el k2 +000 en la vía Ibagué – San Bernardo. Dentro de las conclusiones establecidas, se tienen las siguientes:

- Después de realizar los ensayos para la caracterización en el laboratorio de la muestra, se determinó una clasificación mediante el (SUCS), obteniendo un material denominado (SC) Arena arcillosa de alta compresibilidad. De acuerdo con la clasificación y los límites de consistencia este suelo se clasifica como un no cohesivo o granular, lo aclaran un poco más los parámetros obtenidos para un suelo denso.
- Se realizó un levantamiento topográfico donde se identificó la superficie del área en estudio, donde se evidenció una pendiente promedio de  $47.57^\circ$  en el área afectada por el deslizamiento. De acuerdo con los parámetros de resistencia obtenidos en la parte de la corona del talud con un ángulo de resistencia interna de  $30.85^\circ$  y una cohesión de 8.1305 Ton/m<sup>2</sup> en la parte del cuerpo del talud con un ángulo de resistencia interna de  $26.58^\circ$  y una cohesión de 4.2360 Ton/m<sup>2</sup> y en la parte de la pata del talud con un ángulo de resistencia interna de  $29.38^\circ$  y una cohesión de 2.840 Ton/m<sup>2</sup> .
- Se evaluó el factor de seguridad en el área afectada por el deslizamiento por el método de Bishop simplificado obteniendo un valor de 3.144, también por el método de dovelas preciso por GLE/Morgenstern-Price obteniendo un valor de 3.137, según lo

establecido con el título H en la tabla H.2.4-1, el factor mínimo directo es de 1.50 en condiciones de taludes estáticos y agua subterránea normal, indicando que se sobreponer al valor establecido.

Este estudio, presenta convergencia con nuestra variable de investigación, debido a se le da importancia al estudio de las características geotécnicas del talud para poder establecer alternativas de estabilización de los mismo. Además proporciona el aporte algunos elementos que serán considerados al momento de realizar el estudio de campo.

Giraldo & Aragón (2021) plantea en su objetivo el análisis de estabilidad de taludes a 2.5 kilómetros del Nevado del Tolima en Chapetón utilizando los métodos del ábaco de Hoeky Bray, la dovela del “obispo simplificado” y un software SLIDE; para resolver su grado de incertidumbre para la localidad vecina y estableció las siguientes conclusiones:

La densidad, la cohesión y el ángulo de fricción son indicadores de resistencia que fueron determinados en el laboratorio, ya que es muy importante al momento de estudiar la estabilidad de taludes, y nos ayuda a ver cómo se comporta y resiste el suelo al corte, también es la base para calcular factores de seguridad a través de diversos análisis.

Para calcular el factor de seguridad en taludes el método utilizado con exactitud es Bishop simplificado, utilizando el ábaco de Hoek y Bray y el método simplificado de análisis de dovelas de Bishop, se obtuvieron factores de seguridad de 1.5 y 1.2, y se clasifica el talud ensayado como ambiguo; Usando la herramienta SLIDE, debido a sus nueve métodos, al mostrar un factor de seguridad de 1.5 nos confirma que la pendiente es estable

Este antecedente nos aporta un resultado interesante y que será considerado en nuestro estudio, y es tomar en cuenta algunos elementos relacionados a la estabilidad como peso específico, adherencia y ángulo de rozamiento, dado que de alguna manera determinan el comportamiento y la estabilidad del mismo.

Asimismo, Cabezas (2019), presentó a la Universidad Central del Ecuador, una investigación titulada: Diseño de estabilidad del talud del área minera Renovación, presentada en la Universidad Central Del Ecuador. La investigación estuvo bajo el enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo de tipo prospectivo. La muestra tomada es el talud existente en la concesión "Renovación", que atraviesa dicha concesión de NW a SE, esta muestra representa al conjunto del macizo rocos del talud y se ha definido en función de las necesidades de material pétreo del GADM del Cantón Riobamba y por los problemas de inestabilidad existentes en la zona. Después de aplicar la técnica metodológica estableció varias conclusiones:

- Actualmente el área de estudio presenta problemas de estabilidad, los factores que desencadenan la inestabilidad en el terreno investigado son: la erosión (agua, viento, etc.), la geometría y las propiedades físico-mecánicas del material, todas ellas se relacionan entre sí y ocasionan que el talud sea inseguro, generando problemas en el sector San José de Macají.
- Mediante la observación in situ del talud se pudo apreciar que este se encuentra en constante erosión la cual, ocasiona la caída de material fino y bloques de roca, exponiendo la integridad de los habitantes que viven debajo del talud, también, se pudo apreciar que el material es fácilmente disgregable debido a su escasa resistencia.
- Los parámetros físico-mecánicos (cohesión, ángulo de rozamiento, peso unitario) se define el material pétreo, realizando un promedio de los resultados obtenidos en el laboratorio, considerando al conglomerado como un conjunto, debido a su composición heterogénea y distribución caótica, además, se analizó como un material tipo suelo por presentar una matriz limo arenosa la cual soporta a los cantos semi angulosos. Los resultados obtenidos en la investigación fueron: cohesión = 10,787kN/m<sup>2</sup>, ángulo de rozamiento = 40,2°, peso unitario =17,188 kN/m<sup>3</sup> y humedad = 2,56 %.

- Los parámetros geométricos propuestos en este diseño de estabilidad permiten cumplir lo que establece la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014), presentando el mayor factor de seguridad (1,16) al valor mínimo establecido (1,05), los parámetros técnicos calculados son: bancos con altura de 8 metros, ángulo del banco igual a 50 grados, berma de resguardo en liquidación de 4 metros, que permite la circulación de la excavadora, y el ángulo del borde de liquidación de 38 grados.
- El estudio de estabilidad se realizó aplicando los métodos de equilibrio límite como Morgenstern – Price y Spencer, mediante dos software: Slide que pertenece al paquete de RocScience y Slope/W que es un módulo de GeoStudio, este último permite la optimización de la superficie de rotura, generando una superficie más real y crítica, por esta razón los factores de seguridad que presenta son más bajos que los obtenidos en Slide; todos los factores de seguridad obtenidos con ambos programas para los cuatro perfiles (situación actual) no superan el valor de 0,348, interpretándose que todo el conjunto es inestable; mientras que el factor de seguridad del diseño propuesto supera ampliamente estos valores alcanzando un valor de 1,16. Finalmente, se recomienda aplicar un análisis de elementos finitos para descartar posibles errores en la estabilidad y conocer las tensiones en el terreno.

De igual manera que en los antecedentes anteriores, se hace referencia tomar en cuenta el análisis de los elementos que producen la inestabilidad del talud, como el agua, la erosión, entre otros, aspectos a considerar en nuestro estudio.

## **A Nivel Nacional**

Ojeda Venturoso (2019 ) presentó una tesis donde su objetivo era determinar de qué forma puede estabilizar taludes para rehabilitar y mejorar dicha carretera. Su investigación es descriptivo con un diseño cuasi experimental, y en su conclusión afirma que pudo estabilizar el talud de dicha carretera con pernos de anclajes llegando al 100% de la FS requerida, así aseguró exitosamente estabilizar el talud; cumpliendo con indicadores estándar.

La investigación referida nos permite establecer algunos aspectos importantes para estabilización del talud, como lo es la aplicación de un método basado en pernos de anclaje, por supuesto que esto estará determinado por las características geotécnicas del suelo.

En otra tesis cuyo objetivo principal, según Torres Ríos (2019), fue el diseño de un sistema de estabilidad de talud con gran índice de inestabilidad en dicha carretera y concluye que: Analizó al talud más delicado, usando un software, con la técnica de equilibrio límite determinó el factor de seguridad, dando como respuesta 1.50 para sollicitación estática, 1.25 para sollicitación dinámica, ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones así lo dispone en la norma CE.020

Escobedo & Rodríguez (2019) elaboró una tesis donde tenía por objetivo solucionar la estabilidad de corte de taludes donde analiza y plantea alternativas. en las conclusiones afirma:

La pendiente analizada tiene errores en toda su extensión inclinada. Estos defectos se denominan deslizamientos superficiales y erosiones.

Se estableció causas que ocasionan la inestabilidad y así dar opciones de respuestas como el contenido de humedad, la elevación y el ángulo de la pendiente, la respuesta acertada era cambiar la geometría de inclinación y volver a diseñar, construir bancas que acoge al relleno granular compactada, así eludir fracturas cuando construimos dicho escalón.

Atendiendo los resultados referidos en este estudio, se puede evidenciar que a través de un buen análisis de los elementos que originan la inestabilidad en el talud, es posible establecer alternativas de solución precisas para cada caso.

### **A Nivel Local**

Se presentó ante la Universidad de Huánuco una tesis Como objetivo general se planteó Bustillos Cotrado (2019), usando la técnica de equilibrio límite determinó una posición de estabilidad de taludes en fracturas geológicas y concluye lo siguiente: En cuanto a insumos y técnicas, la investigación fue descriptivo transversal, interpretativo y mixto con muestreo no probabilístico espontáneo, asimismo la determinación de indicadores que perjudica la estabilidad de taludes y los efectos del daño geológico, se analizó la: topografía, hidrología, geología, ingeniería geotécnica y amenazas y riesgos. Resultó que la fractura geológica se encuentra inactiva, mostrando parámetros directos e indirectos. Y concluye diciendo que, se ha evaluado que la inacción de fracturas geológicas no es un peligro central de formar fenómenos geodinámicos externos (derrumbes, corrientes de tierra) y que las condiciones de estabilidad de taludes al estudio estático resultó inseguro.

En este antecedente se comprobó que una fractura en la corteza terrestre no se convierte en un peligro para que se produzcan movimientos o deslizamientos de tierra. Un aspecto importante a considerar en nuestro estudio de campo.

Espinoza Nieto (2019), en su estudio tuvo como objetivo examinar factores de seguridad para pendientes movedizos de la vía Huánuco - la Unión, y concluye que en pendientes movedizos que son objeto de este estudio, se muestran valores bajos para cargas sísmicas al comparar con las estáticas, al conformar las áreas en ocho pendientes movedizos, aumentó el factor de seguridad en cargas sísmicas y estáticas superando valores de 1.25 y 1.50 proporcionalmente.

## 2.2 Bases teóricas

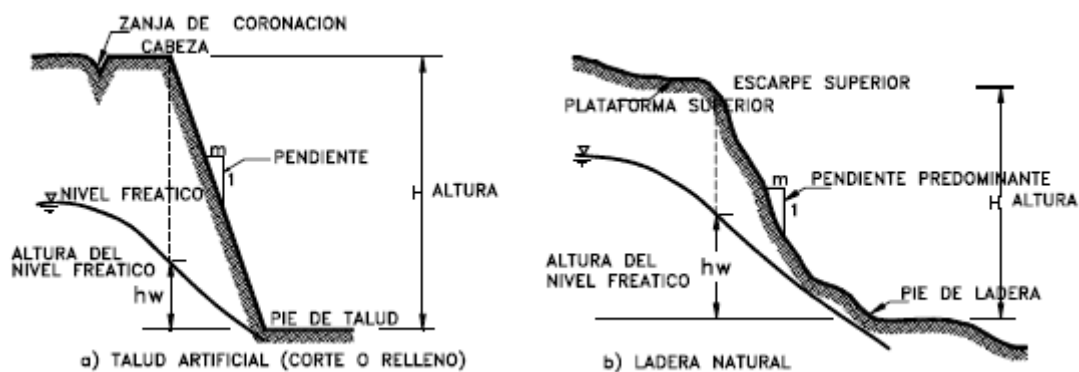
### 2.2.1 Estabilidad de taludes

#### 2.2.1.1 Talud

Es un área inclinada con relación al plano horizontal el cual debe ser ocupada constantemente por movimiento de tierra. Si una pendiente es producida de manera natural y no interviene el hombre, se conoce como ladera natural o solamente ladera. El talud artificial es el corte producido por el hombre, según el origen de su formación; las excavaciones se realizan en capas de suelo natural (agujeros), mientras que el talud artificial es una superficie inclinada de un terraplén (Albino Dextre, 2016).

#### **Figura 1**

Talud artificial y talud natural



Fuente: (Suarez.J, 1998, Pág. 2)

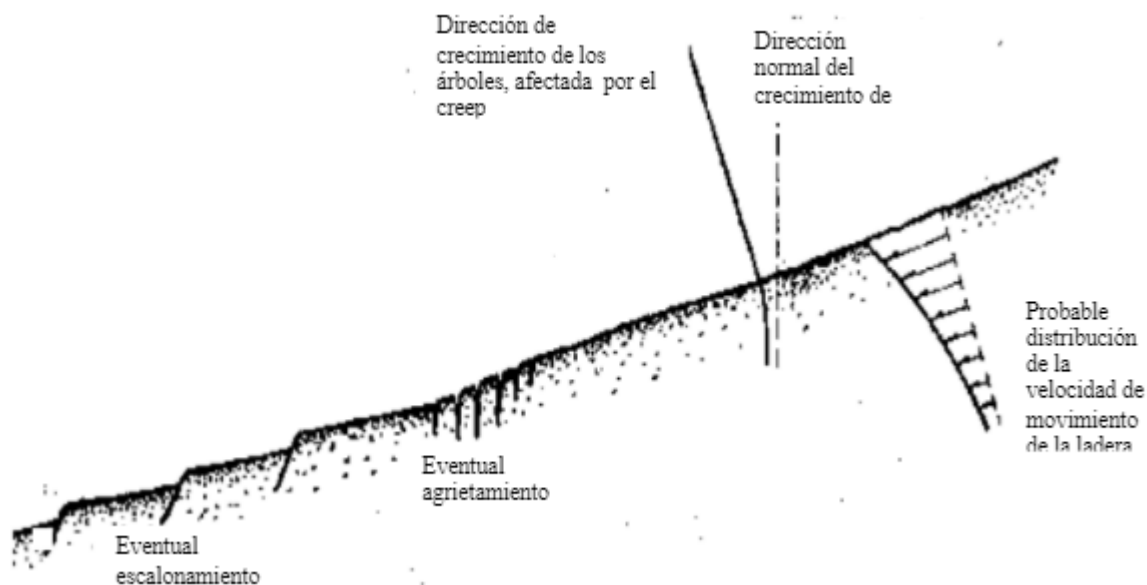
### 2.2.1.1.1 Clasificación de fallas en talud

#### 2.2.1.1.1.1 Falla por deslizamiento superficial (creep)

Una pendiente se encuentra sujeta a empujes causados por la naturaleza pues las partículas y secciones del suelo se deslicen extendiéndose cerca de sus límites. Esta falla hace referencia a un proceso que se repite con frecuencia, normalmente pausado, que se produce en la superficie de algunos taludes naturales. La fluencia generalmente involucra enormes extensiones de tierra y el movimiento de la superficie ocurre sin transiciones abruptas en medio de las partes móviles de la superficie y los bloques sólidos más profundos. No podemos afirmar de superficies deslizantes (Albino Dextre, 2016).

#### **Figura 2**

Falla de superficies deslizantes



Fuente: (De Matteis A.,2003, pág. 6)



### **2.2.1.1.1.2 Falla por movimiento del cuerpo de talud**

Los movimientos repentinos, ya sea que afecten o no la cimentación, tal vez sucede en taludes donde la superficie de fractura impacta una gran cantidad de suelo que penetra a fondo en la masa. Tener en cuenta que se ha formado un área dañada donde las fuerzas de corte que actúan sobre el área de su desarrollo posterior superan la resistencia al corte del material. Se agrieta y se forma un área resbaladiza con el tiempo ocurren fallas. A estos deslizamientos se ha considerado como un fenómeno, y para estudiarlo hay dos formas completamente diferentes (Albino Dextre, 2016).

#### **2.2.1.1.1.2.1 Falla rotacional**

Primero, definiremos el área de fractura curva con el tiempo se mueve la pendiente. Dicho área forma una huella con la horizontal que se puede ajustar fácilmente a la circunferencia sin grandes errores, pero se ve afectada por las transiciones geológicas locales, los perfiles estratigráficos y las condiciones generales del material, y la forma puede variar. Esta perturbación es conocida como rotaciones, generalmente ocurre en material arcilloso uniforme o suelos cuyas propiedades mecánicas están controladas en gran medida por el contenido arcilloso (Albino Dextre, 2016).

#### **2.2.1.1.1.2.2 Falla traslacional**

Generalmente es un movimiento de traslación significativo de volumen del talud a lo largo de una superficie de falla esencialmente plana, asociado con capas de baja resistencia ubicadas a menor hondura de la pendiente. En su borde con una curvatura que se extiende hacia afuera y forma una grieta. Las formaciones débiles que sustentan estas fallas suelen ser arcillas blandas, arenas finas o limos sueltos no plásticos (Albino Dextre, 2016).

### 2.2.1.2 Determinación de los parámetros mecánicos del suelo

Para analizar la estabilidad del talud, tomaremos dos parámetros de importancia y Albino Dextre (2016) afirma:

**La cohesión (C):** tiene la particularidad por la cual los componentes del suelo mantienen su adherencia, proporcional al número de puntos de contacto con las partículas. Por lo tanto, la arcilla y el limo son más cohesivos que el suelo denso.

**Ángulo de rozamiento o fricción interna ( $\phi$ ):** depende directamente de la compacidad y aspereza de las partículas del suelo. La fuerza de fricción se deriva del indicador  $\sigma$  y determina la presión ejercida por el suelo para superar los obstáculos.

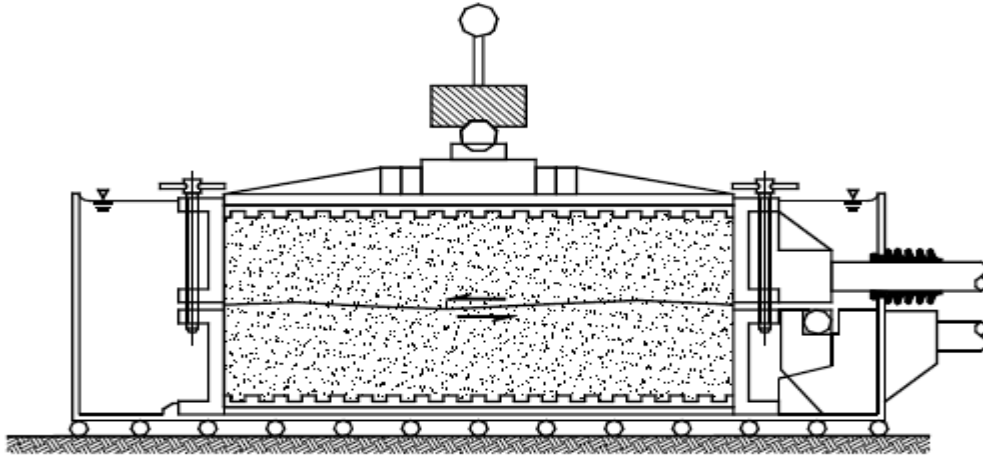
Los indicadores mencionados son hallados con ensayos realizados en laboratorios de suelos, estos ensayos pueden ser: ensayos triaxiales o de corte directo; para el desarrollo del trabajo de investigación nos enfocaremos en emplear la prueba de corte directo.

### 2.2.1.3 Prueba de corte directo

En esta prueba, la resistencia al corte se mide en un plano específico, donde la muestra se corta en una dirección definida. Debido a que el área de fractura es predeterminada e independiente de la propiedad del suelo, el valor de resistencia obtenido suelen ser superiores a los de las pruebas triaxiales. La muestra es colocada en una caja que consta de dos anillos, uno encima del otro, que pueden moverse horizontalmente entre sí cuando se aplican fuerzas de corte. La muestra no puede estar completamente saturada, se logra un mayor grado de saturación si sumergimos la muestra en un tiempo prolongado antes de la prueba. A pesar de ello, debemos prestar especial atención al efecto de saturación de ciertos materiales, en especial a suelos expansivos (Suárez Díaz, 1998).

**Figura 3**

Ensayo de corte directo



Fuente: (Suarez. J, 1998, Pág. 93)

**Factor de seguridad**

La prueba de estabilidad se obtiene determinando el factor de seguridad del talud. La correlación de la resistencia al corte media con el esfuerzo de corte promedio que se desarrolla durante del supuesto plano de falla, se lo denomina factor de seguridad (Albino Dextre, 2016).

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

La resistencia de corte es:

$$\tau_f = C + \sigma' \tan \phi$$

El esfuerzo promedio de corte es:

$$\tau_d = C_d + \sigma' \tan \phi_d$$

En la ecuación:

$C_d$ : Cohesión efectiva

$\phi_d$ : el ángulo de fricción efectiva

De la relación de las tres ecuaciones tenemos:

$$FS = \frac{C + \sigma' \tan \phi}{C_d + \sigma' \tan \phi_d}$$

Dividiendo al factor de seguridad a su elemento cohesivo y también al componente de fricción, se obtiene una igualdad:

$$F_c = \frac{C}{C_d} \text{ y } F_\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_d}$$

$$F_c = F_\phi$$

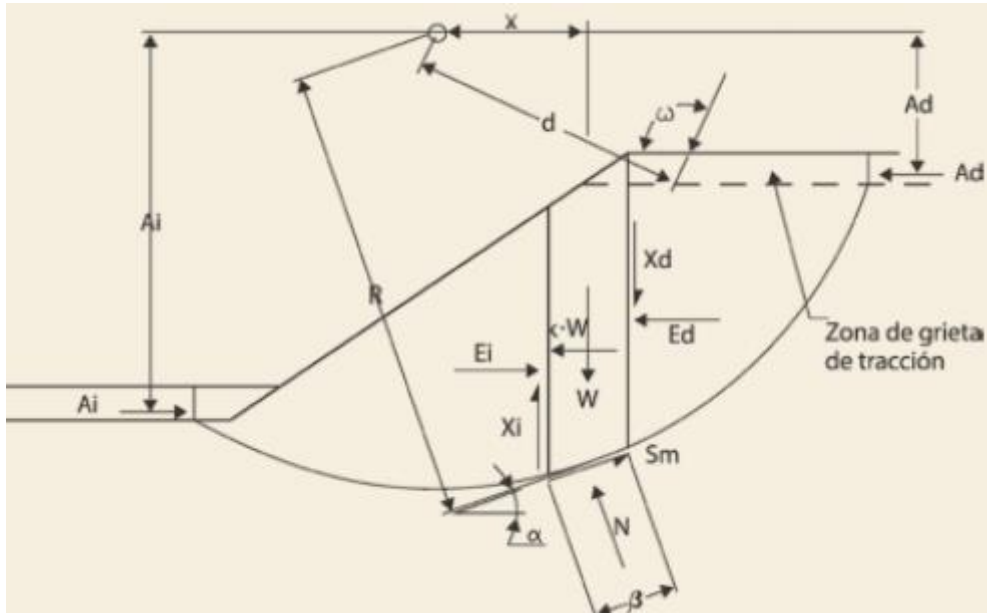
## **Métodos de cálculo para estabilizar taludes**

### **Método de equilibrio limite**

Para hallar la firmeza de una masa de tierra muy movedizo nos justificaremos en leyes estáticas. Una restricción importante se da cuando deducimos que la resistencia al corte del suelo se moverá de manera total y simultaneo a lo largo del plano de corte, sin importar el estado de tensión o la cantidad de deformación. Cuando el suelo se moviliza provoca cambios en sus propiedades resistivas que no se pueden explicar en este tipo de modelo. Podemos sacar provecho, ya que, nos deja modelar figuras complicadas de forma veloz y confiable. El método de equilibrio finito implica dividir una masa de suelo muy movedizo en rebanadas perpendiculares, calculamos el equilibrio para cada rebanada y analizarlo. Así lograr un factor de seguridad (F), para definir la relación de fuerzas/momentos y fuerzas/momentos desequilibrados. Luego se calcula el valor de FS para una curva de falla potencial, el proceso se reitera para otra curva y así continuamente tener el valor mínimo de FS (curva de peor deslizamiento) (Valiente et al., 2015).

**Figura 4**

Equilibrio de una rebanada



Fuente:(Valiente R., Sobrecases S. y Díaz A., 2015).

Donde:

*W*: peso total de la rebanada*N*: fuerza normal en el apoyo*S*: fuerza de corte movilizadora en el apoyo*E*: fuerzas en el plano que se movilizan*X*: fuerzas perpendiculares que se movilizan*A*: empuje del agua externo

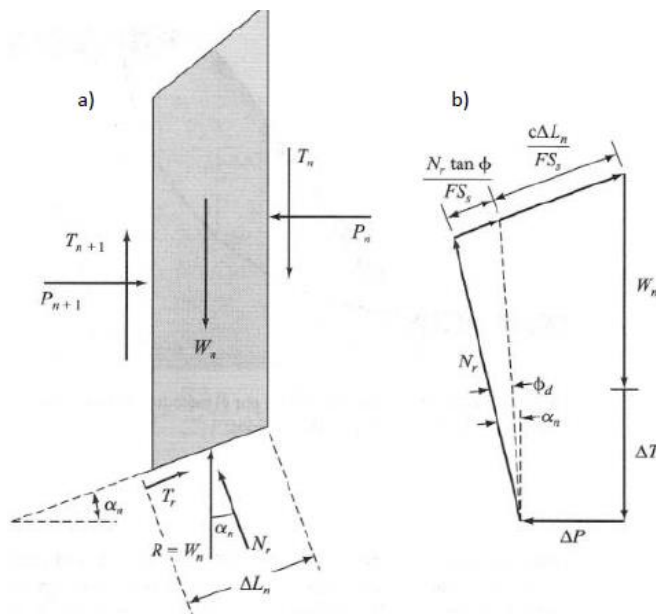
Al resolver este problema, tenemos la suma de fuerzas y momentos más el principio de error de Coulomb de Mohr, Mediante el sistema de ecuaciones no se podrá resolver este problema, ya que se obtiene "n" ecuaciones, y el total de incógnitas es "6n -1". Para definir un sistema, el modelo (Bishop, Janbu, Spencer, etc.) debe realizar varias suposiciones sobre la dirección, magnitud y/o orientación de cualquier fuerza existente. Finalmente para resolver este sistema, utilizaremos modelos prácticos de equilibrio límite (Valiente et al., 2015).

### Método de Bishop simplificado

Bishop (1955), formula un arreglo más sofisticado que el método convencional de dovelas. Este enfoque representa hasta cierto punto el resultado de la fuerza en los bordes de cada segmento de línea (Das, 2015).

**Figura 5**

(a) Fuerzas actuantes en la n-esima. (b) dovela y polígono de fuerzas de equilibrio



Fuente: (Braja M., 2001)

### Método de Janbu Simplificado

Se parece a la técnica de Bishop Simplificado en la figura 5a, donde se realiza el balance de fuerzas horizontales, y no el balance de momentos; que tiene un esquema igual a las fuerzas que actúan sobre la rebanada. Este método se apoya en hipótesis de cómo las fuerzas entre los segmentos son horizontales, despreciando las fuerzas de corte donde el área de fractura no es obligatoriamente circular, y determina factores de corrección basados en la curvatura de la fractura (Espinoza Nieto, 2019).

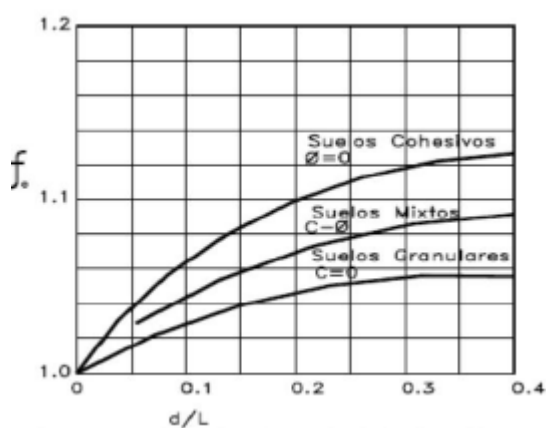
$$F.S = \frac{f_o \sum [c * b_n + (W_n - u * b_n) \operatorname{tg} \phi] * \frac{1}{\cos \alpha_n * m_{\alpha(n)}}}{\sum (W_n * \operatorname{tg} \alpha_n)}$$

Para lo cual se hizo que:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_n * \operatorname{tg} \phi}{F.S} \right)$$

**Figura 6**

Diagrama para encontrar el factor de corrección



Fuente: (IGME, 1987)



## 2.2.2 Estabilización de taludes con el sistema Erdox

### Generalidades

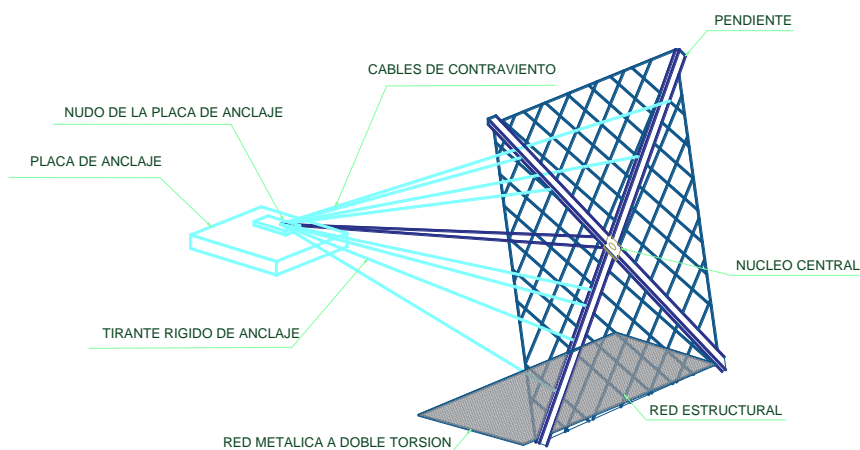
Urteaga Posadas (2017) la base teórica y práctica de lo concerniente al sistema de estabilización de taludes denominada ERDOX®, pertenece a la empresa BETONFORM L.A SAC que la conceptualizó, la desarrolló y la viene comercializando, la información que se presenta a continuación, corresponde a ella:

El método Erdox consiste en un único muro de contención anclado, formado por una estructura de metal en forma de una pirámide, ligera, premontada y es fácil de instalar, este método constructivo nos ayudará a solucionar proyectos de suma urgencia.

Este método ErdoX , es creado con el objetivo de resolver todos los problemas ocasionados por los deslizamientos y erosiones de suelos en zonas de tierras altas, de forma raudo y eficiente. En un elevado porcentaje estos fenómenos se dan en zonas de difícil acceso y afecta a que las vías sean factibles a largo plazo; en ocasiones obstruyen los medios de comunicación causando muchos problemas a las personas que residen en dichos lugares.

Intervenir para solucionar los problemas mencionados de forma tradicional, como añadir muros de hormigón armado, muros de piedra o cambiar la sección del terreno existente para que la pendiente no sea tan pronunciada, requiere calcular un tiempo de construcción largo y una inversión importante. En algunos casos, es casi imposible eliminar por completo las circunstancias en las que se realizó la intervención. Para encontrar una solución a estos problemas, los técnicos de Betonform® diseñaron, desarrollaron y fabricaron un innovador elemento estructural ErdoX®, que es el resultado de la investigación continua de mejoras y avances tecnológicos en sus servicios.

El método Erdox® representa una estructura piramidal de fierro doblegable y su peso propio es relativamente bajo. La fijación de los extremos de esta estructura de sombrilla con un simple perno se fija a la placa base, sujetando así el suelo con malla de alambre (fig.7)

**Figura 7***Elementos del sistema ErdoX*

### **Estructuración y funcionamiento del sistema ErdoX®**

La estructuración y funcionamiento según Urteaga Posadas (2017) el método ErdoX® es un muro de contención de un solo anclaje que consta de un marco piramidal de metal ligero premontado y es rápida de instalar. consta de una parte delantera, compuesta por 2 vigas de acero HE120B conectadas por dos placas, interconectadas para hacer la cruz de san Andrés con dimensiones L 310 x H 360 cm. En la parte central de la viga, el separador rígido que une el panel frontal con el sistema de anclaje se fija mediante una losa de hormigón armado o un separador perforado conectado mediante un nudo de puente. Al núcleo de acero del panel frontal compuesta por vigas, se unen 4 u 8 cables de arriostramiento de 0,16 mm, que se conecta al extremo posterior del arriostramiento central, lo que le da al método ErdoX® su característica piramidal.

El frente se remata con una rejilla rectangular texturizada de 310x360 cm. El "panel HEA" está hecho de alambres de acero doble con núcleo metálico con un diámetro de 0,8 mm. Los cables anteriores, tienen resistencia nominal al cordón de acero de al menos 1770 N/mm<sup>2</sup> con una carga de rotura mínimo de 40,3 kN, se entrelazan y se forma una red romboidal. Los empalmes de cables en el mencionado panel HEA están reforzados para resistir cualquier esfuerzo estático o dinámico que tienda a deformarse el tablero; el refuerzo está formado por nudos dobles de cables trenzados mecánicamente de 0,3 mm en cada lado de la placa así garantizar una resistencia a la rotura por tracción (ensayo de tracción estática) de al menos 23 kN; Esta solución nos permitirá obtener las intersecciones del cable principal con potencial absorción de sobrecargas, la resiliencia del panel es mayor. Y también los extremos y bordes de la red se conectan a un cable delimitador de 0 12 mm de diámetro, con un núcleo metálico de resistencia nominal del hilo de al menos 1770 N/mm<sup>2</sup> y una carga mínima de rotura de 84,1 kN. Los paneles principales antes mencionados están especialmente diseñado para esta estructura de contención así no interfiere con las conexiones estructurales impuestas por el método. La malla de alambre de par trenzado está unida a la rejilla estructural, tiene ranuras hexagonales de 80x100 mm, con alambre 0 de 2,7 mm, completamente galvanizada y firmemente unida a la lámina estructural principal. Esa malla se pliega de manera horizontal en la base de dicha estructura, en una longitud de aprox. 150 cm" (Urteaga Posadas, 2017).

El inicio para la actividad se sustenta en que la presión ejercida por el frente, transmitida por el relleno, más las posibles sobrecargas estructurales, es inferior al peso que actúa en la losa de hormigón del material de relleno estructural. Cabe señalar que la presión sobre el panel frontal en forma de pirámide se transfiere a la losa de hormigón a través de tirantes rígidos y cables resistentes al viento, que son el sistema de sujeción de cada elemento ErdoX. Por lo tanto, se recomienda asentar las placas de anclaje sobre suelo de gran calidad (Urteaga Posadas, 2017).

Si la losa no puede sostenerse sobre un buen suelo debido a las condiciones locales, se pueden reforzar utilizando barras de tensión perforadas en el suelo (profundidades adecuadas para que la resistencia a la tensión sea suficiente para estabilizar el sistema). La base de manipulación piramidal asegura que los muros construidos con el método ErdoX no tendrán problemas de derrumbe de muros (lo cual es geoméricamente imposible) (Urteaga Posadas, 2017).

### **2..2.3 Características del sistema Erdox ®**

La empresa Betonform (2018) indica las principales características del sistema Erdox, de la siguiente manera;

Esto asegura que la estructura será estable y resistente en un menor tiempo, y luego de la instalación, el tráfico de vehículos se reanuda con normalidad una vez que la estructura esté en su lugar. La función piramidal evita el vuelco. Esta acción se debe a que la presión aplicada al panel frontal se transfiere a la losa de hormigón por medio de soportes rígidos y los cables amortiguadores de viento. En comparación con Terramesh Wall, el método ErdoX tiene ventajas en términos de mano de obra, maquinarias, sobre todo en menor tiempo y precio. Depende mucho del proyecto, mejora el rendimiento / costo de 3 veces menor. No dañará la estructura situada en la parte de arriba, ni provocará un efecto de carga inesperado, ya que se debe a la flexibilidad del sistema (proporcionada por un único anclaje) y se acomoda a los asientos. El suelo puede ser construido sobre él. (Urteaga Posadas, 2017).

El frente del método proporciona drenaje, y evita que el material se sature y falla por posible exceso de peso con agua (por lo que la sobrecarga hidráulica no se tiene en cuenta en el diseño). El método se ajusta al entorno a través de su estructuración final (protegida de vegetación si las circunstancias locales lo permiten) asegurando una buena apariencia para el proyecto terminado. Por ejemplo, la instalación y operación del sistema ErdoX tiene un mínimo impacto ambiental, ya que los materiales que lo componen provienen de la misma región (Urteaga Posadas, 2017).

**Tipos:**

De acuerdo a su uso la empresa Betonform presenta cuatro tipos de uso del sistema ErdoX:

**ErdoX Tierra:*****Figura 8***

*Sistema ErdoX Tierra*



Las medidas son 3,10 x 3,60 m y cada elemento pesa aproximadamente 350 kg.

Se utiliza en las siguientes situaciones: Refuerzo de taludes que puedan fallar, Toboganes de tierra, deslizamientos de tierra, Obstáculos y muros de apoyo. Hay dos tipos de suelos ErdoX: ErdoX Tierra que dispone de 4 cables de apoyo y una placa de anclaje de hormigón de 1,40 x 1,40 x 0,18 m. y Suelo ErdoX reforzado que dispone de 8 cables y 2 placas de anclaje idénticas (se pueden colocar una sobre otra o en forma de "L"). En condiciones extremas del terreno, se puede usar un sistema de cimentación que convenga anclar correctamente el sistema ErdoX tierra en el suelo (Urteaga Posadas, 2017).

**ErdoX Junior:****Gráfico 9***Sistema ErdoX Junior*

Las medidas son de 2,00 x 2,50 m. Cada unidad pesa 120 kg, y se utiliza en proyectos que no requieren alta resistencia del sistema; como por ejemplo en: construcciones modernas, terraplenes de canales y lagos, suelos con baja resistencia requerida por el sistema, y finalmente para el control de la erosión. Es versátil y fácil de instalar, tiene una capacidad de estabilización de 5m<sup>2</sup> de superficie en taludes inestables, pueden soportar cargas de 10 a 12 toneladas. ErdoX Junior está disponible en dos formas: ErdoX Junior normal consta de 4 cables tiene una placa de 0,80 x 0,80 x 0,10m, y ErdoX Junior de refuerzo consta de 4 cables, tiene placa de 1,15 x 1,25 x 0,18 m (Urteaga Posadas, 2017).

**ErdoX Nieve:****Gráfico 10**

## Sistema ErdoX Nieve



Este sistema es proyectado para sectores con alto riesgo de nieve y avalanchas. Por lo tanto, este modelo de ErdoX está reforzado en la nieve, para soportar las cargas que pueden ocurrir en pendientes normalmente pronunciadas (Urteaga Posadas, 2017).

**ErdoX C:****Gráfico 11***Sistema ErdoX C*

ErdoX C es proyectada como protección de contener un terraplén, represas, pendientes peligrosas, etc; Es una excelente opción en ambientes donde hay presencia de sales u otros reactivos. El anclaje se puede hacer con barras de tiro en la roca, o en tierra suelta, el cable de acero estará conectada en forma de espiral dedal será fijado al suelo con una losa de hormigón (adecuada para desarrollar el proyecto) fijados en el sistema (Urteaga Posadas, 2017).



### **Proceso de instalación del sistema Erdox ®**

La empresa Betonform (2018) explica el proceso de instalación del sistema Erdox, de la siguiente manera;

Para proyectar la superficie de soporte estructural según Urteaga Posadas (2017), primero excavar en un área real ampliamente extenso como para armar y acomodar toda la estructura con sus barras rígidas y placas de anclaje de hormigón armado. Luego nivelar y compactar dicho área de terreno con la maquinaria que se usó para excavar, ahora armaremos dicha estructura y comenzaremos alzando el panel ensamblado mecánicamente, amarre apretado hasta que quede vertical y horizontal para luego llevar la estructura al lugar de montaje. Al mover notaremos su forma de pirámide. Con precisión coloque la losa de concreto en el lugar de montaje, seguido colocamos la estructura con exactitud observando que la última parte del tirante rígido encaje con el núcleo de la losa de hormigón. El soporte estructural rígido se conecta a la losa de hormigón armado, colocando pernos, tuercas y comprobar que estén apretados. Doble ligeramente los cables trenzados del panel frontal hasta unir los dos alambres perimetrales de ambas estructuras adyacentes. Use grilletes de trípode para conectar los alambres perimetrales de dos estructuras adyacentes: una en la parte superior, otra en el centro y otra en la parte inferior para proporcionar una conexión fuerte a las dos estructuras y flexibles entre sí.

### **Métodos convencionales para la estabilización de taludes**

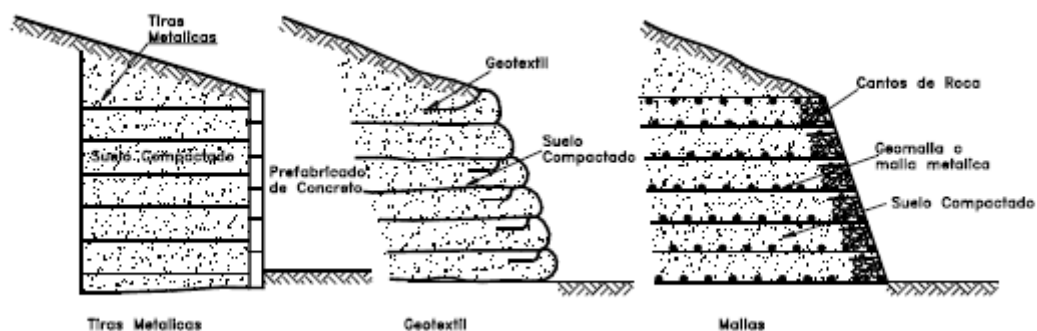
Los métodos convencionales utilizados son diversos entre ellos tenemos sistemas tipo gaviones, estructuras de tierra reforzada (terramesh), muros de concreto armado entre otros, para desarrollar este estudio dejaremos de lado a los muros de concreto armado, solo se tomará en cuenta los muros tipo gaviones y los sistemas terramesh.

### sistema tierra reforzada (terramesh system)

Son terraplenes, cuyo principal componente es el suelo; para empezar a compactar se coloca elementos de soporte para incrementar su resistencia a la tracción y corte. La resistencia interior se debe al esfuerzo y el exterior se comporta como estructura masiva por gravedad, su construcción es sencilla, se basan en la tierra, se adapta fácil al terreno, se puede construir sobre cimientos vulnerables, resiste asentamientos desiguales y se puede demoler o reparar de manera sencilla, pero requiere más área utilizable que otras estructuras de soporte (Albino Dextre, 2016).

#### **Figura 12**

Esquema de estructura de tierra reforzada



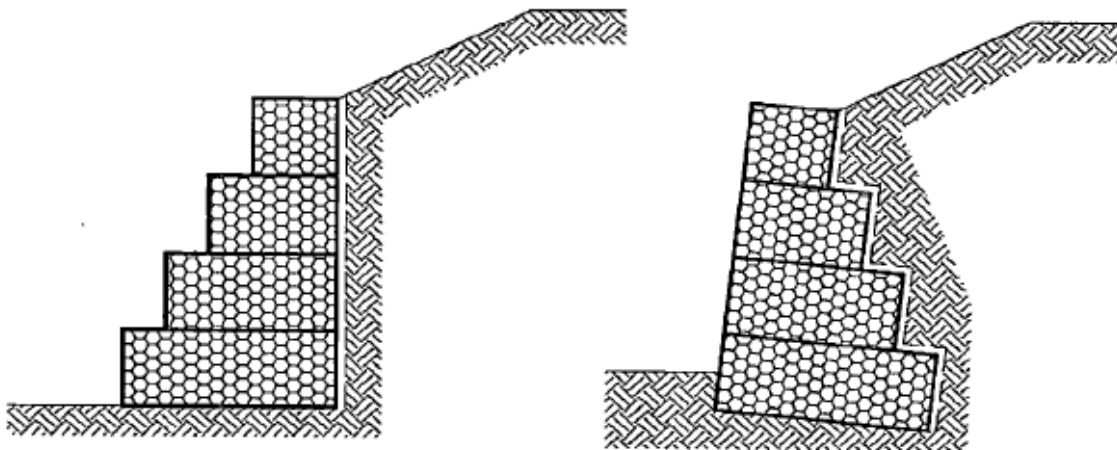
Fuente: (Suarez. J, 1998, Pág. 477)

### Muros de contención de gaviones

Son sistemas de muros convencionales, se componen de elementos metálicos fabricados con mallas hexagonales torcidas rellenos con piedras, desde una perspectiva técnica y económico tiene muchas ventajas al construir dichos muros, ya que tienen una suma de propiedades funcionales que no se encuentran en otro tipo de estructuras, en su totalidad las unidades están cosidas y estrechamente conectadas entre sí con alambres que tienen las mismas propiedades que la malla formando una estructura continuo, para lograr una estructura eficiente es primordial cumplir con todas las propiedades de los materiales (Albino Dextre, 2016).

#### **Figura 13**

Diseño de muros gaviones



Fuente: (Maccaferri do Brasil,2005, pág. 10).

### 2.3 Bases conceptuales o Definición de términos básicos

(Ministerio de vivienda del Perú, 2012), en el Reglamento Nacional de Edificaciones (CE.020 Suelos y Taludes, 2012, cap 5) define lo siguiente :

**Análisis de estabilidad de taludes:** El proceso de cuantificar la interrelación de fuerzas estabilizadoras con fuerzas movilizadoras ejercidas sobre una pendiente.

**Banquetas:** El resultado es un corte geométrico, formado con huecos, para protegerlo de la filtración y erosión se reduce el ángulo efectivo de la pendiente.

**Capacidad de carga:** Es el máximo empuje o falla debido al movimiento del suelo, y determinaremos usando reglas aprobadas en mecánica de suelos.

**Corrimientos:** Tienen desplazamientos que dañan a grandes extensiones de tierra.

**Deslizamientos:** Cuando un gran volumen de suelo o roca se mueve hacia a un lugar inferior, dicho movimiento pasa principalmente en la superficie de una grieta o en áreas aproximadamente esbeltas con altas cargas de corte.

**Empuje activo:** Esfuerzos producidos por la condición activa en la que puede ocurrir la deformación lateral del suelo, que reducen el esfuerzo horizontal a un mínimo valor cuando se alcanza el estado de esfuerzo último.

**Empuje de reposo:** Esfuerzo debido a la presión estática de la tierra en restricción lateral completa, la deformación solo puede ocurrir en la dirección vertical y la deformación lateral es cero.

**Empuje pasivo:** Esfuerzos producidos por una condición pasiva, por lo cual el suelo puede deformarse de manera lateral, incrementando el esfuerzo horizontal a un máximo valor se alcanza el estado de esfuerzo último.

**Entibación:** Un procedimiento de resistencia a la tracción activa, utilizando un material de soporte con un estado temporal. Estabilidad: respuesta a un procedimiento de estabilización.

**Estabilización:** Es un desarrollo físico / químico, que ayuda a mejorar la condición mecánica del suelo.

**Estabilización de taludes:** Soluciones geotécnicas integrales implementadas en taludes, ya sean terraplenes, excavaciones, cortes, naturales o no, son capaces de incorporar balances adecuados y sustentables, que cumplen con los criterios gravimétricos y sísmicos, medido por un factor de seguridad, y no dañan de manera negativa el ambiente.

**Ladera:** Sección natural del suelo, enlazado a la superficie, dicha sección siempre será horizontal

**Movimiento en masa:** Cuando un gran volumen de roca, tierra o escombros se mueve hacia a un lugar inferior; además se conoce como fenómenos de erosión en masa, o deslizamientos de laderas.

**Suelo:** Es un agregado con moléculas de mineral, naturalmente granuloso y cohesivos que pueden separarse de manera mecánica con baja energía. Suelo quebradizo: Suelo que tiende a deslizarse durante la formación.

**Talud:** Sección obtenida después de excavar o rellenar, no siempre es vertical, pero con el plano horizontal forma un ángulo; denominado ángulo de talud.

## **2.4 Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas**

Dentro del proceso de investigación en el área de ingeniería además de sustentarse en sus propias bases metodológicas, se toma en consideración el problema de la estabilización de taludes desde un fundamento epistemológico como una problemática social a partir de una perspectiva científica. Se considera social, porque de alguna manera está orientada a la protección de la vida y del ambiente. Es así como la epistemología nos ayuda a comprender cómo se construye el saber desde un proceso de investigación desde el campo de la ingeniería civil, así como también a determinar cómo se pueden aplicar los métodos y procedimientos científicos en este caso en el estudio de estabilidad de taludes, y desde una perspectiva científica, generar nuevas alternativas de solución a una problemática específica.

De esta manera, es necesario aclarar el sentido de las interrelaciones que se establecen entre estos campos de conocimiento y sobre las actividades específicas que desarrollan científicos e ingenieros en presentar alternativas de solución.

## CAPITULO III. METODOLOGIA

### 3.1 Ámbito

*Geográfico:*

Distrito Chinchao, Provincia de Huánuco. Región Huánuco.

*Temporal:*

Se realizará durante los primeros meses del año 2022 hasta mediados del año 2022.

*Institucional:*

Se desarrollará dentro del marco de la Dirección Regional de Transporte y Comunicación, que es el ente encargado de gestionar estas vías, conjuntamente con la Municipalidad Distrital de Chinchao.

### 3.2 Población y selección de la muestra

#### **Población**

Estará conformada por taludes de carreteras vecinales con similares características que la vía ACOMAYO- PILLAO, DESVÍO DE LA VÍA 18A KM 133+000, distrito de Chinchao, provincia - región de Huánuco.

#### **Muestra**

Las muestras seleccionadas serán de tipo no probabilística por intención, por cuanto, se tomará como muestra el tramo más crítico en cuanto a estabilidad de taludes de la carretera en estudio, la definición de este tramo es materia del primer objetivo específico de nuestro estudio.

Hernández et al. (2014) afirman que el muestreo no probabilístico, también conocido como muestreo intencional, implica un proceso de selección guiado por las características del estudio; en lugar de criterios estadísticos generalizados. En nuestro caso la naturaleza de nuestro estudio y los objetivos trazados nos permitieron usar la técnica de muestreo no probabilístico.

### **3.3 Nivel, tipo de estudio**

#### **Nivel**

De acuerdo a los propósitos que se persiguen en el estudio, se establece como una investigación con un nivel relacional, que según Hernández et al. (2014) afirman que el nivel de investigación tiene como objetivo saber el grado de correlación existente a través de dos o más variables, se realiza la medición a cada concepto o variable por separado para luego cuantificar y analizar la correlación. Esta correlación es apoyada por la hipótesis probada

En nuestro estudio determinaremos la eficiencia en costos y plazos que existe entre la estabilidad de un talud con el método Erdox y con los métodos convencionales en el punto de la vía donde se estudia el talud.

#### **Tipo**

La investigación se va considerar de tipo aplicada, porque Hernández et al. (2014) afirman que al intentar comprender, hacer, establecer y corregir realidades problemáticas, se interesa más por la aplicación rápida de los problemas que por el desarrollo de conocimientos de valor general. - Los proyectos de construcción entran en esta categoría si resuelven algunos problemas.

### **3.4 Diseño de la investigación**

La investigación utilizará un diseño no experimental, según Hernández et al. (2014), La investigación no experimental, es desarrollada sin manipulación deliberada de variables, donde los fenómenos simplemente se observa en su entorno natural y luego se analizan.

En el caso del estudio de talud, solo serán observados en su conformación y características naturales y reales, sin realizar ninguna intervención o manipulación de variables.



### **3.5 Métodos, Técnicas e instrumentos**

#### **Método**

Dávila (2006) plantea que dependiendo de la naturaleza de la investigación, se utilizan métodos deductivos. Este proceso organiza sucesos acreditados, y saca conclusiones a través de una serie de declaraciones acreditadas como silogismo, que incluye una idea principal, una idea secundaria y una conclusión.

En este caso particular, después de obtener datos analizados, se organizarán de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas para el estudio y se establecerán las respectivas conclusiones de los hechos observados.

#### **Técnica**

En este estudio se utilizarán técnicas de reconocimiento de la zona, ya que explorar insitu permite capturar las observaciones presentadas en campo, y registrarlas en un formato para recolectar datos, desarrollado para dicha finalidad.

#### **Instrumentos**

Se utilizarán instrumentos de tipo mecánico, de geología y topografía. La recolección de datos referente a la geología se harán en sujeción a las normas peruanas vigentes y los datos topográficos se recolectarán cumpliendo sugerencias del manual de usuario del equipo, y los lineamientos referidos en la parte de "Terreno y Georreferenciación" del Manual Vial EG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### **Registro de Datos**

Para el registro de datos en el trabajo de campo, se utilizarán formatos de normas de suelos y formatos para registros topográficos incluidos en las normas.

### 3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

No aplica, ya que para recolectar y registrar datos se usarán instrumentos mecánicos y de laboratorio, acordes con los indicadores de nuestras variables de estudio, y el enfoque del mismo (cuantitativo)

### 3.8 Procedimiento

#### 3.8.1 Identificación de los taludes inestables

Al inspeccionar visualmente identificamos tres áreas inestables en el nivel del camino de estudio, y se utilizó un navegador GPS para enrutar toda la sección del camino, así identificar las pendientes laterales inestables de cada camino de estudio; que están compuestos principalmente de material suelto y depósitos superficiales de esquistos. En su superficie e intervalo existe un deslizamiento en dirección a la plataforma, se detalla el talud inestable para ubicarlo en el tramo considerado.

**Tabla N°01:** Ubicamos tres taludes inestables en dichos tramos.

1. TRAMOS INESTABLES				
CARRETERA ACOMAYO- PILLAO	PROGRESIVA	DIMENSIONES		TALUD
		LARGO (mts.)	ALTURA (mts.)	
TRAMO - 01	6+650.00	100.00	4.00	TALUD 01
TRAMO - 02	4+240.00	80.00	3.00	TALUD 02
TRAMO - 03	2+250.00	145.00	3.00	TALUD 03

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8.2 Extracción de muestras de suelo para el estudio de mecánica de suelos

Se procedió a extraer muestras del terreno, se hizo calicatas de 2.00m de profundidad.

Las muestras de suelo se almacenaron en costales con un peso de 8.5kg por cada una de las muestras.

#### **Calicata N°01**

Características y datos de la calicata N°01 (C-01):

Calicata : C-01

Ubicación : Distrito de Chinchao Departamento y Provincia de Huánuco

Progresiva : Km 6+650.00

Profundidad : 2.00 m

Coordenadas UTM : Este 305084.888 m E

Norte 8944085.58 m S

Zona 18L

Observaciones : el estrato que se observa en la calicata N°01 es un suelo tipo arcilloso en toda su profundidad.

**Figura 14**

Calicata N°01



Fuente: elaboración propia

**Calicata N°02**

Características y datos de la calicata N°02 (C-02):

Calicata	: C-02
Ubicación	: Distrito de Chinchao Departamento y Provincia de Huánuco
Progresiva	: Km 4+240.00
Profundidad	: 2.00 m
Coordenadas UTM	: Este 383212.322 m E Norte 8917020.954 m S Zona 18L
Observaciones	: el estrato que se observa en la calicata N°02 es un suelo arenoso y grava en la parte inferior.

Figura 15



Calicata N°02

Fuente: elaboración propia

### Calicata N°03

Características y datos de la calicata N°03 (C-03):

Calicata : C-03

Ubicación : Distrito de Chinchao Departamento y Provincia de Huánuco

Progresiva : Km 2+250.00

Profundidad : 2.00 m

Coordenadas UTM : Este 8917651.863 m E

Norte 382182.244 m S

Zona 18L

Observaciones : el estrato que se observa en la calicata N°03 es un suelo arenoso y grava en la parte inferior.



**Figura 16**

Calicata N°03.



Fuente: elaboración propia

### **3.9 Tabulación y análisis de datos**

#### **3.9.1 Parámetros del factor de seguridad**

Tenemos muchos indicadores para determinar el factor de seguridad (F.S), pero nos avocaremos solo en los específicos del terreno En este estudio desarrollamos dos de los más representativos.

Estos indicadores afectan directamente las fuentes de las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras; porque la principal fuerza que causa inestabilidad a la masa deslizante es su propio peso, que aumenta en condiciones de suelo saturado; por otra parte, para evitar el deslizamiento, se obtiene una resistencia a cortante a lo largo del plano de fractura, por lo común se determina por el principio de Mohr-Coulomb

Ahora veremos los indicadores geotécnicos estimados en nuestro estudio, de los tres taludes inestables, que obtuvimos del informe final de mecánica de suelos; ; los cuales se encuentran detallados en la Tabla N°02, el estudio de mecánica de suelos se adjuntara en el Anexo N°01.

**Tabla N°02:** Parámetros geotécnicos en taludes inestables.

RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS					
TALUD EN ANALISIS	TIPO DE SUELO: CLASIFICACION SEGÚN S.U.C.S.	TIPO DE SUELO: CLASIFICACION SEGÚN AASHTO	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	ANGULO DE FRICCION (°)
TALUD 01	ML	A-5	1.91	0.022	24.4
TALUD 02	SM	A-1-b	1.88	0.04	25.1
TALUD 03	ML	A-4	1.88	0.045	23.5

**Fuente:** Elaboración propia, en base al estudio de mecánica de suelos

Donde:

S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

ML (limo arenoso).

SM (Arena limosa con grava).

A-5 (suelos limosos).

A-1-b (trozos de roca, piedra y arena).

A-4 (suelos limosos).



### 3.9.2 Análisis de los factores de seguridad en condiciones normales

Con los datos de la Tabla 01, calcularemos el factor de seguridad, utilizando el software GEO5 basado en el proceso de analizar la estabilidad de taludes 2D en los métodos simplificados de Bishop y Janbu, también la resistencia cortante que el suelo logra en toda el área de fractura de acuerdo con los criterios de Mohr-Coulomb. Además, hay dos escenarios de cálculo. Bajo esfuerzo estático y sísmico.

#### 3.9.2.1 Parámetros del factor de seguridad estática

En el marco teórico hace mención, que la principal fuerza que causa inestabilidad a la masa deslizante es su propio peso, por tanto bajo esfuerzo estático calcularemos el factor de seguridad

Usaremos el programa GEO5 para modelar y analizar, y para ello en la Tabla N° 03 indicaremos los taludes a estudiar.

**Tabla N°03:** Parámetros geotécnicos en taludes inestables.

DATOS PARA EL MODELADO EN GEO5				
TALUD	MATERIAL	DENSIDAD (Kn/m3)	COHESION (kPa)	ANGULO DE FRICCION (°)
TALUD 01	ML	18.74	2.16	24.400
TALUD 02	SM	18.44	3.61	25.10
TALUD 03	ML	18.43	4.31	23.500

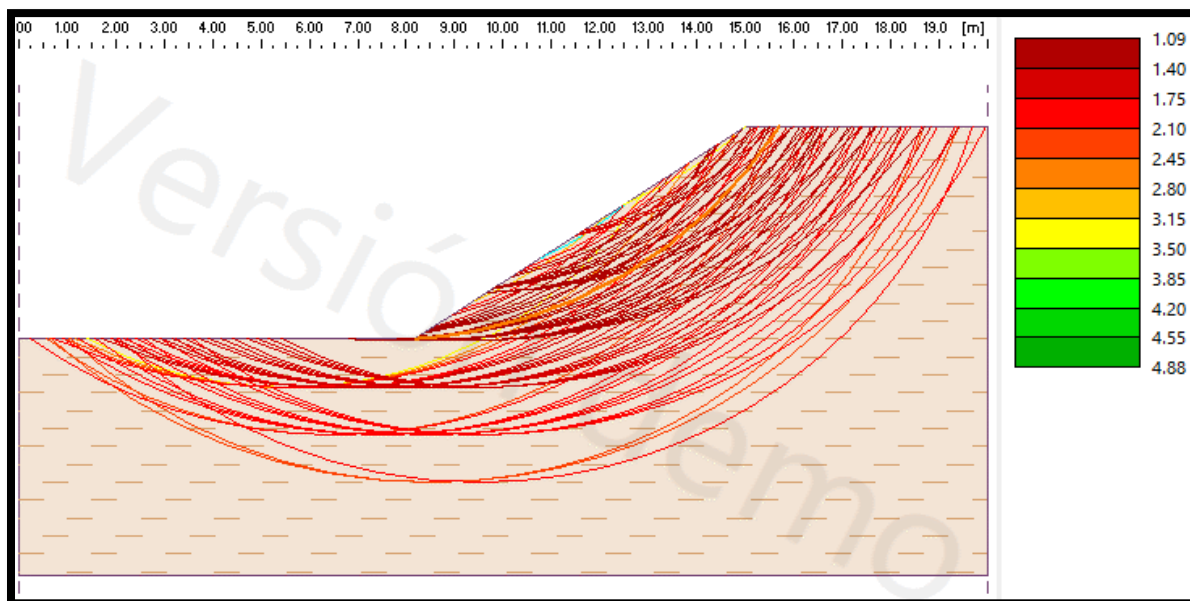
**Fuente:** Elaboración propia, en base al estudio de mecánica de suelos

- **Análisis de talud N° 01**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°01, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas estáticas. Ver figura N°17

**Figura 17**

Modelación de talud en programa GEO5.



Fuente: elaboración propia.

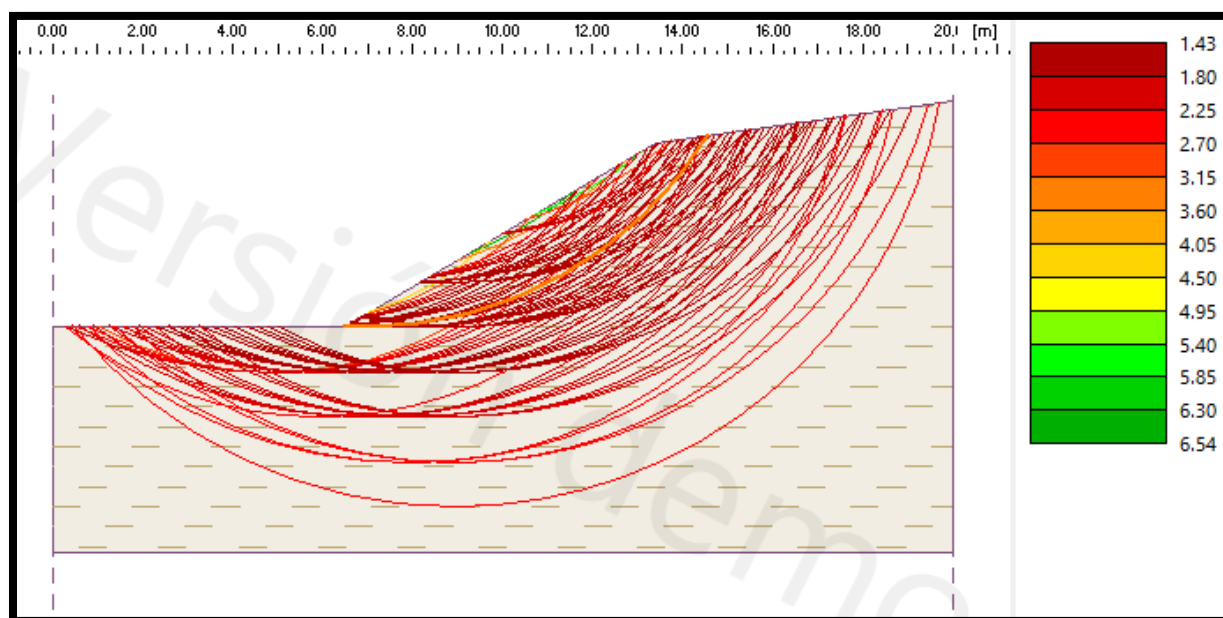
Para el talud N°01, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 1.09 y 1.08 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.5.

- **Análisis de talud N°02**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°02, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas estáticas. Ver figura N°18

**Figura 18**

Modelación de talud en programa GEO5.



Fuente: elaboración propia.

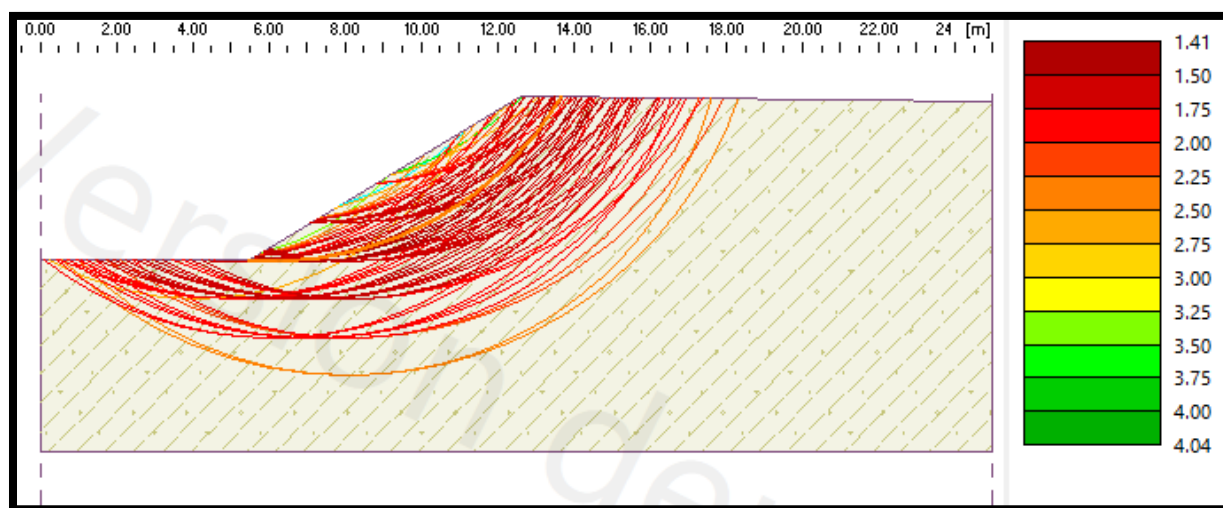
Para el talud N°02, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 1.43 y 1.43 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.5.

- **Análisis de talud N°03**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°03, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas estáticas. Ver figura N°19

**Figura 19**

Modelación de talud en programa GEO5.



Fuente: elaboración propia.

Para el talud N°03, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 1.41 y 1.41 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.5.

### 3.9.2.2 Parámetros del factor de seguridad dinámica

Bajo estas condiciones de análisis, consideramos la carga sísmica como el factor causante de la inestabilidad de taludes, su elemento más dañino es la aceleración horizontal. Al tramo en estudio el factor de zona correspondiente en la zonificación sísmica es de  $0.35 \cdot g$  (g: gravedad), la aceleración horizontal máxima en suelos rígidos se comprende como una probabilidad de exceder un 10% en 50 años según el (RNE E.030, 2016).

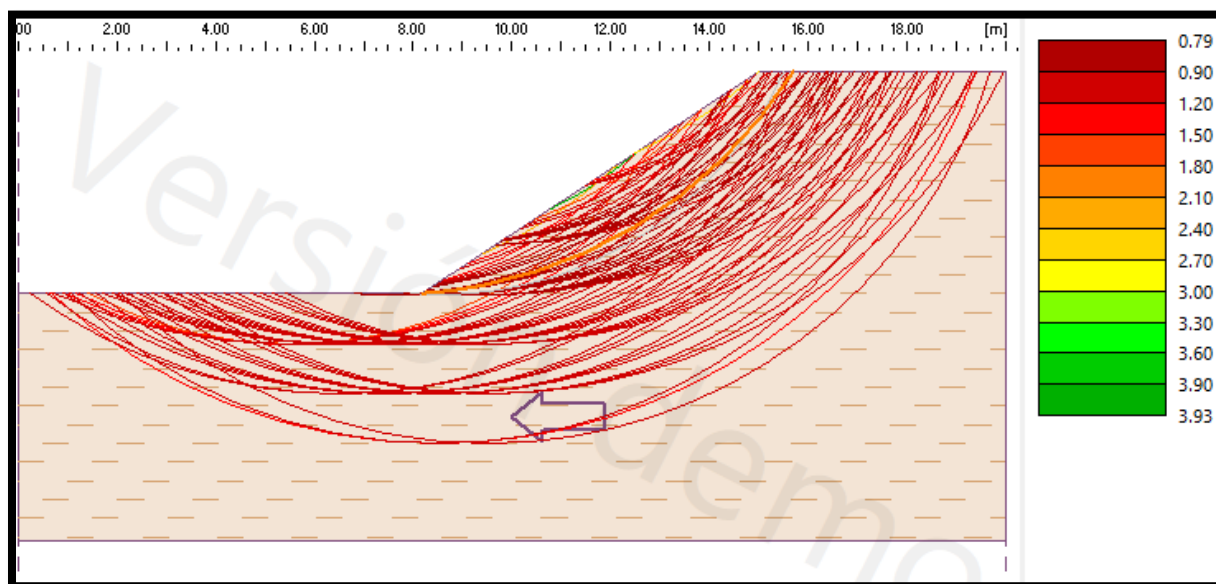
En este análisis de inestabilidad bajo condiciones sísmicas se admitirá un valor de  $0.15 \cdot g$ , ya que la aceleración media máximo horizontal es:  $0.30 \cdot g$  y AASHTO nos aconseja disminuir el valor anterior al 50%.

- **Análisis de talud N°01**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°01, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas sísmicas. Ver figura N°20

#### **Figura 20**

Modelación de talud en programa GEO5.



Fuente: elaboración propia

Para el talud N°01, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 0.83 y 0.83 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.25.

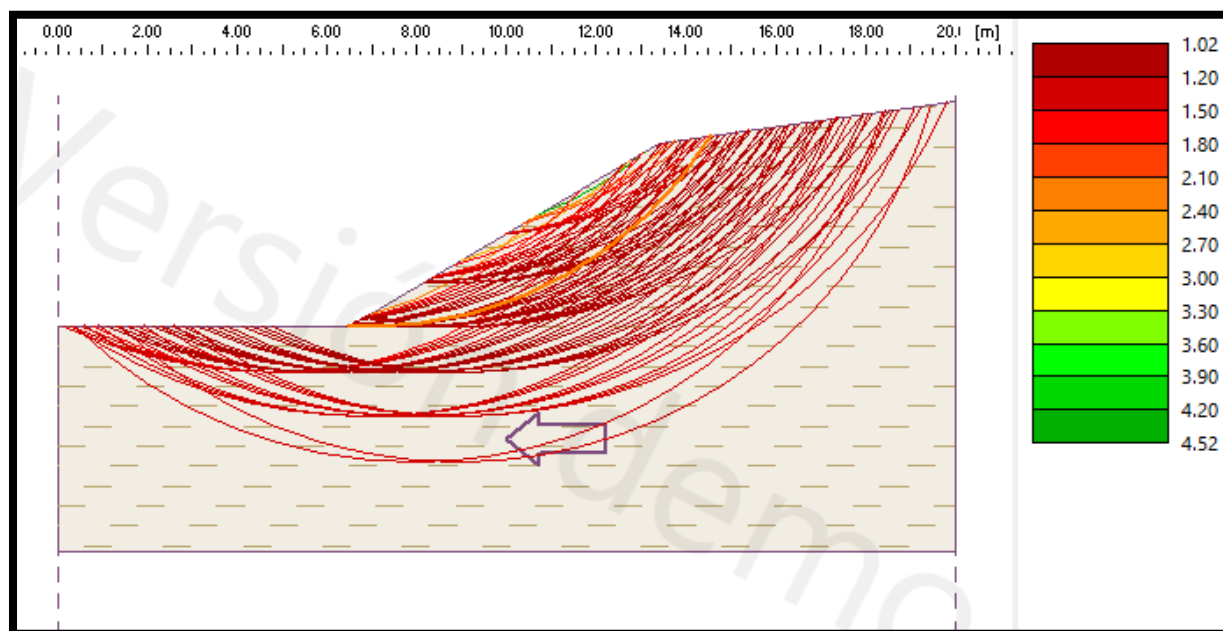
- **Análisis de talud N°02**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°02, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas sísmicas. Ver figura N°21

**Figura 21**

Modelación de talud en programa GEO5.

Fuente: elaboración propia.



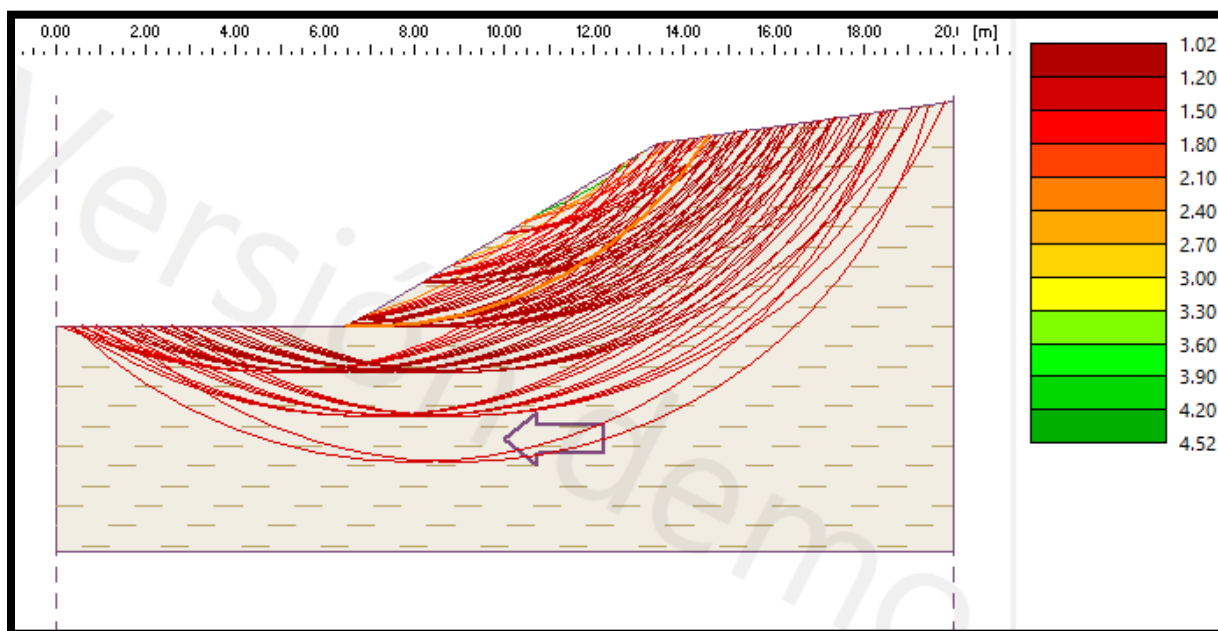
Para el talud N°02, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 1.07 y 1.08 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.25.

- **Análisis de talud N°03**

En el programa GEO5 se procede a modelar la sección del talud N°03, para ello asignaremos sus propiedades geotécnicas como: densidad, cohesión y ángulo friccionante. Ya establecida la sección y sus propiedades geotécnicas, procedemos a calcular el factor de seguridad en condiciones de cargas sísmicas. Ver figura N°22

**Figura 22**

Modelación de talud en programa GEO5.



Fuente: elaboración propia.

Para el talud N°03, el F.S se determinó por dos métodos (Bishop y Janbu simplificado) obteniendo los siguientes valores de 1.06 y 1.07 respectivamente. Estos valores demuestran que el talud en análisis es inestable, ya que no superan al factor de seguridad mínimo; que viene a ser 1.25.

### **3.9.3 Implementación de sistemas estabilizadores de taludes**

Para esta investigación se planteó la implementación de los sistemas convencionales y sistema no convencional para la estabilización de los taludes en estudio.

#### **3.9.3.1 Sistemas convencionales de estabilización de taludes**

##### **3.9.3.1.1 Muro de contención de mampostería**

Se planteó este tipo de muro de contención para estabilizar el talud inestable identificado en la zona a estudiar.

#### **Muro de mampostería para estabilizar el talud N°01**

Datos:

##### **Geometría del muro de contención**

Base total del muro	H=4.50m
Base total del muro	B=2.80m
Ancho De La Corona Mínima	t1=0.30m
Altura de Base del talon	h1=0.60m
Altura de Base del pie	h2=0.60m
Ancho de la Base del pie ( $h1=0.12H$ a $0.17H$ )	t2=0.50m
Ancho De la Base de la Pantalla	t3=2.10m
Ancho De la Base del talon	t4=0.20m



**Materiales****Suelo Contenido (Relleno):**

Peso Específico	$\gamma=1.300\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=24.40$
Cohesión	$C=0.0220\text{kg/cm}^2$

**Suelo De Fundación (Base):**

Altura del suelo de fundación:	$h_s=1.00\text{m}$
Capacidad portante del terreno:	$\sigma_s=1.160\text{kg/cm}^2$
Peso Específico	$\gamma=1.910\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=24.40$
Cohesión	$C=0.0220\text{kg/cm}^2$

**Mampostería**

Peso Específico De la Mampostería	$\gamma_c=2.00\text{ tn/m}^3$
-----------------------------------	-------------------------------

**Factor de Seguridad**

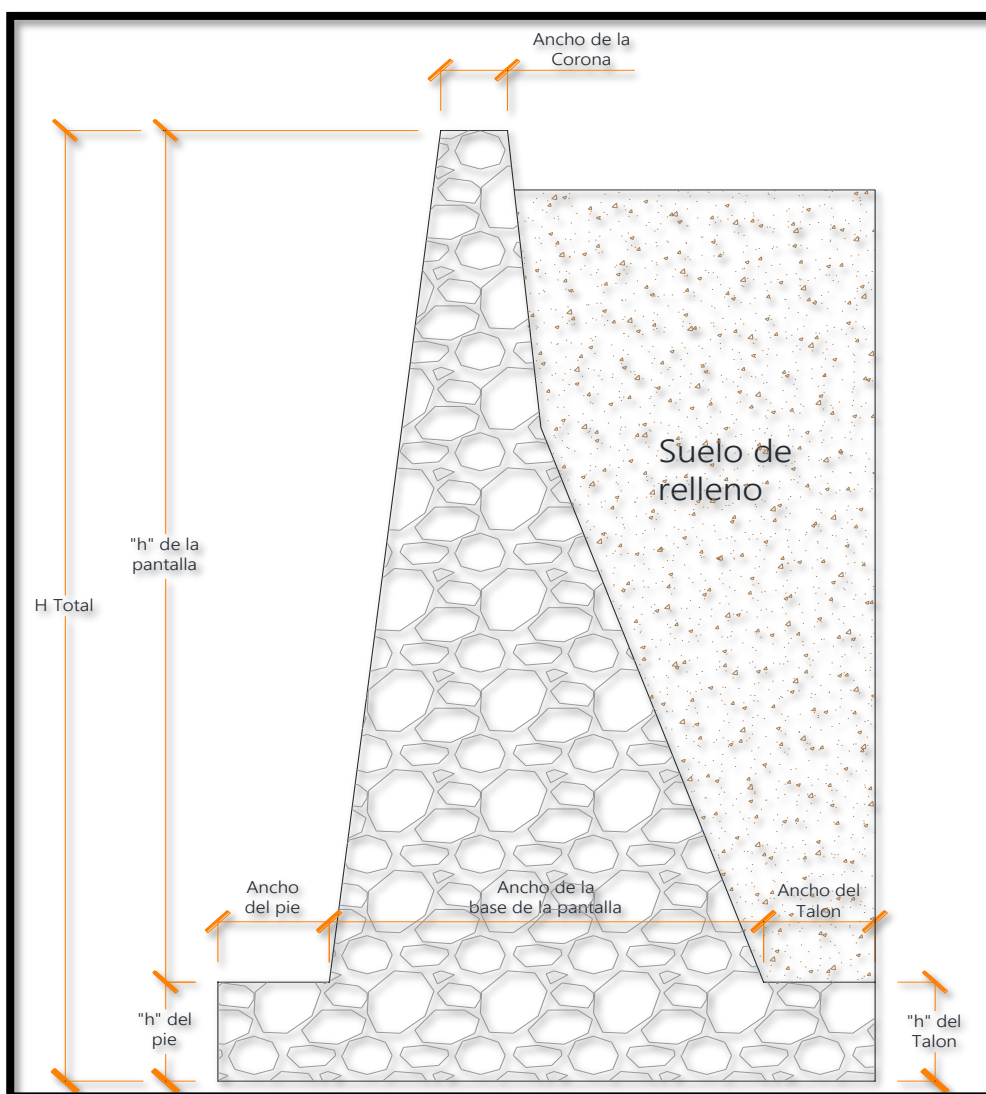
Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD)	$FSD=1.50$
Factor de Seguridad al Volteo (FSV)	$FSV=2.00$

## 1. Dimensionamiento del Muro de Contención

Es un muro de enorme masa que resiste un empuje tanto por su propio peso como por el peso de la tierra sobre él; para una altura moderada de menos de 5 metros, suelen ser económicos, son muros de gran tamaño y no requieren refuerzo (Torres Ríos, 2019).

Los muros de contención por gravedad según el material podrían ser: Muro de piedra, hormigón ciclópeo y gaviones.

Para nuestro diseño de muros de gravedad emplearemos el material de mampostería de piedra



## 2. Calculo de los Momentos Estabilizantes

### 2.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X	Brazo Y	Peso	Momento X	Momento Y
1.40	0.30	3.36	4.70	1.01
0.57	1.90	0.39	0.22	0.74
0.75	2.55	2.34	1.76	5.97
0.95	1.80	0.48	0.46	0.86
0.93	3.50	0.15	0.14	0.53
1.53	1.40	3.84	5.89	5.38
	$\Sigma$	10.56 Tn	13.16 Tn-m	14.48 Tn-m

#### 2.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\Sigma Mx}{\Sigma p}$$

$$Xa = 1.25m$$

$$Ya = \frac{\Sigma My}{\Sigma p}$$

$$Ya = 1.37m$$

### 2.2. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud del Terreno

Brazo X	Brazo Y	Peso	Momento X	Momento Y
2.07	2.20	4.99	10.32	10.98
1.8	3.75	3.12	5.616	11.7
0.97	4.00	0.10	0.09	0.39
2.7	2.55	1.01	2.74	2.59
	$\Sigma$	9.22	18.76	25.66

### 2.2.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\sum Mx}{\sum p}$$

$$Xa = 2.03m$$

$$Ya = \frac{\sum My}{\sum p}$$

$$Ya = 2.78m$$

## 3. Calculo de las Cargas del Suelo Contenido

### 3.1. Calculo del Empuje Activo

$$Ka = \tan(45 - \phi)^2 = 0.42$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 1.50$$

Las fuerzas que ayudaran a volcar el muro de contención son el empuje activo y el sobre carga

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	1.50m	5.47Tn	8.20Tn-m
	$\Sigma$	5.47Tn	8.20Tn-m

### 3.2. Calculo del Empuje Pasivo

$$Kp = \tan(45 + \frac{\phi}{2})^2 = 2.41$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 0.33$$

Las fuerzas que ayudaran a evitar el deslizamiento del muro de contención son el empuje pasivo.

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EP	0.33m	2.98 Tn	0.99 Tn-m
	$\Sigma$	2.98 Tn	0.99 Tn-m

#### 4. Verificación al Deslizamiento y al Volteo

##### 4.1. Verificación al Volteo

$$FSv = \frac{Me}{Mv} \geq 2$$

$$FSv = 3.89 \geq 2 \quad \text{OK}$$

##### 3.2. Verificación al Deslizamiento

$$FS = \frac{Fr}{EH} \geq 1.5$$

$$FSv = 1.68 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

#### 4. Determinación de la Excentricidad

$$Rv = 20.52 \frac{Tn}{m}$$

$$X = \frac{Me - Mv}{\sum v} = 1.20m$$

$$e = \frac{B}{2} - X = 0.20m$$

$$e \leq \frac{B}{6} = 0.50m \quad \text{OK}$$

$$O_{max.} = \frac{\sum v}{BL} + \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 10.10 Tn/m$$

$$O_{min.} = \frac{\sum v}{BL} - \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 4.03 Tn/m$$

$$O_{max.} < q_a \quad \text{OK}$$

$$O_{min.} < q_a \quad \text{OK}$$

### 5. verificación de esfuerzos

$$qp = \frac{B - Lp}{B} (q_{max.} - q_{min.}) + q_{min.} = q_1 = 9.017 Tn/m$$

$$V1 = \frac{q_{max.} + qp}{2} (Lp * b) = 4.78 Tn$$

$$Mq = \frac{(Lp)^2}{6} (2 * q_{max.} + qp) = 1.21 Tn - m$$

$$Vu = 41.71 Tn \text{ OK}$$

$$Mu = 1.94 Tn - m$$

$$Ot = 114.36 Tn/(m)^2 \text{ OK}$$

### 6. Verificación de la pantalla

#### 6.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (Tn)	Momento X (Tn-m)	Momento Y (Tn-m)
2.03	1.90	0.39	0.79	0.74
1.85	2.55	2.34	4.33	5.97
1.65	1.80	0.48	0.79	0.86
1.67	3.50	0.15	0.25	0.53
1.07	1.40	3.84	4.10	5.38
	$\Sigma$	7.20	10.26	13.47

#### 6.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\Sigma Mx}{\Sigma p}$$

$$Xa = 1.43m$$

$$Ya = \frac{\Sigma My}{\Sigma p}$$

$$Ya = 1.78m$$

### 6.1.2 Calculando el coeficiente activo

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	1.30m	4.11 Tn	5.34 Tn-m
	$\Sigma$	4.11 Tn	5.34 Tn-m

$$EH = 101.31Tn \text{ OK}$$

$$Mu = 30.10Tn - m$$

$$Ot = 114.36 Tn/(m)^2 \text{ OK}$$

- **Muro de mampostería para estabilizar el talud N°02**

Datos:

**Geometría del muro de contención**

Base total del muro	H=3.00m
Base total del muro	B=1.60m
Ancho De La Corona Mínima	t1=0.30m
Altura de Base del talon	h1=0.40m
Altura de Base del pie	h2=0.40m
Ancho de la Base del pie (h1=0.12H a 0.17H)	t2=0.40m
Ancho De la Base de la Pantalla	t3=1.00m
Ancho De la Base del talon	t4=0.20m

**Materiales**

**Suelo Contenido (Relleno):**

Peso Específico	$\gamma=1.880\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=25.10$
Cohesión	$C=0.0370\text{kg/cm}^2$

**Suelo De Fundación (Base):**

Altura del suelo de fundación:	hs=1.00m
Capacidad portante del terreno:	$\sigma_s=2.270\text{kg/cm}^2$
Peso Específico	$\gamma=1.880\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=25.10$
Cohesión	$C=0.0370\text{kg/cm}^2$



**Mampostería**

Peso Específico De la Mampostería  $\gamma_c=2.00 \text{ tn/m}^3$

**Factor de Seguridad**

Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD) FSD=1.50

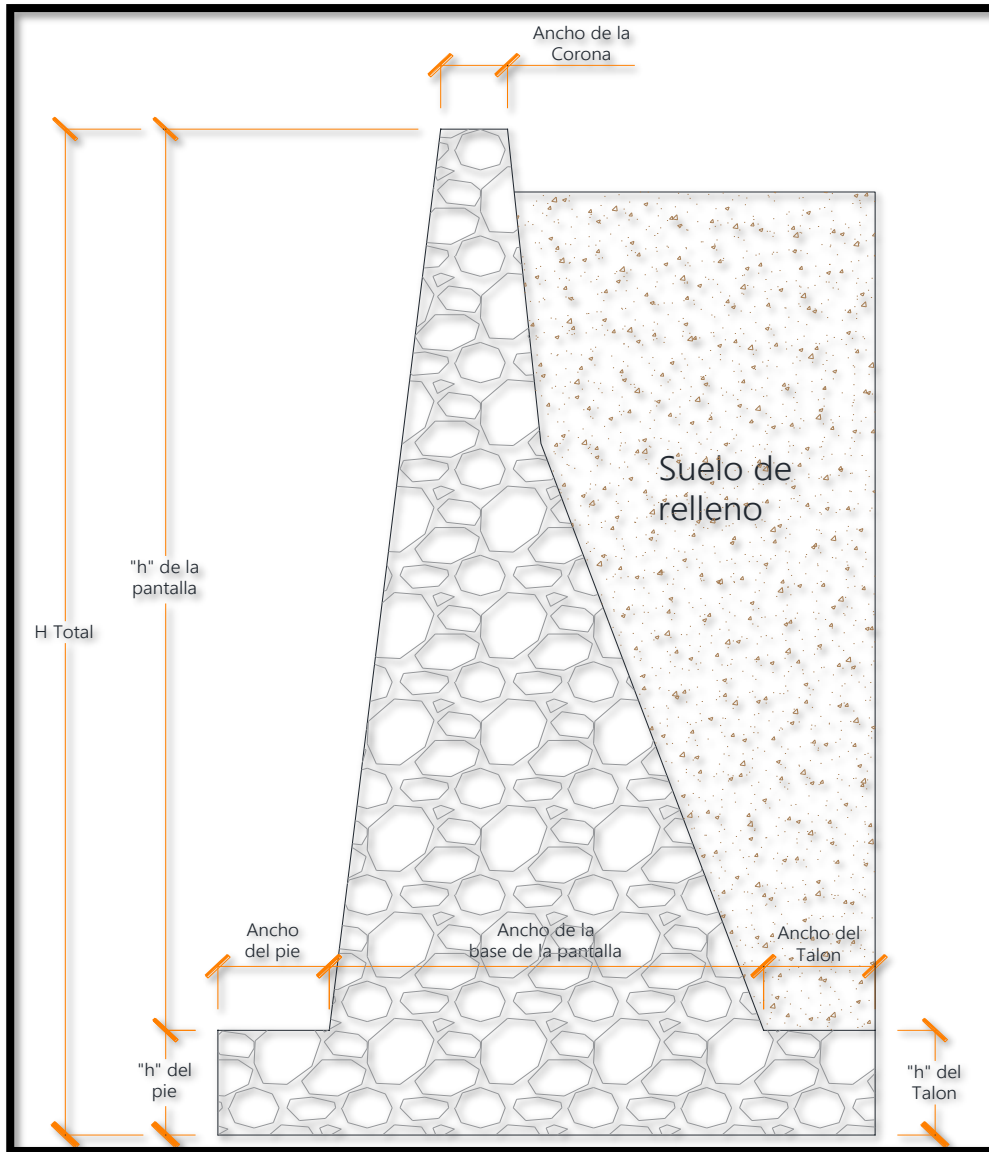
Factor de Seguridad al Volteo (FSV) FSV=2.00

**1. Dimensionamiento del Muro de Contención**

Es un muro de enorme masa que resiste un empuje tanto por su propio peso como por el peso de la tierra sobre él; para una altura moderada de menos de 5 metros, suelen ser económicos, son muros de gran tamaño y no requieren refuerzo (Torres Ríos, 2019).

Los muros de contención por gravedad según el material podrían ser: Muro de piedra, hormigón ciclópeo y gaviones.

Para nuestro diseño de muros de gravedad emplearemos el material de mampostería de piedra



## 2. Calculo de los Momentos Estabilizantes

### 2.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X	Brazo Y	Peso	Momento X	Momento Y
0.80	0.20	1.28	1.02	0.26
0.47	1.27	0.26	0.12	0.33
0.65	1.70	1.56	1.01	2.65
0.85	0.95	0.22	0.19	0.21
0.83	2.00	0.15	0.13	0.30
1.07	0.77	0.55	0.59	0.42
	$\Sigma$	4.02 Tn	3.06 Tn-m	4.17 Tn-m

#### 2.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\Sigma Mx}{\Sigma p}$$

$$Xa = 0.76m$$

$$Ya = \frac{\Sigma My}{\Sigma p}$$

$$Ya = 1.04m$$

### 2.2. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud del Terreno

Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (Tn)	Momento X (Tn-m)	Momento Y (Tn-m)
1.23	1.13	1.03	1.28	1.17
1.15	2.25	1.41	1.62	3.17
0.87	2.50	0.14	0.12	0.35
1.50	1.70	0.98	1.47	1.66
	$\Sigma$	3.56	4.49	6.36

### 2.2.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\sum Mx}{\sum p}$$

$$Xa = 1.26m$$

$$Ya = \frac{\sum My}{\sum p}$$

$$Ya = 1.78m$$

## 3. Calculo de las Cargas del Suelo Contenido

### 3.1. Calculo del Empuje Activo

$$Ka = \tan(45 - \phi)^2 = 0.40$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 1.00 m$$

Las fuerzas que intentaran volcar el muro de contención, son el empuje activo y la sobre carga

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	1.00m	3.42Tn	3.42Tn-m
	$\Sigma$	3.42Tn	3.42Tn-m

### 3.2. Calculo del Empuje Pasivo

$$Kp = \tan(45 + \frac{\phi}{2})^2 = 2.47$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 0.33 m$$

Las fuerzas que ayudaran a evitar el deslizamiento del muro de contención son el empuje pasivo.

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EP	0.33m	3.49 Tn	1.16 Tn-m
	$\Sigma$	3.49 Tn	1.16 Tn-m

#### 4. Verificación al Deslizamiento y al Volteo

##### 4.1. Verificación al Volteo

$$FSv = \frac{Me}{Mv} \geq 2$$

$$FSv = 2.21 \geq 2 \quad \text{OK}$$

##### 3.2. Verificación al Deslizamiento

$$FS = \frac{Fr}{EH} \geq 1.5$$

$$FSv = 1.80 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

#### 4. Determinación de la Excentricidad

$$Rv = 8.32 \frac{Tn}{m}$$

$$X = \frac{Me - Mv}{\sum v} = 0.54m$$

$$e = \frac{B}{2} - X = 0.26m$$

$$e \leq \frac{B}{6} = 0.50m \quad \text{OK}$$

$$O_{\max.} = \frac{\sum v}{BL} + \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 9.29 Tn/m$$

$$O_{\min.} = \frac{\sum v}{BL} - \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 0.19 Tn/m$$

$$O_{\max.} < q_a \quad \text{OK}$$

$$O_{\min.} < q_a \quad \text{OK}$$

## 5. verificación de esfuerzos

$$qp = \frac{B - Lp}{B} (q_{max.} - q_{min.}) + q_{min.} = q_1 = 7.01 Tn/m$$

$$V1 = \frac{q_{max.} + qp}{2} (Lp * b) = 3.26 Tn$$

$$Mq = \frac{(Lp)^2}{6} (2 * q_{max.} + qp) = 0.68 Tn - m$$

$$Vu = 41.72 Tn \text{ OK}$$

$$Mu = 1.94 Tn - m$$

$$\sigma_t = 114.40 Tn/(m)^2 \text{ OK}$$

## 6. Verificación de la pantalla

### 6.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (Tn)	Momento X (Tn-m)	Momento Y (Tn-m)
0.93	1.27	0.26	0.24	0.33
0.75	1.70	1.56	1.17	2.65
0.55	0.95	0.22	0.12	0.21
0.57	2.00	0.15	0.09	0.30
0.33	0.77	0.55	0.18	0.42
	$\Sigma$	2.74	1.80	3.91

#### 6.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\Sigma Mx}{\Sigma p}$$

$$Xa = 0.66m$$

$$Ya = \frac{\Sigma My}{\Sigma p}$$

$$Ya = 1.46m$$

### 6.1.2 Calculando el coeficiente activo

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	0.87m	2.57 Tn	2.23 Tn-m
	$\Sigma$	2.57 Tn	2.23 Tn-m

$$EH = 101.00Tn \text{ OK}$$

$$Mu = 9.82 Tn - m$$

$$Ot = 114.00 Tn/(m)^2 \text{ OK}$$

- **Muro de mampostería para estabilizar el talud N°03**

Datos:

**Geometría del muro de contención**

Base total del muro	H=3.00m
Base total del muro	B=1.60m
Ancho De La Corona Mínima	t1=0.30m
Altura de Base del talon	h1=0.40m
Altura de Base del pie	h2=0.40m
Ancho de la Base del pie (h1=0.12H a 0.17H)	t2=0.40m
Ancho De la Base de la Pantalla	t3=1.00m
Ancho De la Base del talon	t4=0.20m

**Materiales**

**Suelo Contenido (Relleno):**

Peso Específico	$\gamma=1.860\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=23.50$
Cohesión	$C=0.0450\text{kg/cm}^2$



**Suelo De Fundación (Base):**

Altura del suelo de fundación:	$h_s=1.00\text{m}$
Capacidad portante del terreno:	$\sigma_s=1.020\text{kg/cm}^2$
Peso Específico	$\gamma=1.880\text{tn/m}^3$
Angulo De Fricción Interna	$\phi=23.50$
Cohesión	$C=0.0450\text{kg/cm}^2$

**Mampostería**

Peso Específico De la Mampostería	$\gamma_c=2.00\text{ tn/m}^3$
-----------------------------------	-------------------------------

**Factor de Seguridad**

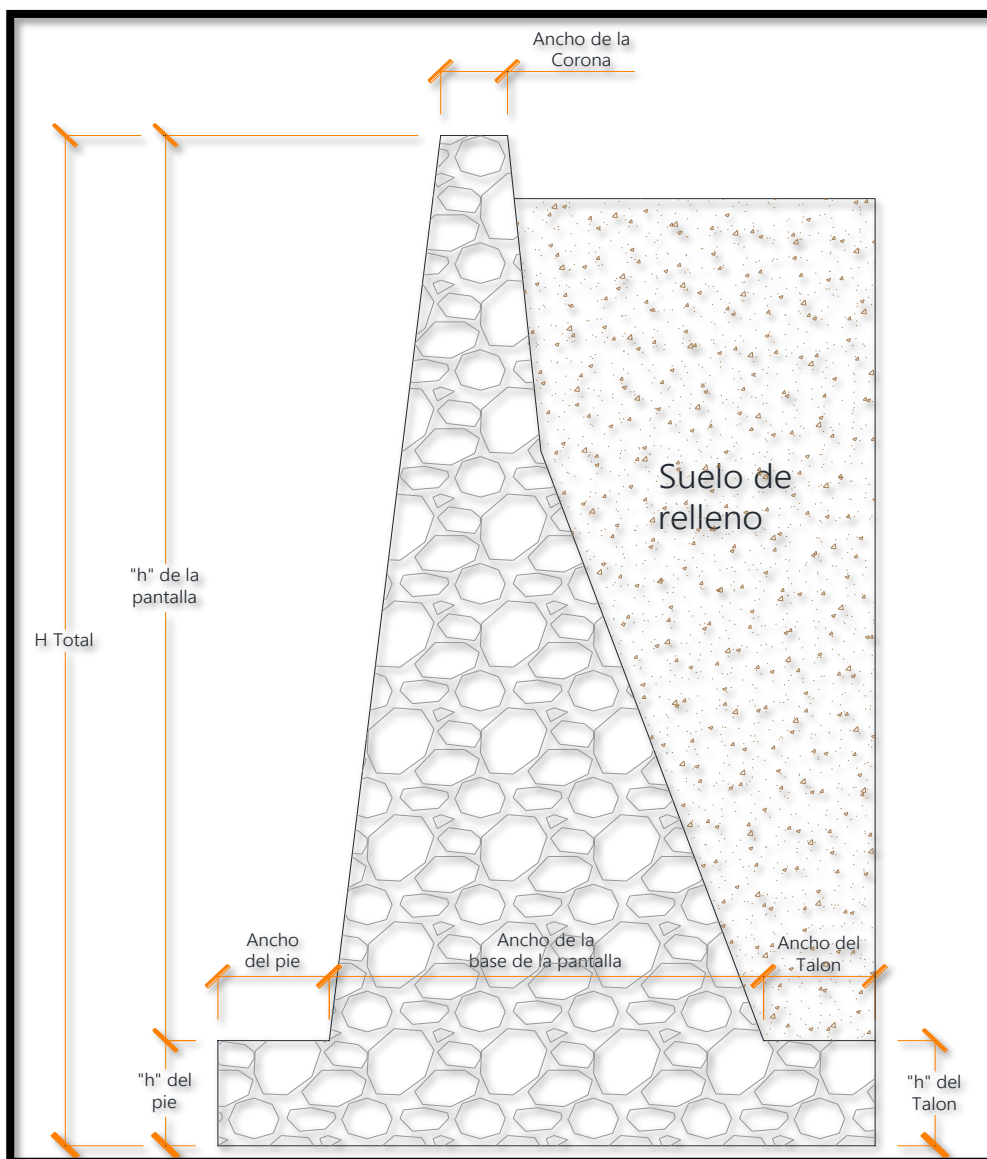
Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD)	$FSD=1.50$
Factor de Seguridad al Volteo (FSV)	$FSV=2.00$

## 1. Dimensionamiento del Muro de Contención

Es un muro de enorme masa que resiste un empuje tanto por su propio peso como por el peso de la tierra sobre él; para una altura moderada de menos de 5 metros, suelen ser económicos, son muros de gran tamaño y no requieren refuerzo (Torres Ríos, 2019).

Los muros de contención por gravedad según el material podrían ser: Muro de piedra, hormigón ciclópeo y gaviones.

Para nuestro diseño de muros de gravedad emplearemos el material de mampostería de piedra.



## 2. Calculo de los Momentos Estabilizantes

### 2.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X	Brazo Y	Peso	Momento X	Momento Y
0.80	0.20	1.28	1.02	0.26
0.47	1.27	0.26	0.12	0.33
0.65	1.70	1.56	1.01	2.65
0.85	0.95	0.22	0.19	0.21
0.83	2.00	0.15	0.13	0.30
1.07	0.77	0.61	0.66	0.46
	$\Sigma$	4.12 Tn	3.19 Tn-m	4.22 Tn-m

#### 2.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\Sigma Mx}{\Sigma p}$$

$$Xa = 0.78m$$

$$Ya = \frac{\Sigma My}{\Sigma p}$$

$$Ya = 1.03m$$

### 2.2. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud del Terreno

Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (Tn)	Momento X (Tn-m)	Momento Y (Tn-m)
1.27	1.13	1.13	1.43	1.28
1.18	2.25	1.53	1.80	3.45
0.87	2.50	0.14	0.12	0.35
1.55	1.70	0.97	1.50	1.64
	$\Sigma$	3.77	4.85	6.72

### 2.2.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\sum Mx}{\sum p}$$

$$Xa = 1.29m$$

$$Ya = \frac{\sum My}{\sum p}$$

$$Ya = 1.78m$$

## 3. Calculo de las Cargas del Suelo Contenido

### 3.1. Calculo del Empuje Activo

$$Ka = \tan(45 - \phi)^2 = 0.43$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 1.00 m$$

Las fuerzas que intentarán volcar el muro de contención son el empuje activo y la sobre carga

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	1.00m	3.60Tn	3.60Tn-m
	$\Sigma$	3.60Tn	3.60Tn-m

### 3.2. Calculo del Empuje Pasivo

$$Kp = \tan(45 + \frac{\phi}{2})^2 = 2.33$$

$$Yer = \frac{H}{3} = 0.33 m$$

Las fuerzas que ayudaran a evitar el deslizamiento del muro de contención son el empuje pasivo.

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EP	0.33m	3.56 Tn	1.19 Tn-m
	$\Sigma$	3.56 Tn	1.19 Tn-m

#### 4. Verificación al Deslizamiento y al Volteo

##### 4.1. Verificación al Volteo

$$FSv = \frac{Me}{Mv} \geq 2$$

$$FSv = 2.23 \geq 2 \quad \text{OK}$$

##### 3.2. Verificación al Deslizamiento

$$FS = \frac{Fr}{EH} \geq 1.5$$

$$FSv = 1.74 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

#### 4. Determinación de la Excentricidad

$$Rv = 8.66 \frac{Tn}{m}$$

$$X = \frac{Me - Mv}{\sum v} = 0.56m$$

$$e = \frac{B}{2} - X = 0.26m$$

$$e \leq \frac{B}{6} = 0.30m \quad \text{OK}$$

$$O_{\max.} = \frac{\sum v}{BL} + \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 9.32Tn/m$$

$$O_{\min.} = \frac{\sum v}{BL} - \frac{6(\sum v)(e)}{(B)^2L} = 0.24 Tn/m$$

$$O_{\max.} < q_a \quad \text{OK}$$

$$O_{\min.} < q_a \quad \text{OK}$$

### 5. verificación de esfuerzos

$$qp = \frac{B - Lp}{B} (q_{max.} - q_{min.}) + q_{min.} = q_1 = 7.11 Tn/m$$

$$V_1 = \frac{q_{max.} + qp}{2} (Lp * b) = 3.28 Tn$$

$$Mq = \frac{(Lp)^2}{6} (2 * q_{max.} + qp) = 0.68 Tn - m$$

$$Vu = 41.72 Tn \text{ OK}$$

$$Mu = 1.94 Tn - m$$

$$\sigma_t = 114.40 Tn/(m)^2 \text{ OK}$$

### 6. Verificación de la pantalla

#### 6.1. Peso y Momentos Estabilizantes por 1m de Longitud de Muro

Brazo X (m)	Brazo Y (m)	Peso (Tn)	Momento X (Tn-m)	Momento Y (Tn-m)
0.93	1.27	0.26	0.24	0.33
0.75	1.70	1.56	1.17	2.65
0.55	0.95	0.22	0.12	0.21
0.57	2.00	0.15	0.09	0.30
0.37	0.77	0.61	0.22	0.46
	$\Sigma$	2.80	1.95	3.95

### 6.1.1 Calculando el Centro de Gravedad

$$Xa = \frac{\sum Mx}{\sum p}$$

$$Xa = 0.70m$$

$$Ya = \frac{\sum My}{\sum p}$$

$$Ya = 1.41m$$

### 6.1.2 Calculando el coeficiente activo

Descripción	Brazo Y	Peso	Momento Y
EH	0.87m	2.70 Tn	2.34 Tn-m
	$\Sigma$	2.70 Tn	2.34 Tn-m

$$EH = 101.30Tn \quad OK$$

$$Mu = 10.07 Tn - m$$

$$Ot = 114.00 Tn/(m)^2 \quad OK$$

## Gaviones

Se planteó este tipo de muro de contención para la estabilización de los taludes inestables identificados en el área de estudio.

- **Gavión para estabilizar el talud N°01**

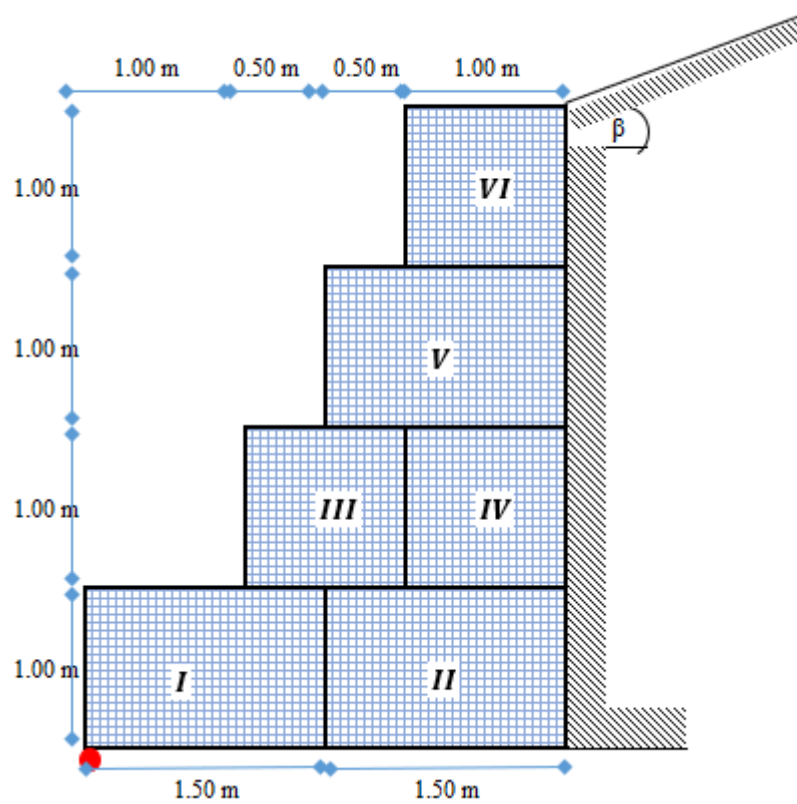
### 1. datos para el diseño:

- Peso del terreno	:	$g_s = 1.92 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra	:	$g_r = 2.70 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción	:	$\phi = 24.40^\circ$
- Ángulo que forma el relleno	:	$\beta = 17.50^\circ$
- Capacidad portante	:	$s_s = 0.85 \text{ kg/cm}^2$

### 2. Geometría del muro:

Altura de cada bloque	:	$h_B = 1.00 \text{ m}$
Ancho de cada bloque	:	$b_B = 1.50 \text{ m}$
Altura total del muro	:	$H_T = 4.00 \text{ m}$
Predimensionado de la base:		$B = \frac{1}{2}(1 + H_T)$
Dimensión de la base	:	$A_B = 2.50 \text{ m}$
Adoptamos una base de	:	$B = 3.00 \text{ m}$





### 3. cálculo del empuje activo:

Coeficiente de empuje activo:

$$K_a = \cos \beta * \left( \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$

$$K_a = 0.516936852$$

Cálculo del empuje activo:

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

$$E_A = 7.9402 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_T}{3} = 1.333 \text{ m}$$

### 4. análisis de la estabilidad:

cálculo del peso total y momento resistente:

FIG.	TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	4.05 tn/m	0.750	3.0375
II	Gavión	2.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	5.40 tn/m	2.500	13.5000
III	Gavión	2.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	5.40 tn/m	1.500	8.1000
IV	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	3.000	8.1000
V	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
VI	Gavión	1.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	4.05 tn/m	2.750	11.1375
VII	Gavión	2.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	5.40 tn/m	2.500	13.5000
				Σ = 29.70 tn/m	Σ =	61.425

$$P = 29.70 \text{ tn}$$

$$M_r = 61.4 \text{ tn-m}$$

**cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de contención:**

Momento producido por el empuje activo:  $M_A = E_A * Y$

$$M_A = 7.940 \text{ tn} \times 1.333 \text{ m}$$

$$M_A = 10.587 \text{ tn-m}$$

**verificación por deslizamiento:** FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad ; \quad \text{donde:} \quad f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = 0.454$$

FSD = 1.70 > 1.50	<b>... Conforme</b>
-------------------	---------------------

**verificación por volteo:** FSD = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 5.80 > 2.00	<b>... Conforme</b>
-------------------	---------------------

**verificación de presiones sobre el terreno:**

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 1.71 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = -0.2117 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e < \frac{B}{6} = 0.50 \text{ m}$  **... Ok: cae dentro del tercio central**

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

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[ 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$



$$\sigma_1 = 0.57 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 0.85 \text{ kg/cm}^2$$

**Conforme**

$$\sigma_2 = 1.41 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_s = 0.85 \text{ kg/cm}^2$$

**Conforme**

## 5. verificación entre bloque y bloque:

### 5.1. Primer bloque:

#### Fuerzas estabilizantes:

$$\text{Peso (l)} = 1.50 \times 1.00 \times 2.70 = 4.05000 \text{ tn}$$

$$\text{Momento (l)} = 4.05 \text{ tn} \times 0.75 = 3.03750 \text{ tn-m}$$

#### Fuerzas desestabilizantes:

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0.4963 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.16542 \text{ tn-m}$$

$$\text{Verificación por deslizamiento: FSD} = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

$$\text{FSD} = 4.08 > 1.50 \quad \dots \text{ Conforme}$$

$$\text{Verificación por volteo: FSV} = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

$$\text{FSV} = 18.36 > 2.00 \quad \dots \text{ Conforme}$$

### 5.2. Segundo bloque:

**Fuerzas estabilizantes:**

$$\begin{aligned} \text{Peso (II)} &= 2.00 \times 1.00 \times 2.70 = 5.40000 \text{ tn} \\ \text{Momento (II)} &= 5.40 \text{ tn} \times 2.50 = 13.50000 \text{ tn m} \end{aligned}$$

**Fuerzas desestabilizantes:**

$$\begin{aligned} \text{Empuje} &= E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0.4963 \text{ tn} \\ \text{Momento} &= M_A = E_A * Y = 0.16542 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

$$\text{Verificación por deslizamiento:} \quad \text{FSD} = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq \text{FSD} \quad f = 0.500$$

FSD = 5.44 > 1.50	... Conforme
-------------------	--------------

$$\text{Verificación por volteo:} \quad \text{FSV} = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq \text{FSV}$$

FSV = 81.61 > 2.00	... Conforme
--------------------	--------------

**5.3. Tercer bloque:****Fuerzas estabilizantes:**

$$\begin{aligned} \text{Peso (II)} &= 2.00 \times 1.00 \times 2.70 = 5.40000 \text{ tn} \\ \text{Peso (III)} &= 2.00 \times 1.00 \times 2.70 = 5.40000 \text{ tn} \\ &\quad \Sigma = 10.80000 \text{ tn} \\ \\ \text{Momento (III)} &= 5.40 \text{ tn} \times 1.50 = 8.10000 \text{ tn-m} \\ \text{Momento (II)} &= 5.40 \text{ tn} \times 2.50 = 13.50000 \text{ tn-m} \\ &\quad \Sigma = 21.60000 \text{ tn} \end{aligned}$$

**Fuerzas desestabilizantes:**

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2$$

$$\text{Empuje} = \quad \quad \quad = 1.9850 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = \quad M_A = E_A * Y \quad = 1.32336 \text{ tn-m}$$

**Verificación por deslizamiento:** FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad \quad f = 0.500$$

FSD = 2.72 > 1.50	... Conforme
-------------------	--------------

**Verificación por volteo:** FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 16.32 > 2.00	... Conforme
--------------------	--------------

#### 5.4. Cuarto bloque:

##### Fuerzas estabilizantes:

Peso (I) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
Peso (II) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (III) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (IV) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
						$\Sigma$ =	17.55000 tn

Momento (I) =	4.05 tn	x	0.75 m	=	3.03750 tn-m
Momento (II) =	5.40 tn	x	2.50 m	=	13.50000 tn-m
Momento (III) =	5.40 tn	x	1.50 m	=	8.10000 tn-m
Momento (IV) =	2.70 tn	x	3.00 m	=	8.10000 tn-m
				$\Sigma$ =	32.7375 tn-m

##### Fuerzas desestabilizantes:

$$\text{Empuje} = \quad E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 \quad = 1.9850 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = \quad M_A = E_A * Y \quad = 1.32336 \text{ tn-m}$$

Verificación por deslizamiento:

FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$f = 0.500$$

FSD =	4.42	>	1.50	... Conforme
-------	------	---	------	--------------

Verificación por volteo:

FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV =	24.74	>	2.00	... Conforme
-------	-------	---	------	--------------

### 5.5. Quinto bloque:

#### Fuerzas estabilizantes:

Peso (I) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
Peso (II) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (III) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (IV) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
Peso (V) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
						$\Sigma$ =	20.25000 tn

Momento (I) =	4.05 tn	x	0.75 m	=	3.03750 tn-m
Momento (II) =	5.40 tn	x	2.50 m	=	13.50000 tn-m
Momento (III) =	5.40 tn	x	1.50 m	=	8.10000 tn-m
Momento (IV) =	2.70 tn	x	3.00 m	=	8.10000 tn-m
Momento (V) =	2.70 tn	x	1.50 m	=	4.05000 tn-m
				$\Sigma$ =	36.7875 tn-m

#### Fuerzas desestabilizantes:

Empuje =  $E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_r^2 = 4.4663 \text{ tn}$

Momento =  $M_A = E_A * Y = 4.46633 \text{ tn-m}$

FSD = 1.50

Verificación por deslizamiento:

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

FSD =	2.27	>	1.50	... Conforme
-------	------	---	------	--------------

Verificación por volteo:

$$FSV = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV =	8.24	>	2.00	... Conforme
-------	------	---	------	--------------

### 5.6. Sexto bloque:

#### Fuerzas estabilizantes:

Peso (I) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
Peso (II) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (III) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (IV) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
Peso (V) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
Peso (VI) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
						$\Sigma =$	24.30000 tn

Momento (I) =	4.05 tn	x	0.75 m	=	3.03750 tn-m
Momento (II) =	5.40 tn	x	2.50 m	=	13.50000 tn-m
Momento (III) =	5.40 tn	x	1.50 m	=	8.10000 tn-m
Momento (IV) =	2.70 tn	x	3.00 m	=	8.10000 tn-m
Momento (V) =	2.70 tn	x	1.50 m	=	4.05000 tn-m
Momento (VI) =	4.05 tn	x	2.75 m	=	11.13750 tn-m
				$\Sigma =$	47.9250 tn-m

#### Fuerzas desestabilizantes:

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2$$



$$\text{Empuje} = \quad \quad \quad = 4.4663 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = \quad \quad \quad M_A = E_A * Y \quad = \quad 4.46633 \text{ tn-m}$$

**Verificación por deslizamiento:** FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad \quad \quad f = 0.500$$

FSD = 2.72 > 1.50	<b>... Conforme</b>
-------------------	---------------------

**Verificación por volteo:** FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 10.73 > 2.00	<b>... Conforme</b>
--------------------	---------------------

### 5.6. Séptimo bloque:

**Fuerzas estabilizantes:**

Peso (I) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
Peso (II) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (III) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
Peso (IV) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
Peso (V) =	1.00	x	1.00	x	2.70	=	2.70000 tn
Peso (VI) =	1.50	x	1.00	x	2.70	=	4.05000 tn
Peso (VII) =	2.00	x	1.00	x	2.70	=	5.40000 tn
						$\Sigma$ =	29.70000 tn

Momento (I) =	4.05 tn	x	0.75 m	=	3.03750 tn-m
Momento (II) =	5.40 tn	x	2.50 m	=	13.50000 tn-m
Momento (III) =	5.40 tn	x	1.50 m	=	8.10000 tn-m
Momento (IV) =	2.70 tn	x	3.00 m	=	8.10000 tn-m
Momento (V) =	2.70 tn	x	1.50 m	=	4.05000 tn-m
Momento (VI) =	4.05 tn	x	2.75 m	=	11.13750 tn-m
Momento (VII) =	5.40 tn	x	2.50 m	=	13.50000 tn-m
				$\Sigma$ =	61.4250 tn-m

**Fuerzas desestabilizantes:**

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2 = 7.9402 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 10.58687 \text{ tn-m}$$

$$\text{Verificación por deslizamiento: FSD} = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

FSD = 1.87 > 1.50	... Conforme
-------------------	--------------

$$\text{Verificación por volteo: FSV} = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 5.80 > 2.00	... Conforme
-------------------	--------------

- Gavión para estabilizar el talud N°02

### 1. datos para el diseño:

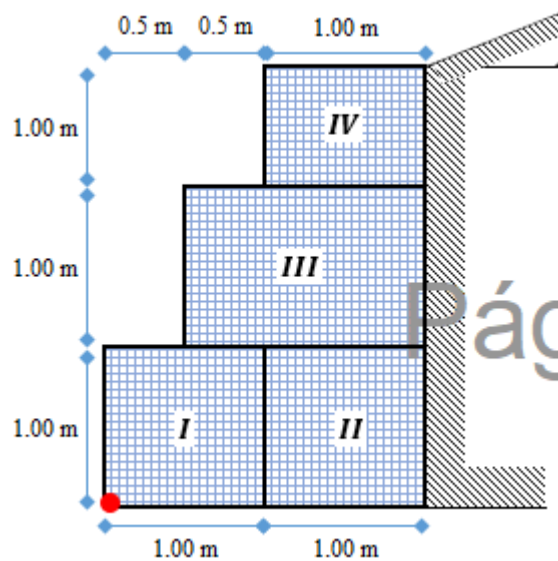
- Peso del terreno	:	$g_s = 1.92 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra	:	$g_r = 2.70 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción	:	$\phi = 25.01^\circ$
- Ángulo que forma el relleno	:	$\beta = 7.50^\circ$
- Capacidad portante	:	$s_s = 2.31 \text{ kg/cm}^2$

### 2. geometría del muro:

Altura de cada bloque	:	$h_B = 1.00 \text{ m}$
Ancho de cada bloque	:	$b_B = 1.00 \text{ m}$
Altura total del muro	:	$H_T = 3.00 \text{ m}$

Predimensionado de la base: 
$$B = \frac{1}{2}(1 + H_T)$$

Dimensión de la base	:	$A_B = 2.00 \text{ m}$
Adoptamos una base de	:	$B = 2.00 \text{ m}$



### 3. cálculo del empuje activo:

Coeficiente de empuje activo:

$$K_a = \cos \beta * \left( \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}}{\cos \beta + \sqrt{\cos \beta^2 - \cos \phi^2}} \right)$$

$$K_a = 0.419269335$$

Cálculo del empuje activo:

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

$$E_A = 3.6225 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_T}{3} = 1.000 \text{ m}$$

#### 4. análisis de la estabilidad:

##### 4.1. Calculo del peso total y momento resistente:

FIG.	TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	0.500	1.3500
II	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
III	Gavión	1.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	4.05 tn/m	1.250	5.0625
IV	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
				Σ =	12.15 tn/m	Σ = 14.513

$$P = 12.15 \text{ tn}$$

$$M_r = 14.5 \text{ tn-m}$$

##### 4.2 cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de contención:

Momento producido por el empuje activo:  $M_A = E_A * Y$

$$M_A = 3.622 \text{ tn} \times 1.000 \text{ m}$$

$$M_A = 3.622 \text{ tn-m}$$

##### 4.3 verificación por deslizamiento: FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad ; \quad \text{donde:} \quad f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = 0.450$$

$$FSD = 1.51 > 1.50 \quad \dots \text{ Conforme}$$

##### 4.4 verificación por volteo: FSD = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

$$FSV = 4.01 > 2.00 \quad \dots \text{ Conforme}$$

#### 4.5 verificación de presiones sobre el terreno:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 0.90 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = 0.1037 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e < \frac{B}{6} = 0.33 \text{ m}$       ... Ok : cae dentro del tercio central

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

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[ 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$



$$s_1 = 0.80 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 2.31 \text{ kg/cm}^2$$

... Conforme

$$s_2 = 0.42 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 2.31 \text{ kg/cm}^2$$

... Conforme

## 5. verificación entre bloque y bloque:

### 5.1 primer bloque:

#### Fuerzas estabilizantes:

$$\text{Peso (IV)} = 1.00 \times 1.00 \times 2.70 = 2.70000 \text{ tn}$$

$$\text{Momento (IV)} = 2.70 \text{ tn} \times 0.50 = 1.35000 \text{ tn-m}$$

#### Fuerzas desestabilizantes:

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_s * H_T^2 = 0.4025 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.13417 \text{ tn-m}$$

**Verificación por deslizamiento:** FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$

$$f = 0.500$$

FSD =	3.35	>	1.50	... Conforme
-------	------	---	------	--------------

**Verificación por volteo:** FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV =	10.06	>	2.00	... Conforme
-------	-------	---	------	--------------

## 5.2 segundo bloque:

### Fuerzas estabilizantes:

$$\begin{aligned} \text{Peso (IV)} &= 1.00 \times 1.00 \times 2.70 = 2.70000 \text{ tn} \\ \text{Peso (II)} &= 1.00 \times 1.50 \times 2.70 = \underline{4.05000 \text{ tn}} \\ &\quad \Sigma = 6.75000 \text{ tn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momento (IV)} &= 2.70 \text{ tn} \times 1.00 \text{ m} = 2.70000 \text{ tn-m} \\ \text{Momento (III)} &= 4.05 \text{ tn} \times 0.75 \text{ m} = \underline{3.03750 \text{ tn-m}} \\ &\quad \Sigma = 5.7375 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

### Fuerzas desestabilizantes:

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 1.6100 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 1.07333 \text{ tn-m}$$

$$\text{Verificación por deslizamiento:} \quad \text{FSD} = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq \text{FSD} \quad f = 0.500$$

FSD = 2.10 > 1.50	... Conforme
-------------------	--------------

$$\text{Verificación por volteo:} \quad \text{FSV} = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq \text{FSV}$$

FSV = 5.35 > 2.00	... Conforme
-------------------	--------------



- Gavión para estabilizar el talud N°03

### 1. datos para el diseño:

- Peso del terreno	:	$g_s =$	1.92 tn/m <sup>3</sup>
- Peso de la piedra	:	$g_r =$	2.70 tn/m <sup>3</sup>
- Ángulo de fricción	:	$\emptyset =$	23.50°
- Ángulo que forma el relleno	:	$\beta =$	6.50°
- Capacidad portante	:	$s_s =$	0.80 kg/cm <sup>2</sup>

### 2. geometría del muro:

Altura de cada bloque	:	$h_B =$	1.00 m
Ancho de cada bloque	:	$b_B =$	1.00 m
Altura total del muro	:	$H_T =$	2.50 m

Predimensionado de la base:  $B = \frac{1}{2}(1 + H_T)$

Dimensión de la base	:	$A_B =$	1.75 m
Adoptamos una base de	:	$B =$	2.00 m

### 3. cálculo del empuje activo:

Coefficiente de empuje activo:

$$K_a = \cos \beta * \left( \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \emptyset}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \emptyset}} \right)$$

$$K_a = 0.441379335$$

Cálculo del empuje activo:

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

$$E_A = 2.6483 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_T}{3} = 0.833 \text{ m}$$

#### 4. análisis de la estabilidad:

##### 4.1 cálculo del peso total y momento resistente:

FIG.	TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	0.500	1.3500
II	Gavión	1.000	2.70 tn/m <sup>3</sup>	2.70 tn/m	1.500	4.0500
III	Gavión	1.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	4.05 tn/m	1.250	5.0625
IV	Gavión	0.500	2.70 tn/m <sup>3</sup>	1.35 tn/m	1.500	2.0250
			Σ =	10.80 tn/m	Σ =	12.488

$$P = 10.80 \text{ tn}$$

$$M_r = 12.5 \text{ tn-m}$$

##### 4.2 cálculo de las fuerzas actuantes en el muro de contención:

Momento producido por el empuje activo:

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 2.648 \text{ tn} \times 0.833 \text{ m}$$

$$M_A = 2.207 \text{ tn-m}$$

##### 4.3 verificación por deslizamiento:

$$FSD = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad ; \quad \text{donde:} \quad f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = 0.450$$

$$FSD = 1.84 > 1.50$$

... Conforme

##### 4.4 verificación por volteo:

$$FSD = 2.00$$

$$FSV = 5.66 > 2.00$$

... Conforme

#### 4.5 verificación de presiones sobre el terreno:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 0.95 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = 0.0481 \text{ m}$$

Se debe cumplir que:  $e < \frac{B}{6} = 0.33 \text{ m}$

**Ok: cae dentro del tercio central**

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

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[ 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$

⇒

$s_1 = 0.62 \text{ kg/cm}^2$	$<$	$s_s = 0.80 \text{ kg/cm}^2$
$s_2 = 0.46 \text{ kg/cm}^2$	$<$	$s_s = 0.80 \text{ kg/cm}^2$

**Conforme**

**Conforme**

**5. verificación entre bloques:****5.1 primer bloque:****Fuerzas estabilizantes:**

$$\text{Peso (IV)} = 1.00 \times 0.50 \times 2.70 = 1.35000 \text{ tn}$$

$$\text{Momento (IV)} = 1.35 \text{ tn} \times 0.50 = 0.67500 \text{ tn-m}$$

**Fuerzas desestabilizantes:**

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0.1059 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.01766 \text{ tn-m}$$

**Verificación por deslizamiento:**

$$FSD = 1.50$$

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad f = 0.500$$

FSD = 6.37 > 1.50	<b>... Conforme</b>
-------------------	---------------------

**Verificación por volteo:**

$$FSV = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 38.23 > 2.00	<b>... Conforme</b>
--------------------	---------------------

**5.1 segundo bloque:****Fuerzas estabilizantes:**

$$\begin{aligned} \text{Peso (IV)} &= 1.00 \times 0.50 \times 2.70 = 1.35000 \text{ tn} \\ \text{Peso (II)} &= 1.00 \times 1.50 \times 2.70 = \underline{4.05000 \text{ tn}} \\ \Sigma &= 5.40000 \text{ tn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momento (IV)} &= 1.35 \text{ tn} \times 1.00 \text{ m} = 1.35000 \text{ tn-m} \\ \text{Momento (III)} &= 4.05 \text{ tn} \times 0.75 \text{ m} = \underline{3.03750 \text{ tn-m}} \\ \Sigma &= 4.3875 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

**Fuerzas desestabilizantes:**

$$\text{Empuje} = E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0.9534 \text{ tn}$$

$$\text{Momento} = M_A = E_A * Y = 0.47669 \text{ tn-m}$$

**Verificación por deslizamiento:**

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad FSD = 1.50$$

$$f = 0.500$$

FSD = 2.83 > 1.50	... Conforme
-------------------	--------------

**Verificación por volteo:**

$$FSV = 2.00$$

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

FSV = 9.20 > 2.00	... Conforme
-------------------	--------------

### 3.9.3.2 Sistemas no convencionales de estabilización de taludes

#### 3.9.3.2.1 Sistema ERDOX

- Sistema ERDOX para estabilizar el talud N°01

##### 1. Datos para el diseño.

Peso del terreno	1.92 tn/m <sup>3</sup>
Peso de la piedra	2.70 tn/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción	24.40°
Ángulo que forma el relleno	6.50°
Capacidad portante	0.85 kg/cm <sup>2</sup>

##### 2. Calculo del empuje efectivo.

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = 0.422$$

##### 3. Calculo del empuje ejercido al sistema ERDOX.

$$\rho = \text{Densidad Seca} \left(\frac{Kg}{m^3}\right) = 1890$$

$$w = \text{Humedad Natural (\%)} = 28.66$$

$$Yd = \text{peso unitario seco} \left(\frac{Kn}{m^3}\right) = 18.54$$

$$Ys = \text{peso unitario humedo} \left(\frac{Kn}{m^3}\right) = 47.2009$$

$$P = (Ys)(h) + \frac{K_A}{2} + QxK_A = 20.36 \text{ kn}$$

$$p = 2.08 \text{ Tn} < 10 - 12 \text{ tn } \textit{ok}$$

**4. calculo de peso del relleno (material propio).**

**Para el relleno 01**

$$WS1 = A * L * Ys = 15.39 Tn$$

**Para el relleno 02**

$$WS3 = A * L * Ys = 12.31 Tn$$

**Para el relleno 03**

$$WS3 = A * L * Ys = 14.43 Tn$$

**5. calculo del peso de la placa de anclaje.**

$$WPlaca = A * L * \text{peso especifico del concreto} = 1.536Tn$$

**6. calculo del peso de la estructura.**

$$West. = 0.12 Tn$$

**7. momento por volcamiento y momento estabilizante.**

**Momento por volcamiento**

$$Mo = Bt * Ea$$

$$Bt = \text{Distancia al punto de anclaje}$$

$$Mo = 2.08 Tn$$

**Momento por estabilizante**

$$Me = Ws1 * Bwt1 + Ws2 * Bwt2 + Ws3 * Bwt3 + Wp * (Bwt4 + Bwt5) + West.* Bwt6$$

$$Me = 84.38 Tn$$

**8. verificación de factor de seguridad por volcamiento.**

$$FSV \geq 2$$

$$\frac{M_e}{M_o} \geq FSV$$

$$FSV = 40.65 \geq 2 \text{ OK}$$

**9. verificación de factor de seguridad por deslizamiento.**

$$W_{\text{canto rodado}} = A * L * Y_s = 1.94 \text{ Tn}$$

$$MSD = (\Sigma V * \text{Tan}(\phi)) * E_{ah}$$

$$FSD = 10.44 \geq 1.5 \text{ OK}$$

- **Sistema ERDOX para estabilizar el talud N°02**

**1. Datos para el diseño.**

Peso del terreno	1.92 tn/m <sup>3</sup>
Peso de la piedra	2.70 tn/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción	25.01°
Ángulo que forma el relleno	7.50°
Capacidad portante	2.31 kg/cm <sup>2</sup>

**2. Calculo del empuje efectivo.**

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = 0.4096$$



### 3. Calculo del empuje ejercido al sistema ERDOX.

$$\rho = \text{Densidad Seca} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = 1890$$

$$w = \text{Humedad Natural} (\%) = 28.66$$

$$Yd = \text{peso unitario seco} \left( \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} \right) = 18.54$$

$$Ys = \text{peso unitario humedo} \left( \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} \right) = 47.2009$$

$$P = (Ys)(h) + \frac{K_A}{2} + QxK_A = 19.74 \text{ kn}$$

$$p = 2.01 \text{ Tn} < 10 - 12 \text{ tn } \textit{ok}$$

### 4. calculo de peso del relleno (material propio).

#### Para el relleno 01

$$WS1 = A * L * Ys = 15.39 \text{ Tn}$$

#### Para el relleno 02

$$WS3 = A * L * Ys = 12.31 \text{ Tn}$$

#### Para el relleno 03

$$WS3 = A * L * Ys = 14.43 \text{ Tn}$$

### 5. calculo del peso de la placa de anclaje.

$$WPlaca = A * L * \text{peso especifico del concreto} = 1.536 \text{ Tn}$$

### 6. calculo del peso de la estructura.

$$West. = 0.12 \text{ Tn}$$

## 7. momento por volcamiento y momento estabilizante.

### Momento por volcamiento

$$M_o = Bt * Ea$$

$$Bt = \text{Distancia al punto de anclaje}$$

$$M_o = 2.01 Tn$$

### Momento por estabilizante

$$M_e = Ws1 * Bwt1 + Ws2 * Bwt2 + Ws3 * Bwt3 + Wp * (Bwt4 + Bwt5) + West.* Bwt6$$

$$M_e = 84.39 Tn$$

## 8. verificación de factor de seguridad por volcamiento.

$$FSV \geq 2$$

$$FSV = 41.93 \geq 2 \text{ OK}$$

$$\frac{M_e}{M_o} \geq FSV$$

## 9. verificación de factor de seguridad por deslizamiento.

$$W_{\text{canto rodado}} = A * L * Y_s = 1.94 Tn$$

$$MSD = (\Sigma V * \text{Tan}(\phi)) * Eah$$

$$FSD = 10.78 \geq 1.5 \text{ OK}$$

- **Sistema ERDOX para estabilizar el talud N°03**

**1. Datos para el diseño.**

Peso del terreno	1.92 tn/m <sup>3</sup>
Peso de la piedra	2.70 tn/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción	23.50°
Ángulo que forma el relleno	6.50°
Capacidad portante	0.80 kg/cm <sup>2</sup>

**2. Calculo del empuje efectivo.**

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right)$$

$$K_A = tg^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right) = 0.4356$$

**3. Calculo del empuje ejercido al sistema ERDOX.**

$$\rho = \text{Densidad Seca} \left(\frac{Kg}{m^3}\right) = 1890$$

$$w = \text{Humedad Natural (\%)} = 28.66$$

$$Yd = \text{peso unitario seco} \left(\frac{Kn}{m^3}\right) = 18.54$$

$$Ys = \text{peso unitario humedo} \left(\frac{Kn}{m^3}\right) = 47.2009$$

$$P = (Ys)(h) + \frac{K_A}{2} + QxK_A = 21.00 \text{ kn}$$

$$p = 2.14 \text{ Tn} < 10 - 12 \text{ tn } \textit{ok}$$

**4. calculo de peso del relleno (material propio).**

**Para el relleno 01**

$$WS1 = A * L * Ys = 15.39 Tn$$

**Para el relleno 02**

$$WS2 = A * L * Ys = 12.31 Tn$$

**Para el relleno 03**

$$WS3 = A * L * Ys = 14.43 Tn$$

**5. calculo del peso de la placa de anclaje.**

$$WPlaca = A * L * \text{peso especifico del concreto} = 1.536Tn$$

**6. calculo del peso de la estructura.**

$$West. = 0.12 Tn$$

**7. momento por volcamiento y momento estabilizante.**

**Momento por volcamiento**

$$Mo = Bt * Ea$$

$$Bt = \text{Distancia al punto de anclaje}$$

$$Mo = 2.14 Tn$$

**Momento por estabilizante**

$$Me = Ws1 * Bwt1 + Ws2 * Bwt2 + Ws3 * Bwt3 + Wp * (Bwt4 + Bwt5) + West.* Bwt6$$

$$Me = 84.39 Tn$$

**8. verificación de factor de seguridad por volcamiento.**

$$FSV \geq 2$$

$$FSV = 39.43 \geq 2 \text{ OK}$$

$$\frac{M_e}{M_o} \geq FSV$$

**9. verificación de factor de seguridad por deslizamiento.**

$$W_{\text{canto rodado}} = A * L * Y_s = 1.94 \text{ Tn}$$

$$MSD = (\Sigma V * \text{Tan}(\phi)) * E_{ah}$$

$$FSD = 10.13 \geq 1.5 \text{ OK}$$

### 3.9.4 Presupuesto de implementación de sistemas convencionales

#### 3.9.4.1 Muro de contención de mampostería

Este sistema tiene un costo directo de S/.901,425.68. Novecientos un mil cuatrocientos veinte cinco y 68/100 nuevos soles. Lo cual se detalla a continuación.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>10,200.30</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,210.00	3.48	4,210.80
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1,210.00	4.95	5,989.50
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>209,505.86</b>
02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ESTRUCTURA	m3	4,155.00	9.54	39,638.70
02.02	PERFILADO DE TALUD	m2	812.50	13.91	11,301.88
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO	m2	647.25	20.85	13,495.16
02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,350.00	88.75	119,812.50
02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3,225.75	7.83	25,257.62
<b>03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>23,119.77</b>
03.01	SOLADO PARA ZAPATA e=3"	m2	647.25	35.72	23,119.77
<b>04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO CICLOPIO</b>				<b>653,927.55</b>
04.01	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> + 30% P.G. DOSIFICADO	m3	992.50	435.66	432,392.55
04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE NORMAL	m2	2,250.00	98.46	221,535.00
<b>05</b>	<b>VARIOS</b>				<b>4,672.20</b>
05.01	JUNTA DE DILATACION e=1"	m	195.00	10.15	1,979.25
05.02	TUBO DE 2" PARA LLORONES	m	195.00	13.81	2,692.95
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>901,425.68</b>

### 3.9.4.2 Gaviones

Este sistema tiene un costo directo de S/.803,865.58. Ochocientos tres mil ochocientos sesenta y cinco y 63/100 nuevos soles. Lo cual se detalla a continuación.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>10,200.30</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,210.00	3.48	4,210.80
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1,210.00	4.95	5,989.50
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>246,641.73</b>
02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ESTRUCTURA	m3	4,155.00	9.54	39,638.70
02.02	PERFILADO DE TALUD	m2	812.50	13.91	11,301.88
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE FONDO	m2	1,137.50	20.85	23,716.88
02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1,687.50	88.75	149,765.63
02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,837.63	7.83	22,218.64
<b>03</b>	<b>TRASLADO DE MATERIALES</b>				<b>130,594.75</b>
03.01	ACARREO MANUAL DE PIEDRA DPROM. < 200m	m3	2,112.50	61.82	130,594.75
<b>04</b>	<b>MUROS DE GAVIONES</b>				<b>397,928.85</b>
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GAVIONES DE CAJA 1mx1mx1m	und	175.00	987.68	172,844.00
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE GAVIONES DE CAJA 1.5mx1mx5m	und	85.00	1,399.93	118,994.05
04.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE GAVIONES DE CAJA 2mx1mx5m	und	60.00	1,768.18	106,090.80
<b>06</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>18,500.00</b>
06.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	18,500.00	18,500.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>803,865.58</b>

### 3.9.5 Presupuesto de implementación de sistemas no convencionales

#### 3.9.5.1 Sistema ERDOX

Este sistema tiene un costo directo de S/.581,885.53 quinientos ochenta y dos mil quinientos dos y cinco y 15/100 nuevos soles. Lo cual se detalla a continuación.

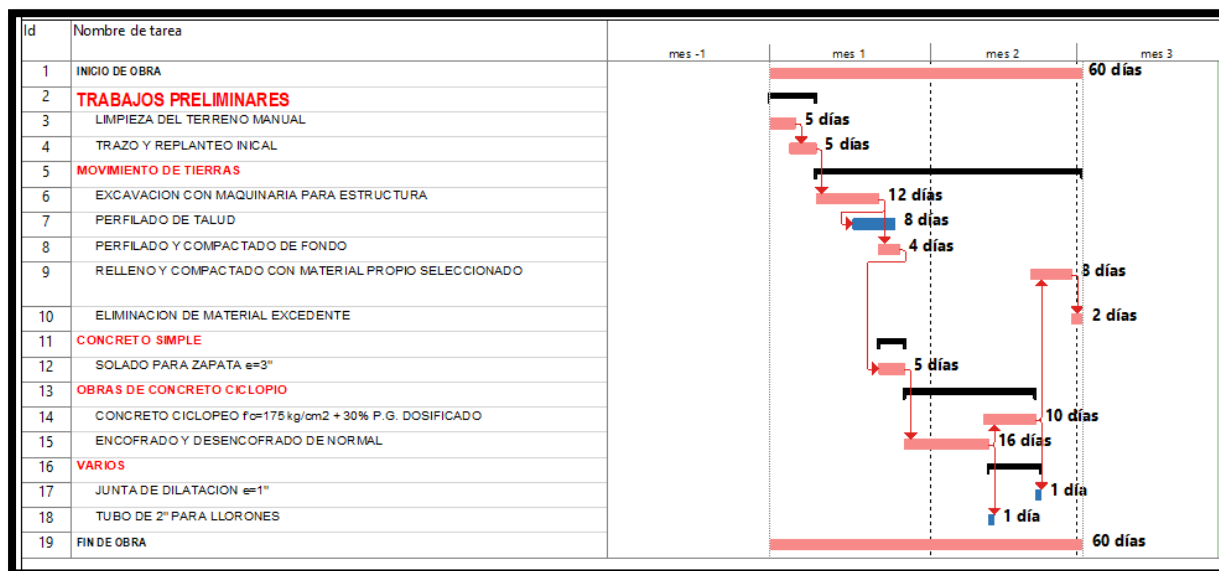
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>10,200.30</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,210.00	3.48	4,210.80
01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1,210.00	4.95	5,989.50
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>56,228.63</b>
02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA ESTRUCTURA	m3	2,812.50	9.54	26,831.25
02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	m3	2,587.50	10.34	26,754.75
02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	258.75	7.83	2,026.01
<b>03</b>	<b>INSTALACION DEL SISTEMA</b>				<b>500,273.22</b>
03.01	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 200 gr/cm2	m2	1,125.00	24.04	27,045.00
03.02	GEOMENBRANA PARA PROTECCION e=10mm	m2	1,125.00	30.63	34,458.75
03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SISTEMA DE CONTENCIÓN TIPO PARAGUAS	und	471.00	281.57	132,619.47
03.04	SUMINISTRO SISTEMA DE CONTENCIÓN TIPO PARAGUAS	und	471.00	650.00	306,150.00
<b>04</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>15,800.00</b>
04.01	TRANSPORTE DEL SISTEMA ERDOX PREFABRICADO	glb	1.00	15,800.00	15,800.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>581,885.53</b>



### 3.9.6 Plazo para construcción de sistemas no convencionales

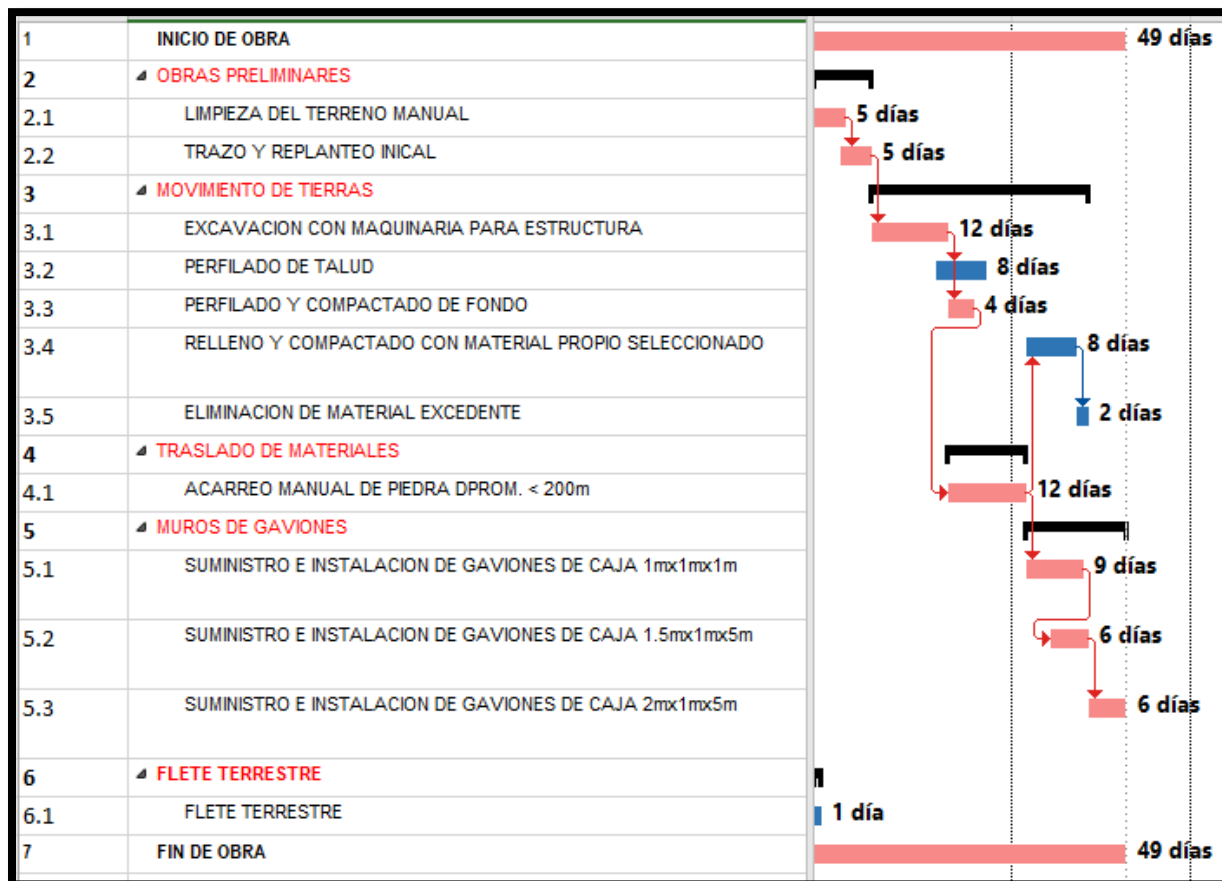
#### 3.9.6.1 Muro de contención de mampostería

El plazo para la instalación de este sistema es de 60 días calendarios, lo cual se detalla a continuación.



### 3.9.6.2 Gaviones

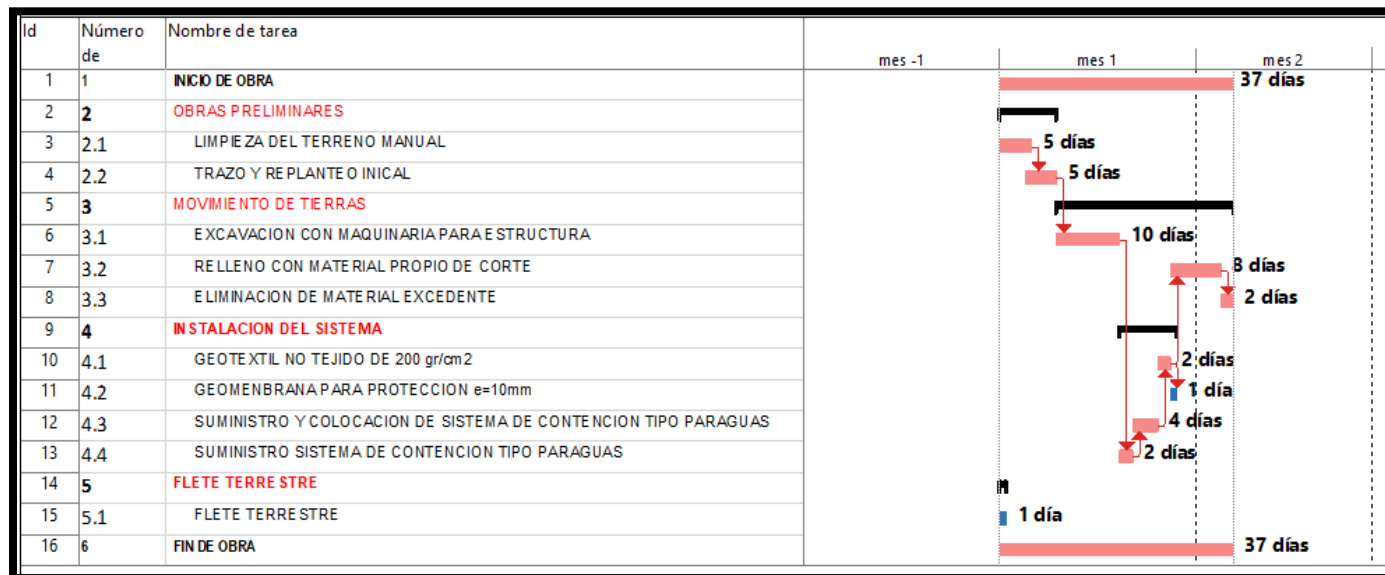
El plazo para la instalación de este sistema es de 49 días calendarios, lo cual se detalla a continuación.



### 3.9.7 Presupuesto de implementación de sistemas no convencionales

#### 3.9.7.1 Sistema ERDOX

El plazo para la instalación de este sistema es de 37 días calendarios, lo cual se detalla a continuación.



### 3. 10 Consideraciones éticas

Dentro de las consideraciones éticas, se toma en cuenta el resguardo de la privacidad respecto a los datos e información que serán recolectados, los cuales serán utilizados únicamente para el presente estudio. Del mismo modo, se garantizará la veracidad de la información recolectada durante la actividad en campo, lo cual permitirá realizar un análisis puntual sobre el objeto de estudio.

## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación se detallan a continuación:

**Tabla 05**

Resultados de costos de los sistemas convencionales y no convencionales.

<b>ANALISIS COMPARATIVO DE EFICIENCIA EN COSTOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO EN SOLES</b>
<b>1.0</b>	<b>SISTEMA ERDOX</b>	<b>S/581,885.53</b>
<b>2.0</b>	<b>MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES</b>	<b>S/803,865.58</b>
<b>3.0</b>	<b>MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPIO</b>	<b>S/901,425.68</b>

**Tabla 06**

Resultados de los plazos para la instalación de los sistemas convencionales y no convencionales.

<b>ANALISIS COMPARATIVO DE EFICIENCIA EN PLAZOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PLAZO DE EJECUCION EN DIAS CALENDARIOS</b>
<b>1.0</b>	<b>SISTEMA ERDOX</b>	<b>37.00</b>
<b>2.0</b>	<b>MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES</b>	<b>49.00</b>
<b>3.0</b>	<b>MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPIO</b>	<b>60.00</b>

Con estos resultados obtenidos se puede determinar que el sistema no convencional (ERDOX) tiene un 22% menos en costo con respecto al sistema convencional (Gaviones).

Con estos resultados obtenidos se puede determinar que el sistema no convencional (ERDOX) tiene un 36% menos en costo con respecto al sistema convencional (muro de concreto ciclópeo).

Con estos resultados obtenidos se puede determinar que la instalación del sistema no convencional (ERDOX) es en menor plazo con respecto al sistema convencional (Gaviones).

Con estos resultados obtenidos se puede determinar que la instalación del sistema no convencional (ERDOX) es en menor plazo con respecto al sistema convencional (muro de concreto ciclópeo).

#### IV. DISCUSION

Identificado los tramos de la carretera en estudio los cuales a simple vista se puede identificar los taludes inestables, para determinar esta inestabilidad se ha realizado un estudio de mecánica de suelos para calcular los parámetros geotécnicos del talud en análisis.

En los taludes identificados se realizó calicatas para la extracción de muestras de suelo, con los ensayos realizados en laboratorio se determinó los siguientes parámetros geotécnicos (peso unitario, resistencia al corte: criterio de Morh-Coulomb cohesión y ángulo de fricción interna del suelo) con los cuales se pudo demostrar que estos taludes son inestables ya que están por debajo de los factores de seguridad estática y sísmica.

Los factores de seguridad estática hallados con el software GEO5 se muestran el tabla N° 04

**Tabla 04**

Resultado de factores de seguridad estática.

FACTORES DE SEGURIDAD (F.S) ESTATICA				
TALUD EN ANALISIS	PROGRESIVA	METODOS		
		BISHOP	JANBU	FELLENIUS/PETTERSON
TALUD 01	6+650.00	1.09	1.08	1.040
TALUD 02	4+240.00	1.43	1.43	1.37
TALUD 03	2+250.00	1.41	1.41	1.350

Los factores de seguridad dinámica hallados con el software GEO5 se muestran el tabla N° 05

**Tabla 04**

Resultado de factores de seguridad estatica.

<b>FACTORES DE SEGURIDAD (F.S) DINAMICA</b>				
<b>TALUD EN ANALISIS</b>	<b>PROGRESIVA</b>	<b>METODOS</b>		
		<b>BISHOP</b>	<b>JANBU</b>	<b>FELLENIOUS/PETTERSON</b>
TALUD 01	6+650.00	0.83	0.83	0.79
TALUD 02	4+240.00	1.07	1.08	1.02
TALUD 03	2+250.00	1.06	1.07	1.02

Los taludes en estudio son inestables por lo tanto se requieren la implementación de estructuras estabilizantes, para lo cual se plantea la utilización de sistemas convencionales y de sistema no convencional para la estabilización de los taludes.

Se realizó el diseño de cada uno de los sistemas planteados, una vez determinado las dimensiones de cada uno de los sistemas planteados procedemos a calcular el presupuesto de cada uno de los sistemas y también los plazos que se requiere para la instalación de estos sistemas.

## CONCLUSIONES

Este sistema es bastante conveniente para la mayoría de casos en los que existe inestabilidad de taludes, esto debido a varios factores positivos, entre los principales tenemos los siguientes

- Optimización de costos con respecto a los sistemas convencionales (muros de contención de concreto ciclópeo y gaviones).
- Optimización de tiempo para la ejecución.
- Se reduce el impacto ambiental ya que se puede revegetar en las partes superiores de los sistemas instalados.
- Bajo impacto social, ya que si por ejemplo, es necesario estabilizar un talud cercano a una carretera, no es necesario bloquearla completamente mientras se ejecuta el proyecto, lo cual es bastante beneficioso porque en ocasiones estas carreteras son la única vía de comunicación de pueblos alejados.
- En la mayoría de los casos, no es necesario transportar material de mejor calidad de otras zonas para rellenar las estructuras, sino que se usa el mismo material excavado como relleno, beneficiando tanto en términos de costos y plazos, como en impacto ambiental (causado por las emisiones de la maquinaria al transportar el material hacia el lugar del proyecto).
- En el caso de los sistemas convencionales es necesario el transporte de materiales como por ejemplo piedras medianas para los gaviones o los agregados para los muros de concreto ciclópeo lo cual genera mayor costo.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda difundir con más frecuencia el uso del sistema ERDOX, ya que es todavía un sistema nuevo en nuestra región Huánuco.

Se recomienda la implementación de estos sistemas en obras de defensa riveraña ya que tienen un comportamiento estructural mejor que los Gaviones y en costos son menores.

Se sugiere que los taludes superiores e inferiores de las carreteras sean revegetadas ya que con la vegetación el talud alcanza su estabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albino Dextre, J. J. (2016). *Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]*. Repositorio Institucional, Huaráz-Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1450>
- Avilés, M. (2014). *Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas  $h=5m$ ,  $h=7.5m$ ,  $h=10m$ ,  $h=15m$ , para una longitud de 80 m*. San Francisco de Quito , Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- BETONFORM. (2014). Artículo Técnico. *BETONFORM - ERDOX*, 1.
- Bustillos Cotrado, J. A. (2019). *ANÁLISIS BIDIMENSIONAL DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA FALLA GEOLÓGICA POR EL MÉTODO DE EQUILIBRIO LÍMITE DE LA PROGRESIVA KM 37+700 AL KM 37+800 (RUTA NACIONAL PE+18A) EN PACHACHUPÁN, 2018 [Tesis de grado, Universidad de Huánuco]*. Repositorio Institucional, Huanuco-Perú. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1774>
- Cabezas C, C. (2019). *Diseño de estabilidad del talud del área minera Renovación, código 20000260, ubicado en el sector San José de Macají, parroquia Licán, cantón Riobamba. Universidad Central del Ecuador . Riobamba -Ecuador.*
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (4 ed.). Cengage Learning.
- Dávila N, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Educacion*, 12(Ext), 180-205. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Escobedo Tuanama, J., & Rodríguez Cárdenas, L. G. (2019). *Análisis y alternativas de solución para la estabilidad del talud entre las progresivas, km 01+300 - km 01+400, carretera*

- Puente Colombia-Shapaja, distrito Shapaja, provincia-Departamento San Martín 2019 [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/920>
- Espinoza Nieto, G. R. (2019). *Evaluación de taludes inestables en el tramo: km 100+000 al km 115+000 de la carretera Huánuco-la Unión [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].* Repositorio Institucional, Huánuco - Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5116>
- García, J. (2017). *Estabilización de taludes de la carretera PE-3N Km. 263+100.* Huánuco, Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Giraldo Lopez, M., & Aragón López, D. F. (2021). *Análisis de estabilidad del talud ubicado en el km 2,5 vía al nevado del Tolima, Chapetón [Tesis de grado, Universidad Corporativa de Colombia].* Repositorio Institucional, Ibagué-Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/34294>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación.* (sexta ed.). México: McGraw Hill.
- Huillca, J., & Tunquipa, R. (2016). *Informe de la observación de los métodos de estabilización de talud (Erdox) en la ruta Cusco-Catca de la carretera interoceánica sur del Perú periodo 2016.* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad.
- Ministerio de vivienda del Perú. (2012). *CE.020 Suelos y Taludes DS N° 017-2012.* Diario el Peruano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012>
- Ojeda Venturoso, K. J. (2019). *Estabilización de taludes a través de pernos de anclaje en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata - Pallasca [Tesis de grado, Universidad Peruana los Andes].* Repositorio Institucional, Huancayo –Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1516>

- Ramírez V. S & Visbal P, C. (2021). *“Análisis de la Estabilidad Del Talud Ubicado Al K2+000 Vía Ibagué - San Bernardo. Universidad Cooperativa De Colombia- Ibagué- Tolima, Ibagué- Colombia.*
- Sabino C. (2007). *"El Proceso de Investigación". 151 p.* Caracas : Editorial Panapo de Venezuela,.
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Ingeniería de Suelos Ltda. Obtenido de [https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662\\_19MemExPI\\_373\\_Las\\_Acacias/Documento/pdf/Anexo1\\_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20\(1998\).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf](https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20(1998).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf)
- Torres Ríos, L. (2019). *“Estabilidad de Taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los tramos críticos de la carretera Montesecco, Distrito Catache”.* Chiclayo – Perú. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio Institucional, Chiclayo – Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37101>
- Urteaga Posadas, C. A. (2017). *Estabilización de talud con sistema Erdox en taludes de carreteras [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].* Repositorio Institucional, Lima - Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8294>
- Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaz Orrego, A. (2015). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *Revista Civilizate*(7), 50-54. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/16157>

**ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL MÉTODO ERDOX Y LOS  
MÉTODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO- PILLAO, PROGRESIVA 2+250AL 6+650,  
DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA DE HUÁNUCO REGIÓN DE HUÁNUCO-2022**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál será la eficiencia en costos y plazos para la estabilidad de taludes con el método Erdox y los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco?</p> <p><b>Problema específico Nº 1</b></p> <p>¿Cuál es el costo/m2 promedio de la estabilización de taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la eficiencia en costos y plazos de la estabilidad de taludes con el método Erdox y métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco.</p> <p><b>Objetivo específico Nº 1</b></p> <p>Calcular el costo/m2 promedio de la estabilización de taludes con el método Erdox en el tramo de la</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La estabilización de taludes con el método Erdox es un 75% más eficiente en costos y plazos con respecto a los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Hipótesis específica Nº 1</b></p> <p>El costo para la estabilización de taludes con el método Erdox es de 32 soles/m2 en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao,</p>	<p><u>Enfoque:</u></p> <p>Cuantitativo</p> <p><u>Tipo:</u></p> <p>Aplicada</p> <p><u>Nivel:</u></p> <p>Relacional</p> <p><u>Diseño:</u></p>

<p><b>Problema específico N° 2</b></p> <p>¿Cuál es el costo/m2 promedio de la estabilización de taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco?</p> <p><b>Problema específico N° 3</b></p> <p>¿Cuál es el plazo promedio para la estabilización de taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco?</p> <p><b>Problema específico N° 4</b></p> <p>¿Cuál es el plazo promedio para la estabilización de taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva</p>	<p>carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Objetivo específico N° 2</b></p> <p>Calcular el costo/m2 promedio de la estabilización de taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Objetivo específico N° 3</b></p> <p>Calcular el plazo promedio para la estabilización de taludes con el método Erdox en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao,</p>	<p>progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Hipótesis específica N° 2</b></p> <p>El costo para la estabilización de taludes con los métodos convencionales es de 45 soles/m2 en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Hipótesis específica N° 3</b></p> <p>El plazo promedio para la estabilización de taludes con el método Erdox es de 25 m2/día en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Hipótesis específica N° 4</b></p>	<p>No experimental-transversal</p> <p><u>Método:</u></p> <p>Deductivo</p> <p><u>Técnica:</u></p> <p>Observación</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>No probabilística por intensión</p>
--	--	---	---

<p>2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco?</p>	<p>provincia de Huánuco región de Huánuco</p> <p><b>Objetivo específico N° 4</b></p> <p>Calcular el plazo promedio para la estabilización de taludes con los métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p>	<p>El plazo promedio para la estabilización de taludes con los métodos convencionales es de 5 m<sup>2</sup>/día en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia de Huánuco región de Huánuco</p>	
---	--	--	--

# **ANEXOS**



## CONSENTIMIENTO INFORMADO

YO, Mauro Antonio Dominguez Magino, identificado D.N.I. Nro. 22428309. ACEPTO participar en el proceso de validación del trabajo de investigación titulado **EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL MÉTODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO-PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA-REGION HUÁNUCO-2022** cuyo objetivo es determinar la eficiencia en costos y plazos de estabilizar taludes con el método Erdox y métodos convencionales en el tramo de la carretera Acomayo - Pillao, progresiva 2+250al 6+650, distrito de Chinchao, provincia-región de Huánuco.

Señalo que se me ha informado sobre el procedimiento y propósito de la investigación, el cual cumple con la ética planteada en la obra; además autorizo se proceda en todo lo necesaria para favorecer y facilitar le investigación.

Este trabajo de investigación correspondiente al alumno, Huiltmer Magariño Rojas, identificado D.N.I. Nro.44636055 de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco-Perú en el año de 2022, Carrera de Ingeniería Civil, quien está asesorado por la Mg. Elisa Raquel Quintanilla Herrera.

El responsable del proyecto podrá divulgar la información que se genere producto de mi participación en la investigación, mas no podrán divulgar mi información personal.

Declaro que mi participación no aplica ninguna contraprestación, por tratarse de una investigación académica.



MR. ANTONIO DOMINGUEZ MAGINO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 62243

---

Ing. M. Antonio Dominguez Magino

DNI: 22428309

## NOTA BIOGRÁFICA

Yo, Hultmer Magariño Rojas, nací en el distrito de Huánuco, provincia y departamento de Huánuco. Hijo de Hugo Magariño Chavez y Alejandrina Rojas.

Mis estudios los cursé en la Gran Unidad Escolar Leoncio Prado de Huánuco en donde me formé de manera íntegra en valores, carácter, moral y conocimientos necesarios que permitieron mi ingreso a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la cual egresé en el año 2021.

He laborado en diversas Instituciones Públicas y privadas desde mi época de estudiante de pregrado; iniciando mis actividades el año 2018 en el Concejo distrital de Rondós, luego trabaje como asistente de residente de obra.

A partir del año me desempeñé como asistente de obras públicas y privadas.

Apoyo en la Gerencia de infraestructura en la Municipalidad Provincial de Huacaybamba.

Como asistente de supervisión de la Obra “mejoramiento de caminos vecinales tramo Rondós Iscopampa”.

En la actualidad continúo laborando como asistente técnico en obras y consultorías, entre otros.





## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
<i>Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA						
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL						
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL						
Grado que otorga	-----						
Título que otorga	INGENIERO CIVIL						
<i>Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Facultad	-----						
Nombre del programa	-----						
Título que Otorga	-----						
<i>Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Nombre del Programa de estudio	-----						
Grado que otorga	-----						

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MAGARIÑO ROJAS HULITMER						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.	Nro. de Celular:	918625018
Nro. de Documento:	44636055				Correo Electrónico:	hulimagar4@gmail.com	
Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		
Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
Apellidos y Nombres:	Mg. Quintanilla Herrera Eliza				ORCID ID:	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0442-0486">https://orcid.org/0000-0003-0442-0486</a>			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.	Nro. de documento:	22527428		

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	Dr. Goicochea Vargas Victor Manuel
Secretario:	Mg. Alcedo Diaz Charles Jiammy
Vocal:	Mg. Rivera Vidal Jim Arturo
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	





**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)

**EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL MÉTODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO- PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA-REGION HUÁNUCO-2022**

b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.

d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.

e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.

f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.

g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.

h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

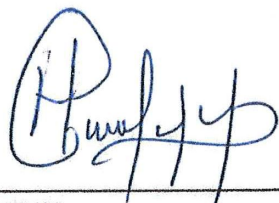

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2022_
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)	
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	COSTOS	ESTABILIZACIÓN	TALUDES	
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:				

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	MAGARIÑO ROJAS HULITMER		Huella Digital
DNI:	44636055		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 20/12/22			

**Nota:**

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, tamaño de fuente **09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

**N°106-2022- DI/FICA**

La directora de investigación de la Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis titulada **"EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL MÉTODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO- PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA-REGION HUÁNUCO-2022"**, del (os) Bachiller (s) en Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑOROJAS.**, Cuenta con un índice de similitud del 26 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 28 de diciembre del 2022



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigación FICA

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS Magariño Rojas.docx**

RECuento DE PALABRAS

**18307 Words**

RECuento DE CARACTERES

**97125 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**140 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 26, 2022 3:40 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 26, 2022 3:42 PM GMT-5**

● **26% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 23% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico





**ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 03 días del mes de noviembre de 2022, siendo las 18:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°953-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1109-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 24.OCT.2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0734-2022-UNHEVAL (Titulo III - Aprobación del Trabajos de Investigación, Tesis, Tesis Proyectual..., en Acto Publico Presencial o Virtual art. 77) y Resolución Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL (se programe la sustentación de tesis de Pregrado de Manera Presencial), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de la Tesis Titulada: **EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL METODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO – PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO - PROVINCIA - REGION HUANUCO – 2022**, para optar el Título de Ingeniero Civil el Bachiller **HULITMER MAGARIÑO ROJAS** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Finalizado el acto de sustentación Presencial de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:


APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
MAGARIÑO ROJAS HULITMER			

Dándose por finalizado dicho acto a las: del mismo día 03/11/2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

.....

  
**VICTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
 PRESIDENTE

  
**CHARLES JAMMY ALCEDO DÍAZ**  
 SECRETARIO

  
**JIM ARTURO RIVERA VIDAL**  
 VOCAL





**RESOLUCIÓN VIRTUAL N° 1109-2022-UNHEVAL-FICA-D**

Cayhuayna, 24 octubre 2022

**VISTO:** La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 24.OCT.2022, del Bachiller de Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑO ROJAS**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis;

**CONSIDERANDO:**

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 24.OCT.2022, del bachiller de Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑO ROJAS**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL METODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO – PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO - PROVINCIA - REGION HUANUCO – 2022;

Que, con Resolución Virtual N°953-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 15.SET.2022, se designo a la comisión de Revisar y Evaluar el Proyecto de Tesis a los Presidente Dr. Victor Manuel Goicochea Vargas, Secretario Mg. Ing. Charles Jiammy Alcedo Díaz, Vocal Mg. Ing. Jim Arturo Rivera Vidal y Accesitario Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara de la Tesis del Bachiller de Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑO ROJAS**;

Que, con Constancia de Revisión y Aprobación de tesis del Dr. Arq. Victor Manuel Goicochea Vargas, Carta N° s/n-CHJAD-2022-UNHEVAL-D. del Mg. Ing. Charles Jiammy Alcedo Díaz, Carta N° 020-JARV-2022-UNHEVAL-D. del Mg. Ing. Jim Arturo Rivera Vidal dan la conformidad a la tesis del bachiller de Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑO ROJAS**;



Que, mediante Resolución Consejo Universitario No 734 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 07 de marzo del 2022 en el Título VI - Procedimiento de la Sustentación y Obtención del Grado o Título en su capítulo IV – título III – Art. 45° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije hora, lugar y fecha para el acto de sustentación. ....;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

**SE RESUELVE:**

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación presencial de la tesis titulada: EFICIENCIA EN COSTOS Y PLAZOS PARA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON EL METODO ERDOX Y LOS METODOS CONVENCIONALES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ACOMAYO – PILLAO, PROGRESIVA 2+250 AL 6+6500, DISTRITO DE CHINCHAO - PROVINCIA - REGION HUANUCO – 2022, del bachiller de Ingeniería Civil **HULITMER MAGARIÑO ROJAS**, para el **jueves 03 noviembre 2022 a horas 18.00 pm**, manera presencial, por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
  
Dr. Victor Manuel Goicochea Vargas  
DECANO

C.C.  
Jurados, Interesado, Archivo  
VGV/Sec