

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis de estabilidad de talud con la propuesta de diseño del muro ménsula del km 400 hasta km 460 de la carretera central 18a, Chinchao, Huánuco 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Céspedes Blas, Edgardo

ASESORA: Arteaga Espinoza, Delia Dignarda

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotécnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Geotécnia

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71204227

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73645168

Grado/Título: Master en dirección de proyectos

Código ORCID: 0009-0001-0745-5433

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martín Cesar	Maestro en Gestión Publica	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día miércoles 13 de mayo de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- | | |
|--|------------|
| ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA | SECRETARIO |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0787-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD CON LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL MURO MÉNSULA DEL KM 400 HASTA KM 460 DE LA CARRETERA CENTRAL 18A, CHINCHAO- HUÁNUCO-2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Edgardo CESPEDES BLAS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *15* y cualitativo de *Bueno* (Art. 47).

Siendo las *12:00* horas del día 13 del mes de mayo del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: EDGARDO CESPEDES BLAS, de la investigación titulada "ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD CON LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL MURO MÉNSULA DEL KM 400 HASTA KM 460 DE LA CARRETERA CENTRAL 18A, CHINCHAO - HUÁNUCO - 2023", con asesor(a) INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1041-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
9	prezi.com Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A DIOS, infinitamente por derramar su bendición sobre mí y brindarme de su fuerza, salud y sabiduría para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

A mis padres Juan y Doris, quienes a lo largo de mi vida me han inculcado valores y principios, este logro es el reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida.

A mis abuelos Ramiro y Donatila, mi fuente de inspiración, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a mis padres y hermanos que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

De la misma manera agradezco muy profundamente a mi tutora, por su dedicación y paciencia, que sin sus palabras y ánimos no habría sido posible llegar a esta instancia tan anhelada.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.5.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.5.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2 BASES TEÓRICAS	28
2.2.1 DEFINICIÓN DE TALUD.....	28
2.2.2 PARTES DE LOS TALUDES	29
2.2.3 ESTABILIDAD EN LOS TALUDES	29

2.2.4	DESLIZAMIENTOS EN LOS TALUDES	30
2.2.5	TIPOLOGÍA GENERAL DE MUROS.....	33
2.2.6	EL MURO MÉNSULA O DE VOLADIZO.....	34
2.2.7	PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO MÉNSULA	35
2.2.8	USO DEL SOFTWARE	36
2.2	DEFINICIONES CONCEPTUALES	38
2.3	HIPÓTESIS.....	39
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL	39
2.4	VARIABLES.....	40
2.5.1	VARIABLE DEPENDIENTE	40
2.5.2	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
2.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
CAPÍTULO III.....		42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		42
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1	ENFOQUE	42
3.1.2	ALCANCE O NIVEL	42
3.1.3	DISEÑO	43
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.2.1	POBLACIÓN	43
3.2.2	MUESTRA.....	43
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.3.1	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.2	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	46
3.3.3	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS..	48
CAPÍTULO IV.....		49
RESULTADOS.....		49
4.1	PROCESAMIENTO DE DATOS	49
4.1.1	EVALUACIÓN DEL TALUD KM 444	49
4.1.2	CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE	50
4.1.3	ANÁLISIS DEL TALUD KM 444 EN CONDICIONES ESTÁTICAS	
	51	
4.1.4	ANÁLISIS DEL TALUD KM 444 EN CONDICIONES SÍSMICAS	52

4.1.5	PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO MÉNSULA	54
4.1.6	ANÁLISIS DEL MURO MÉNSULA EN EL KM 444 EN CONDICIONES ESTÁTICAS	59
4.1.7	ANÁLISIS DEL MURO MÉNSULA EN EL KM 444 EN CONDICIONES SÍSMICAS	60
4.1.8	VERIFICACIONES ADICIONALES	62
4.1.9	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	67
CAPÍTULO V.....		70
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		70
5.1	CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS.....	70
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES.....		73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		74
ANEXOS:.....		78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 El sistema de variables-dimensiones e indicadores.....	41
Tabla 2 Plantilla para rellenar con índices obtenidos en condiciones estáticas y sísmicas	47
Tabla 3 Plantilla para rellenar con los índices resumen obtenidos en ambas condiciones	47
Tabla 4 Características del suelo del km 444 para los programas Slide y Geo5	49
Tabla 5 Índices de resistencia del km 444 de los enfoques (Cond. Estática)	52
Tabla 6 Índices de resistencia del km 444 de los enfoques (Cond. Sísmica)	54
Tabla 7 Resumen de los índices en condiciones estáticas y sísmicas	54
Tabla 8 Índices de resistencia del km 444 con el muro ménsula (Cond. Estática).....	60
Tabla 9 Índices de resistencia del km 444, con el muro ménsula (Cond. Sísmica).....	61
Tabla 10 Resumen de los índices en condiciones estáticas y sísmicas con el muro ménsula	62
Tabla 11 La matriz de consistencia.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Talud artificial.....	28
Figura 2 Ladera natural.....	29
Figura 3 Talud estabilizado con vegetación y anclajes.....	30
Figura 4 Talud con deslizamientos superficiales.....	31
Figura 5 Talud con falla rotacional.....	32
Figura 6 Talud con falla traslacional.....	33
Figura 7 Clasificación de muros.....	34
Figura 8 Muro en voladizo o ménsula.....	35
Figura 9 Dimensiones y partes del muro ménsula o voladizo.....	36
Figura 10 Sotfaware Slide.....	37
Figura 11 Software Geo5.....	38
Figura 12 Topografía y Georeferenciación del lugar de estudio.....	44
Figura 13 Perfil del talud en estudio km 444.....	45
Figura 14 Plantilla de gráfico de barras agrupadas para completar.....	47
Figura 15 Perfil geométrico del Talud km 444.....	49
Figura 16 Configuración de los enfoques del equilibrio límite.....	50
Figura 17 Propiedades de suelo del talud km 444.....	50
Figura 18 Índice con el enfoque Morgenstern-Price del km 444 (Condición estática).....	51
Figura 19 Índice con el enfoque Spencer del km 444 (Condición estática).....	51
Figura 20 Propiedades de suelo del talud km 444.....	52
Figura 21 Índice con el enfoque Morgenstern-Price del km 444 (Condición sísmica).....	53
Figura 22 Índice con el enfoque Spencer del km 444 (Condición sísmica).....	53
Figura 23 Dimensiones estándares de un muro ménsula.....	55
Figura 24 Predimensionamiento del muro ménsula para el programa Geo5.....	55
Figura 25 Medidas de las partes del muro ménsula en el programa Geo5.....	56
Figura 26 Propiedades de material del muro con la Norma ACI38-19.....	56
Figura 27 Propiedades del suelo del talud km 444.....	57
Figura 28 Propiedades del suelo de relleno muro-talud.....	57
Figura 29 Propiedades asignadas para el muro ménsula, relleno y talud.....	58
Figura 30 Vista en 3D del muro ménsula con el terreno.....	58

Figura 31 FS por Morgenstern-Price del km 444, con el muro ménsula (Condición estática)	59
Figura 32 FS por Spencer del km 444, con el muro ménsula (Condición estática)	59
Figura 33 FS por Morgenstern-Price del km 444, con el muro ménsula (Condición sísmica)	60
Figura 34 FS por Spencer del km 444, con el muro ménsula (Condición sísmica)	61
Figura 35 Fuerzas internas y externas del muro con terreno.....	62
Figura 36 Porcentaje de aceptación ante el vuelco y deslizamiento del muro ménsula	63
Figura 37 FS detallada ante el vuelco y deslizamiento	63
Figura 38 La carga distribuida rectangular en la zapata del muro.	64
Figura 39 Porcentaje de aceptación de excentricidad y capacidad portante del muro ménsula	64
Figura 40 FS detallada de la excentricidad y capacidad admisible.....	65
Figura 41 El muro ménsula con el refuerzo de acero	66
Figura 42 El número de aceros con el recubrimiento (más detallado)	66
Figura 43 Porcentajes de aprobación de refuerzo frontal, trasero, salto y talón del muro	67
Figura 44 FS en condiciones estáticas y sísmicas comparados con los mínimos recomendados.....	68
Figura 45 FS en condiciones estáticas y sísmicas con el muro ménsula comparados con los mínimos recomendados.....	69
Figura 46 El plano de ubicación y localización.....	82
Figura 47 Estudio de la granulometría del suelo km 444	83
Figura 48 Estudio de los límites líquido, plástico e índices del km 444.....	83
Figura 49 Estudio del ensayo de corte directo del suelo del km 444	83
Figura 50 Mapa de ordenadas espectrales del Perú	83

RESUMEN

Los deslizamientos y vuelcos en taludes son fenómenos geotécnicos de alto riesgo que ponen en peligro tanto la estabilidad estructural como la seguridad humana, la cuales son ocasionados por una variedad de factores, además son un desafío crítico para la ingeniería geotécnica y requieren soluciones efectivas para garantizar la seguridad de la infraestructura y las personas.

En este sentido, el presente trabajo de investigación se concentra en los tramos de la Carretera Central 18A entre el km 400 y el km 460, exactamente el km 444 en Chinchao, Huánuco. La región es muy afectada por deslizamientos y vuelcos, por ello es un importante el motivo de preocupación, especialmente durante la temporada de lluvias, ya que los taludes se vuelven más inestables.

Por lo tanto, el objetivo fue implementar la propuesta y evaluación del muro ménsula como una alternativa de solución para abordar la inestabilidad del talud, con la complementación del estudio de suelos y la topografía del lugar de estudio, mediante el programa Geo5, con los enfoques Spencer y Morgenstern-Price.

Tras el análisis en situaciones estáticas el programa Goe5, arrojó índices de resistencia con el muro ménsula, valores destacados de 1.71 y 1.70; y condiciones sísmicas valores de 1.67 y 1.66. Estos valores sobrepasan con claridad el umbral de seguridad establecido por la norma E050 (>1.5) y (>1.25) respectivamente.

Por otro lado, también se analizó los índices de seguridad ante los deslizamientos y vuelcos, el muro ménsula ha demostrado su eficacia. Los valores obtenidos con el programa Geo5 son 1,94 y 4,05. Estos índices no solo superan los umbrales recomendados en la norma ($FSD > 1.0$ y $FSV > 2.0$), sino que también muestran una mejora significativa en la resistencia y estabilidad de los taludes.

Palabras Claves: Talud, Muro ménsula, Geo5, topografía, Spencer, Morgenstern-Price, índice de seguridad.

ABSTRACT

Landslides and overturns on slopes are high-risk geotechnical phenomena that endanger both structural stability and human safety, which are caused by a variety of factors, they are also a critical challenge for geotechnical engineering and require effective solutions to ensure the safety of infrastructure and people.

In this sense, this project focuses on the sections of the Central Highway 18A between km 400 and km 460, exactly km 444 in Chinchao, Huánuco. The region is highly affected by landslides and overturns, which is why it is an important cause for concern, especially during the rainy season since the slopes become more unstable.

Therefore, the objective is to implement the proposal and evaluation of the reinforced concrete corbel wall as an alternative solution to address the instability of the slope, with the complementation of the soil study and the topography of the study place, through the Geo5 program, with the Spencer and Morgenstern-Price approaches.

After the analysis in static situations, the Goe5 program showed resistance indices with the corbel wall, outstanding values of 1.71 and 1.70; and seismic conditions values of 1.67 and 1.66. These values clearly exceed the safety threshold established by the E050 standard (>1.5) and (>1.25) respectively.

On the other hand, the safety indexes against landslides and overturns were also analyzed, the corbel wall has demonstrated its effectiveness. The values obtained with the Geo5 program are 1.94 and 4.05. These indices not only exceed the thresholds recommended in the standard ($FSD > 1.0$ and $FSV > 2.0$), but also show a significant improvement in the resistance and stability of the slopes.

Keywords: Slope, corbel wall, Geo5, topography, Spencer, Morgenstern-Price, safety index.

INTRODUCCIÓN

La estabilización de taludes es una característica crítica en el campo geotécnico, ya que se logra utilizando una variedad de técnicas y enfoques. El uso del muro ménsula es una de las soluciones más comunes para mejorar la estabilidad del talud, ya que tienen un importante papel al brindar resistencia lateral y soporte al suelo, reduciendo significativamente el riesgo de deslizamientos y colapsos en los taludes.

En este sentido, la presente investigación se centra específicamente en el tramo ubicado en el km 444 de la Carretera Central 18A de Chinchao-Huánuco. La elección de esta zona no es casual, ya que esta región está experimentando deslizamientos y vuelcos, es crucial señalar que la inseguridad o inestabilidad es causada por las condiciones climáticas. Como resultado, la propuesta para abordar este problema mediante la implementación de un muro ménsula.

Desde el punto de vista de una justificación práctico, la investigación es relevante debido a la ubicación del talud crítico en el Km 444 de la carretera es de alto riesgo, lo que no solo pone en peligro la estabilidad de la carretera, sino que también crea incertidumbre en áreas circundantes. Para una justificación teórica surge con el objetivo de establecer la necesidad de realizar un análisis exhaustivo de la estabilidad de los taludes presentes en el Km 444. La cual se recomienda implementar una solución concreta mediante la construcción de un muro ménsula.

Respecto al nivel de investigación es aplicada porque requiere estudios de campo y recolección de datos para obtener información precisa, además, el análisis y diseño de la solución propuesta involucra también el uso de herramientas y técnicas geotécnicas como software especializado. Con respecto al enfoque es cuantitativo ya que, pretende medir y cuantificar una serie de aspectos relacionados el comportamiento del muro ménsula a través de índices de seguridades. Con un nivel explicativo porque busca determinar si la introducción del muro de mesa tiene algún impacto significativo en el análisis de estabilidad y finalmente con un cuasi experimental porque manipulará una variable y comparará dos condiciones diferentes para

determinar el impacto de la pared en la estabilidad del talud en condiciones del mundo real.

Es por ello, por lo que el contenido de la tesis se divide de la siguiente manera:

La tesis se introduce en el **Capítulo I**, donde se hace referencia y se plantea el problema de investigación; se redacta los objetivos que se busca alcanzar. Además, se discuten las justificaciones, las limitaciones y la viabilidad del estudio.

En el **capítulo II** se desarrolla el marco teórico de la investigación, este marco inicia con el desarrollo de los antecedentes a escala internacional, nacional y local; y continúa con el desarrollo de los fundamentos teóricos relacionados con las variables de estudio, en última instancia, la definición de los términos fundamentales.

Además, se exponen tanto la hipótesis general como específico, donde se identifica las variables y se ponen desarrollo de la matriz de consistencia.

En el **Capítulo III**, se definen el tipo, enfoque, nivel y diseño de investigación, es decir se realiza la metodología. Además, se define y describe la población y la muestra a examinar, se describen las herramientas de recolección de datos y finalmente el procedimiento de ejecución del estudio se desarrolla.

Continuando, en el **Capítulo IV**, se realiza el procedimiento de los datos en el estudio es decir los resultados, además se realiza la contratación de la hipótesis.

En el **capítulo V**, se desarrollan las discusiones de lo que se obtuvo, las conclusiones del estudio, para finalmente presentar las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los fenómenos naturales como las fuertes lluvias siempre han causado desastres en el Perú debido a la variabilidad del clima y la topografía. Estos eventos provocan erosión, deslizamientos y deslizamientos que afectan a todo tipo de estructuras, ya sean obras civiles, hidráulicas o viales. La inadecuada planificación de las obras y la prevención de desastres naturales fue uno de los factores que incrementó el inventario de obras que afectan a nuestro país. (Valentín, 2019).

Los deslizamientos y vuelcos, que pueden ocurrir en taludes, son fenómenos geotécnicos que pueden poner en peligro la estabilidad de las estructuras y la seguridad de las personas. Dichos deslizamientos pueden ser causados por una serie de factores, incluida la presencia de agua, cambios en las condiciones de carga y pendientes pronunciadas. Según las características del terreno y las condiciones ambientales, los deslizamientos de tierra pueden ser lentos o rápidamente devastadores (Hoek y Bray, 1981)

La estabilización de taludes es un tema muy importante en geotecnia, ya que se logra mediante diversas técnicas y métodos. Es por ello la utilización de muros ménsula es una técnica común para mejorar la estabilidad de los taludes. Estos muros proporcionan resistencia y soporte lateral al terreno, reduciendo el riesgo de deslizamiento y colapso del talud. (Coduto, 2010).

Es por ello que la investigación está enfocada en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao; Huánuco ya que actualmente genera preocupación por los deslizamientos y vuelcos en la ciudad de Huánuco, sobre todo en época de lluvias, ya que con el tiempo las pendientes son débiles e inestables. Cabe señalar que la inestabilidad es provocada no solo por la lluvia, es por ello que se propone con alternativa de solución el muro ménsula.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la propuesta de diseño del muro ménsula mejorará el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao - Huánuco - 2023?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influyen los **parámetros del suelo** en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023?
- ¿Cómo la **topografía** influye en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023?
- ¿Cuál es el comportamiento del talud en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula bajo **condiciones estáticas y sísmicas**, en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023?
- ¿Cuáles serán los **índices de seguridad**, antes los posibles deslizamientos y vuelcos, con el muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco - 2023?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar como la propuesta del diseño del muro ménsula mejorará el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un **estudio de suelo** para el análisis de estabilidad de diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023.
- Realizar el **levantamiento topográfico** para el análisis de estabilidad de diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023.
- Realizar un análisis en **condiciones estáticas y sísmicas**, con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023.
- Calcular los **índices de seguridad**, antes los posibles deslizamientos y vuelcos, con el muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao, Huánuco 2023.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica de la investigación es debido a la ubicación que se encuentra los taludes críticos del Km 444, tiende a tener un alto riesgo de derrumbes y/o deslizamientos de en la carretera Huánuco-Tingo María, lo cual generan mucha inseguridad alrededores del lugar de estudio, ante estos eventos naturales externos. Por este motivo se realizará el análisis de estabilidad de los taludes con la propuesta de diseño de un muro ménsula en voladizo de concreto armado, y todo ello será en principio a los softwares Slide para calcular los factores de seguridad en condiciones normales y estáticas; y el software Geo5 será utilizado con diseño del muro ménsula y base de ello calcular los factores de seguridad del talud con la solución del muro.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La justificación teórica de la presente investigación tiene como objetivo establecer la necesidad de realizar un análisis completo sobre

la estabilidad de los taludes existentes en el KM 444 y sugerir una solución mediante la construcción de muros de ménsula.

Asimismo, va a permitir establecer un concepto sólido y respaldar la relevancia de la investigación, proporcionando una base teórica y científica para el desarrollo del estudio. Además, se propone una solución novedosa y efectiva para mejorar la estabilidad de los taludes en la ruta Huánuco -Tingo María, con el objetivo de agregar al conocimiento existente.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La justificación metodológica se justifica en la realización del análisis de estabilidad del talud en el KM 444 mediante el uso de técnicas geotécnicas y estructurales apropiadas. Esto implica la selección y aplicación de métodos de análisis de estabilidad conocidos, como el método de equilibrio límite o el método de elementos finitos. Estos métodos permiten evaluar las condiciones geológicas, la geometría del talud, las propiedades del suelo y otros factores pertinentes.

Además, en cuanto a la realización de estudios de diseño estructural que consideren las cargas actuantes, las propiedades del hormigón y el acero, y otros factores relacionados para garantizar la seguridad y estabilidad del muro ménsula, también se justificara metodológicamente. Con lo cual se pretenderá garantizar resultados confiables y sólidos que respalden la viabilidad de la propuesta de solución y contribuyan al progreso en el campo de la estabilidad de taludes.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones que se encontró en la presente investigación es el manejo programas geotécnicos, lo cual conlleva a la limitación del tiempo limitado para la elaboración de la tesis, ya que el investigador se asesora por un tiempo en el manejo correcto de los programas que serán necesarios para el procedimiento de datos y obtención de resultados.

Otra limitación es la generalización de la investigación ya que, los hallazgos de este estudio en particular no se podrán aplicar como tal a otro estudio porque los parámetros de los taludes en este estudio variarán

dependiendo de las condiciones geológicas locales, las cualidades del suelo, geológicas y otros. No obstante, si servirá como base de guía a futuros investigaciones.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable y factible, porque para el buen desarrollo de la misma se tuvo que requerir de inversiones económicas en estudios topográficos y de suelos, y estas serán financiados por el investigador.

Además, fue viable porque se emplearán medios técnicos como el uso de equipos topográficos y el uso de programas geotécnicos tales como Slide y Geo5, ya que será muy útil para análisis de estabilidad con cálculos mucho más complejos, lo que da resultados más precisos y eficientes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Orlando (2018), en su trabajo titulado: *“Diseño de Muro de Hormigón Armado para Proteger Laderas del Río Jipijapa- Tramo Avenida La Prensa-Cantón Jipijapa”*; presentada a la Universidad Estatal del Sur de Manabí; se planteó como objetivo primordial diseñar un muro de hormigón armado en los taludes del río Jipijapa - tramo para contribuir significativamente al desarrollo de este sector, finalizó la investigación con las siguientes conclusiones: 1) La estratigrafía determinada en el sitio de la investigación presenta características topográficas deficientes como el subsuelo desde el punto de vista geotécnico. Por lo tanto, es necesario mejorar el suelo de relleno para suprimir la reducción del suelo de relleno forma y coste económico. 2) Para garantizar el cumplimiento de los factores de seguridad de deslizamiento y estabilidad, se insertan dientes en las paredes en voladizo para garantizar el comportamiento de la pared en estos casos de falla potencial durante su vida útil. 3) Durante el diseño de la estructura se siguieron todos los parámetros y recomendaciones del American Concrete Institute 318S-14 y la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-15). En el diseño del acero estructural se utilizaron métodos de resistencia última y mayor esfuerzo y carga. 4) El uso de software de diseño ayudó de manera efectiva a conocer los movimientos y tensiones internas máximas del muro, logrando así resultados que cumplen con los requisitos de las normas. 5) Se pudo comparar y comprobar que los resultados obtenidos con la utilidad Microsoft Excel vs Sap200 son muy similares y difieren entre un 0% y un 5%, por lo que el modelo propuesto se consideró definitivo.

Ayabaca y Salazar (2018) en su trabajo titulado: *“Análisis Comparativo Técnico-Económico entre Muro de Contención de Hormigón Armado y Muro de Contención de Suelo Mecánicamente Estabilizado con el Sistema Terramesh para el Proyecto Urbanización Toscana”*; presentada a la Universidad Politécnica Salesiana Sede

Quito; se planteó como objetivo principal de lograr analizar una comparación económica y técnica de muros tanto de hormigón armado como de contención de suelo estabilizada con el tipo Terramesh, dando como lugar de estudio un área de 370 m² respecto al sector que estará el muro circular en Toscana, luego llegando a las siguientes conclusiones: 1) Dependiendo de la topografía del lugar de trabajo, la altura del muro crítico es de 12 m. Dado que Ecuador es un país con alto riesgo sísmico, se tuvo en cuenta el efecto de un sismo en los muros de contención. Los factores de seguridad al deslizamiento del sistema TERRAMESH® respecto al deslizamiento no sísmico: 5.69-9999. Los FS sísmica: 1,88-9,44 y los factores al vuelco del sistema TERRAMESH® con respecto al vuelco sin sismo: 4.42 16.31, además los FS al vuelco por sismo: 40.15-9999. 2) Los factores de seguridad para el análisis de estabilidad global del sistema TERRAMESH® respecto al volcamiento sin sismo: 2.56-37.99. Coeficientes de seguridad de caída por sismo: 1,65-14,40. Los FS a compresión de la cimentación sin sismo: 1.19-5.18 y los factores de presión de seguridad en la cimentación durante un sismo: 2.03-9.09. 3) Los valores del factor de seguridad son altos debido a la fijación de las dimensiones y longitudes del material de refuerzo y la fijación de una base de al menos 4 metros para paredes bajas y altas. Los factores al deslizamiento del muro de hormigón armado se calcularon respecto al deslizamiento sin sismo: 1.58-2.31, y factores de seguridad sísmica: 1,49-1,88. Los FS de caída del muro de hormigón sin sismo: 3.04-3.42 y los factores vuelco de terremotos: 2.39-2.89. 4) Los factores de seguridad del análisis de estabilidad global del muro de hormigón armado incluyeron: respecto al volcamiento sin sismo: 2,21-999 y con sismo: 1,41-999. Esfuerzos de cimentación de hormigón prefabricado según presiones de cimentación sin sismo (mínimo): 2,21 9,29 (T/m²) y sin sismo (máximo): 7,13-29,22 (T/m²) y a las presiones en la fundación con sismo (mínima): 0.02-4.56 (T/m²) y con sismo (máxima): 8.05-38.11 (T/m²). 5) Que, al diseñar un muro de hormigón armado, se optimiza para el factor de seguridad más bajo, considerando principalmente el factor de seguridad de vuelco y posiblemente la presión

en la cimentación, ambos parámetros se consideran, en los muros de gran altura hechos de hormigón armado suelen ser muy costosos porque requieren secciones transversales muy grandes para cumplir con los requisitos de diseño. El costo por pie cuadrado de un muro diseñado con el sistema TERRAMESH® es de \$206.11. 6) El costo por metro cuadrado de muros de hormigón armado es de \$447.42. Teniendo en cuenta que ambos métodos de construcción están diseñados para las mismas necesidades, encontramos que el sistema TERRAMESH® es un 53,93% más económico que un muro de hormigón armado. Los muros de contención realizados con el sistema Terramesh® tienen un desempeño superior a los muros de hormigón armado debido al proceso constructivo de cada sistema. 7) Los muros de contención diseñados con el sistema TERRAMESH® tienen un bajo impacto ambiental debido al proceso de construcción requerido, a la vez que no se utilizan contaminantes, sino materiales en su estado natural. El sistema TERRAMESH® está listo para su funcionamiento inmediato. Sin embargo, es suficiente que los componentes de la pared de hormigón armado se endurezcan después de un tiempo para que sean suficientemente resistentes a la puesta en servicio.

Astudillo y Parra (2022) en su trabajo titulado: *“Diseño de alternativas de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca”*; presentada a la Universidad del Azuay; se planteó como objetivo general de este estudio es proporcionar los parámetros necesarios para realizar una evaluación geotécnica del sitio, establecer la composición del subsuelo y definir sus propiedades generales, la investigación tiene las siguientes conclusiones: 1) Desde el punto de vista geotécnico, la estratigrafía determinada en el sitio de la investigación tiene malas propiedades como material de cimentación. Por esta razón, se decidió reemplazar el piso de relleno de la pared con un material mejorado, que permitió reducir la geometría de la pared y así reducir la inversión económica. 2) El sitio de la investigación es geológicamente estable y seguro para las propiedades de la

investigación propuesta. Se instalaron drenajes como medida de seguridad, pero los estudios de mecánica de suelos indican que no hay capa freática. 3) En cuanto al diseño de los muros, debido a la naturaleza baja del subsuelo, consideramos 1.5 m en la variante 1. del relleno para la formación del subsuelo, para asegurar que este se hiciera con seguridad. Esto se basa en las siguientes recomendaciones de los expertos en construcción, José Vázquez, Roberto Gamón y el experto en geología y geotecnia, el teniente Juan Pablo Richetti, a quienes se unirán expertos con experiencia similar en construcción. 4) La profundidad mínima de plantación respecto al suelo natural es de 1,60 m. Durante la ejecución se tienen en cuenta todas las alternativas del muro diseñado, asegurando una relación de al menos 2,5 veces el canto del desfase frente a las condiciones más desfavorables altura de la pared. 5) Finalmente, justifican un muro ciclópeo de hormigón de hasta 5 metros de altura. Por otro lado, desde una perspectiva de análisis económico, muestra la opción 1 con un valor de \$16.829,77 y la opción 2 con un valor de \$21.914,7. Por lo tanto, dependiendo de lo establecido técnica y económicamente, la Alternativa 1: Muro de Hormigón Ciclópeo es la más adecuada para esta investigación.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Núñez (2020) en su tesis titulada: *“Comportamiento estructural y diseño del muro de contención en voladizo de concreto armado para el sostenimiento de talud, ciudad de Huancayo - 2018”*; presentada a la Universidad Continental; con un objetivo general de analizar cómo los soportes de taludes afectan el comportamiento estructural y el diseño de muros de contención en voladizo de hormigón armado (ciudad de Huancayo), además presenta una investigación aplicada de nivel explicativo y diseño de tipo no experimental. Luego finalizó con las siguientes conclusiones: 1) De los dos tipos de cargas (fuerza cortante activa y fuerza cortante sísmica) consideradas para el muro en voladizo de hormigón armado, se adoptó para el desarrollo el método de

Coulomb (Método 01) y el método de Rankine (Método 02) Agregar Mononobe Okave (efectos sísmicos) a los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca, cada uno con un piso representativo, para obtener el comportamiento estructural de los muros en voladizo y su diseño. Luego se realizaron los siguientes análisis comparativos: (fuerzas cortantes actuantes, momentos actuantes y momentos actuantes en la base de la cimentación y altura del muro). 2) De esto se puede concluir que (Método 02) + impacto de sismo es el más adecuado para los 3 distritos de la ciudad de Huancayo debido a que el pie de cimentación es más pequeño que (Método 01) + impacto de sismo. Inferir el rango de alturas ($H= 4, 5, 6, 7, 8, 9$ m) en términos del comportamiento estructural exhibido por el muro de contención de hormigón armado en voladizo ya que, se generan menos fuerzas y momentos también se puede hacer. Teniendo en cuenta los efectos de los terremotos de cualquier manera. 3) Las cargas consideradas para los despliegues de pantallas de muro en voladizo de hormigón armado (Método 01) y (Método 02) en las comunas de El Tambo, Huancayo y Chilca, se aplicaron sin efectos sísmicos (cortante activo). Cree un piso representativo para cada uno para preservar el comportamiento estructural del muro en voladizo y su diseño. Luego se realizó el análisis comparativo de (fuerza cortante actuante, momento actuante y momento). Afecta al talón del zapato dependiendo de la altura de la pantalla). 4) Que las alturas sugeridas para el diseño del muro en voladizo de El Tambo utilizando acero comercial, los rangos resultantes son: ($H= 4, 5, 6, 7$ y 8 m) (ambos métodos). Para el distrito de Huancayo, las alturas recomendadas que utilizan acero comercial para el diseño del muro en voladizo son (Método 01) más el área de impacto del sismo ($H= 4.5$ y 6 m), (Método 01) 02) es el área con influencia de la medida se determinó de la siguiente manera: ($H= 4$ y 5 m), la altura recomendada cuando se usa acero comercial para la construcción y acero comercial para la construcción del distrito de Chilka, la medida es: Obtenemos: ($H= 4$ m), ya sea forma. Por tanto, los rangos encontrados según la información proporcionada por los distintos

autores son muy relevantes para nuestra realidad, como se puede apreciar en la Tabla 01.

Bazán (2020), en su tesis titulada: "*Análisis del muro de contención para la estabilidad del talud en el tramo Pasamayo Centro Poblado de Castillo-Huari Ancash 2020*"; presentada a la Universidad César Vallejo, el tipo de investigación fue aplicada, con un diseño no experimental y nivel descriptivo, con un objetivo de calcular un muro de contención para mejorar la estabilidad del talud del tramo de Pasamayo; para luego llegar a las siguientes conclusiones: 1) Al final de este estudio, se decidió utilizar el factor de empuje activo K_a y crear el empuje activo con este factor. Se utilizó la ecuación de Rankine. Esto se hace para cualquier tipo de muro de contención. Es importante analizar el empuje del pozo de la tierra y, en este estudio, examinamos el análisis del coeficiente de empuje K_a utilizando el estudio del suelo en el que se eliminó el pozo de prueba. Todas estas investigaciones se realizaron como sugerencias para su oportuna ejecución. 2) La prueba de caída se analizó teniendo en cuenta las recomendaciones de los autores, específicamente las normas técnicas peruanas. La recomendación del tesista es que se debe tener en cuenta a la hora de implementar estructuras de contención. Los estudios del suelo tienen cosas como la capacidad de carga del suelo y, por lo tanto, el tamaño previo, pero esto depende de la altura de la estructura, así que lo sabemos. No es una solución única para todos los casos. Esto significa que los requisitos técnicos mejorarán dependiendo de la ubicación y los resultados de los estudios de geomecánica, mientras que el NTP E es de 0.20 y el factor de seguridad contra falla por vuelco es de al menos 1.5, analizados en este análisis. En esta comparación, un muro de contención en voladizo de 3,10 m de altura y 2,10 m de base y otra estructura de muro de gravedad corresponden a un factor de seguridad de vuelco de $FSV=3$. Para muros autoportantes y muros de gravedad con $FSV= 3$ En cuanto al factor de tolerancia ($FSV > 1,5$), esto significa que se cumple el factor de tolerancia mínimo exigido, por lo que el muro no se vuelca y sabemos que el muro es estable. 3) Se

analizaron las probabilidades de falla de dos muros de contención frente al desplazamiento, tanto para muros en voladizo como para muros de gravedad. Como resultado, concluimos que el muro en voladizo es factible en campo con el factor de seguridad soportando el desplazamiento. El muro de contención por gravedad tiene $FSD=1.1$, mientras que $FSD=1.5$ en relación con el factor mínimo permitido $FSD>1.5$. Este coeficiente indica que el muro de contención por gravedad falla después de la construcción en el campo de investigación de tesis. Se requiere un factor de seguridad aceptable de $FSD > 1,5$. 4) En el tramo de Pasamayo-Centro Poblado de Castillo, se construirá un muro de contención de voladizo con dentellón para cumplir con los parámetros del diseño. Por lo tanto, este muro es adecuado para la zona de estudio de esta tesis y se presentará una propuesta para su pronta ejecución.

Valentín (2019) en su tesis titulado: “*Análisis técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta–Huayllay, Km 1+920 al Km 2+000*”; presentada a la Universidad César Vallejo; con un objetivo de lograr determinar un análisis técnico y económico de un muro de contención utilizado para estabilizar la pendiente inferior de la autopista Canta-Huayllay, presenta un tipo de investigación aplicada con nivel explicativa y diseño analítico; por siguiente llevó a las siguientes conclusiones: 1) Los valores de factor de seguridad de los muros en voladizo de 2.595 y los valores de gravedad de 2.777 para condiciones estáticas y pseudoestáticas, respectivamente, se encontraron cuando se implementó la solución con muros de contención. Demostrando supera el mínimo de 1.5. 2) En cuanto a la evaluación de ingeniería de los muros de contención, se concluyó que los muros en voladizo tienen mejor comportamiento estructural que los muros de gravedad. Obtuve los siguientes resultados: La carga máxima media del muro en voladizo es de $104,28 \text{ kg/cm}^2$. La fuerza máxima promedio sobre la pared de gravedad es de $96,31 \text{ kg/cm}^2$. El momento máximo promedio del muro en voladizo es de $264,72 \text{ kg/cm}^2$ y el momento máximo promedio del

muro de gravedad es de 219,52 kg/cm². 3) En cuanto a la evaluación económica, concluimos que el costo del muro en voladizo es de S/. 473,780.12 y S/muros de gravedad. Esto hizo que el muro de gravedad S/141,078.73 fuera más económico que el tipo voladizo, que representó el 42%. 4) Finalmente, se puede extraer una conclusión en cuanto a la elección del tipo de muro, y esta decisión puede sustentarse en la evaluación de Muros de Gravedad Técnicamente Soportes hasta 5,00 de Altura (Calavera Ruiz, 2001). Las paredes de gravedad cumplen con todos los requisitos técnicos y económicos. Análisis Por tal motivo, se consideró su instalación como solución de estabilización de taludes en la vía Canta-Huayllay.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Cervantes (2018) en su tesis titulado: *“Estabilización de Taludes en el Huaico Las Moras, empleando Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto Armado, como Protección al AA. HH Leoncio Prado”*; presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; con un objetivo general de proponer varios tipos de muros de contención en voladizo para estabilizar los taludes de Las Moras, el nivel de investigación es descriptivo y analítico, por lo cual las siguientes conclusiones de la tesis son: 1) Respecto al diseño de un muro de contención en voladizo depende principalmente de las propiedades del subsuelo y del relleno para el que está diseñado. 2) Las fuerzas sísmicas que aumentan el empuje efectivo obligan a los muros de contención a aumentar de tamaño, dando como resultado una estructura grande y muy conservadora. 3) Los resultados obtenidos del diseño del muro de contención en voladizo cumplen con los parámetros mínimos especificados en el Manual de Diseño de Puentes de 2016 y los Códigos Nacionales de Construcción en condiciones normales. Esto garantiza la seguridad y funcionalidad del muro y el costo directo logrado con el programa S10 es de S/. 1,713.349.33. 4) Los resultados obtenidos al diseñar muros de contención en voladizo bajo condiciones

sísmicas cumplen con los parámetros mínimos especificados en el Manual de Diseño de Puentes 2016 y los códigos de construcción nacionales. Esto garantiza la seguridad y funcionalidad del muro y el costo directo logrado con el programa S10 V2005 es de S/. 3,009.741.25 5) Se puede observar que el costo de diseñar un muro de contención en voladizo bajo condiciones sísmicas es casi el doble del costo de un diseño estándar, y el costo está estrechamente relacionado con la geometría del muro y los parámetros de diseño a partir de los cuales se calculó. 6) Para finalizar, es más económico diseñar un muro de contención que no pueda soportar la presión hidrostática instalando drenajes bien ubicados para desviar el agua del vertedero hacia el exterior. Si esto no sucede, el análisis deberá aumentar la fuerza hidrostática, ya que esto aumentará el empuje activo, lo que dará como resultado una estructura más robusta y caro.

Daga (2022) en su tesis titulado: *“Propuesta de muro cantiléver e influencia en el control al deslizamiento del talud del Jirón 17 de febrero, Huánuco -2022”*; presentada a la Universidad de Huánuco; el trabajo tiene como objetivo principal de la determinación del impacto del muro en voladizo o llamado también cantiléver propuesto en el control de deslizamiento de taludes, es de tipo aplicada la investigación, con un enfoque cuantitativo, de alcance correlacional y un diseño cuasiexperimental; y con una muestra de 5 perfiles que sean representativos. Finalmente, llegó a las siguientes conclusiones: 1 Se estimaron pendientes utilizaron cinco secciones de perfil por tres métodos diferentes: Bishop, Fellenius, Morgenstern-Price dando el valor máximo de Fs. 1.379 es tal que se ha determinado que un área de 0.0273 km². 2) Del levantamiento topográfico del dron se observó que el nivel superior del talud tiene una pendiente pequeña, donde al estimar la pendiente empinada cae entre la ubicación del pie del talud y la cabeza, por lo que las pendientes varían de 8° a 88°. 3) Después de realizar el estudio de suelos correspondiente se obtuvieron las siguientes características: el suelo según la clasificación SUCS es SM, $Y=16.23\text{KN/m}^3$, $C=37.36\text{KN/m}^2$, $\Phi_{\text{suelo}}=9.9^\circ$, capacidad

portante=1.39Kg/ cm² con un valor de 136,31 Kpa. 4) Finalmente, se asegura que la propuesta de muro en voladizo tiene un F_s min de 1.63, lo que resultó ser una alternativa para el control de deslizamientos en comparación con F_s , el valor mínimo sin el efecto de muro en voladizo es de 0,69, un aumento del 136,2% como se puede ver, entonces la solución adecuada al problema del derrumbe del jirón 17 de febrero es implementar un muro en voladizo.

2.2 BASES TEÓRICAS

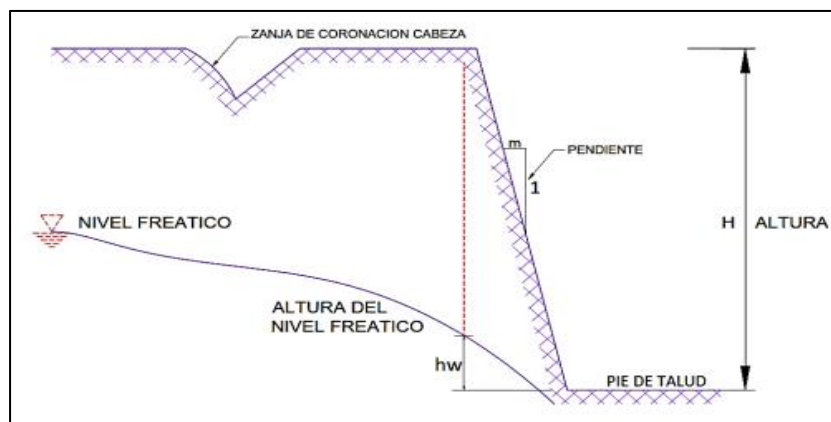
2.2.1 DEFINICIÓN DE TALUD

A base de Núñez (2020) define al talud como una superficie inclinada, es una superficie inclinada con respecto al plano horizontal, que debe estar permanentemente soportada por estructuras de suelo. Un talud es una estructura compleja de analizar debido a que su estudio coincide con problemas de mecánica de suelos y rocas.

También a base de Matteis (2003) asegura que la pendiente, se da de forma natural sin intervención humana, se le llama pendiente natural o simplemente pendiente. Si los taludes son artificiales, se denominan taludes o taludes artificiales, según el origen de su formación; la excavación (excavación) se realiza parcialmente, mientras que los taludes artificiales son taludes de ríos.

Figura 1

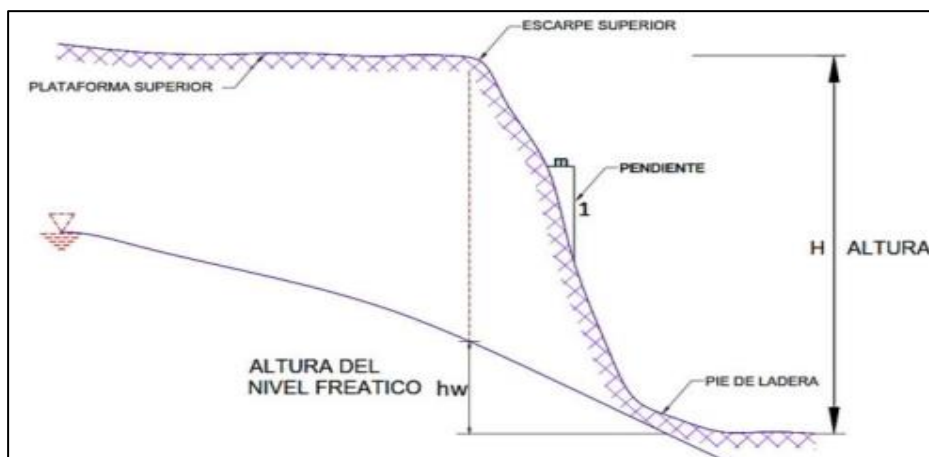
Talud artificial



Nota. La imagen muestra la geometría de las partes principales de un talud. Fuente: Núñez (2020).

Figura 2

Ladera natural



Nota. La imagen muestra la geometría de las partes principales de una ladera. Fuente: Núñez (2020).

2.2.2 PARTES DE LOS TALUDES

A base de Suárez (1998), se refiere que los taludes o laderas están definidos por los siguientes elementos básicos:

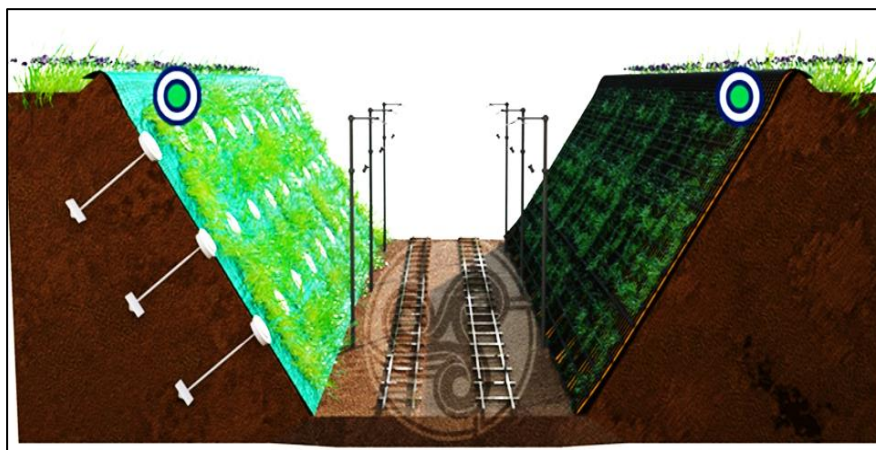
- ❖ **Cabeza:** Un área donde cambia una fuerte pendiente en la parte superior de una pendiente o talud, la forma de la cabeza suele ser convexa.
- ❖ **Elevación:** La distancia vertical entre el fondo y la cima que ocurre en pendientes artificiales, pero las pendientes son difíciles de estimar porque no tienen características topográficas bien definidas.
- ❖ **Pie o Base:** Esta es un área donde hay un cambio repentino de pendiente en la parte inferior de un talud, generalmente el fondo es cóncavo.
- ❖ **Pendiente:** Esta es una medida de la pendiente de un talud. Se puede medir en grados (30° , 45° , 60°), porcentajes (57%, 100%, 175%) o distancias en $m/1$, ($1.75H:1V$, $1H:1V$, $0.57H): 1V$), donde m es la distancia horizontal.

2.2.3 ESTABILIDAD EN LOS TALUDES

Núñez (2020) menciona que la estabilidad de taludes es una teoría que examina la estabilidad o posible inestabilidad de un talud durante la ejecución de un proyecto u obra de construcción, entendiendo que la estabilidad es la protección de la masa de terreno contra las perturbaciones del movimiento.

Figura 3

Talud estabilizado con vegetación y anclajes



Nota. La imagen muestra un talud estabilizado. *Fuente.* Gy S. (2022).

2.2.4 DESLIZAMIENTOS EN LOS TALUDES

Como menciona Núñez (2020) Un deslizamiento de ladera es la ruptura y el desplazamiento del suelo debajo de la pendiente, lo que hace que toda la masa asociada con ella se mueva hacia abajo y hacia afuera. Estas transiciones pueden ocurrir de diferentes maneras, pueden ser lentas o rápidas, con o sin provocación. Suelen producirse como consecuencia de excavaciones o daños en la base del talud, pero existen otros casos en los que la rotura se debe a la rotura progresiva de la estructura del suelo o la filtración de agua.

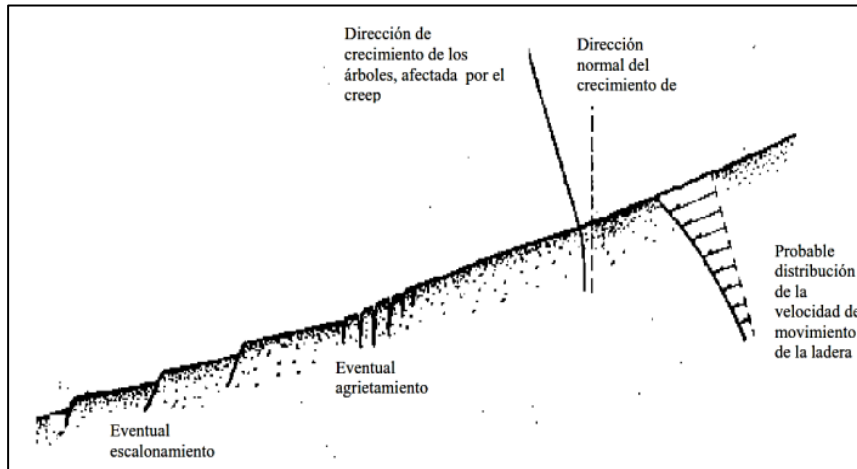
Matteis (2003) clasifica los tipos de fallas más comunes en:

✚ Deslizamientos superficiales (Creep):

Matteis (2003) sostiene que la falla por el proceso de deslizamiento hacia abajo más o menos continuo y generalmente lento que ocurre en la zona superficial de algunos taludes naturales. El sigilo generalmente involucra áreas grandes, como el movimiento de superficies en movimiento y masas estacionarias más profundas.

Figura 4

Talud con deslizamientos superficiales



Nota. La imagen muestra el agrietamiento provocado por el deslizamiento superficial.

Fuente. Matteis (2003).

Movimiento el cuerpo del talud:

Matteis (2003) sostiene que ocurren en laderas donde hay movimientos bruscos que afectan masas de tierra significativas. Las fallas ocurren cuando un área experimenta un esfuerzo cortante que excede la resistencia al corte del material, lo que hace que el suelo se agriete. Estos fenómenos se denominan deslizamientos y se pueden estudiar de dos formas:

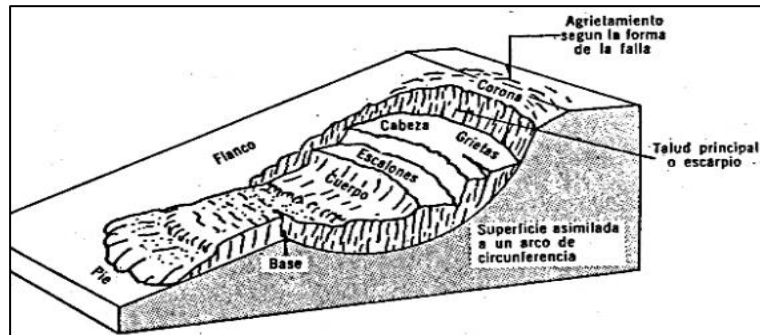
○ **Falla Rotacional:**

Hay una falla arqueada en la superficie a lo largo de la cual se produce el movimiento de la pendiente. Estos defectos suelen ocurrir en materiales arcillosos homogéneos. Suelen afectar zonas profundas del talud donde esa profundidad es mayor que el talud. El error rotacional se nombra de acuerdo en dónde va la cabeza de la masa rotatoria. Ocurre cuando una superficie de falla atraviesa el cuerpo del talud, al pie o frente a él, afectando el suelo sobre el cual descansa el talud. Cabe señalar que este último tipo de superficie de falla puede profundizarse hasta llegar a una capa resistente o más fuerte que

donde se encuentra el talud, haciendo que la superficie de falla límite en ese punto (Matteis, 2003).

Figura 5

Talud con falla rotacional



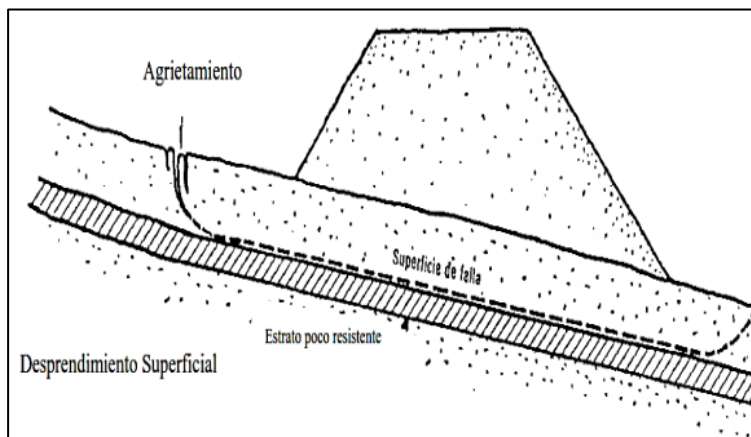
Nota. La imagen muestra el agrietamiento provocado por una falla rotacional. *Fuente.* Matteis (2003).

○ **Falla Traslacional:**

Estos errores suelen ocurrir en movimientos de traslación del cuerpo del talud en superficies planas donde hay pocas capas resistentes a poca profundidad del talud. Contribuyen a estos errores las capas débiles que generalmente contienen arcilla blanda o arena fina o limo suelto no plástico. Muy a menudo, la debilidad de la capa está relacionada con la alta presión del agua intersticial de la arcilla y la arena. (Matteis, 2003).

Figura 6

Talud con falla traslacional



Nota. La imagen muestra el agrietamiento provocado por una falla traslacional. *Fuente.* Matteis, (2003).

Flujo:

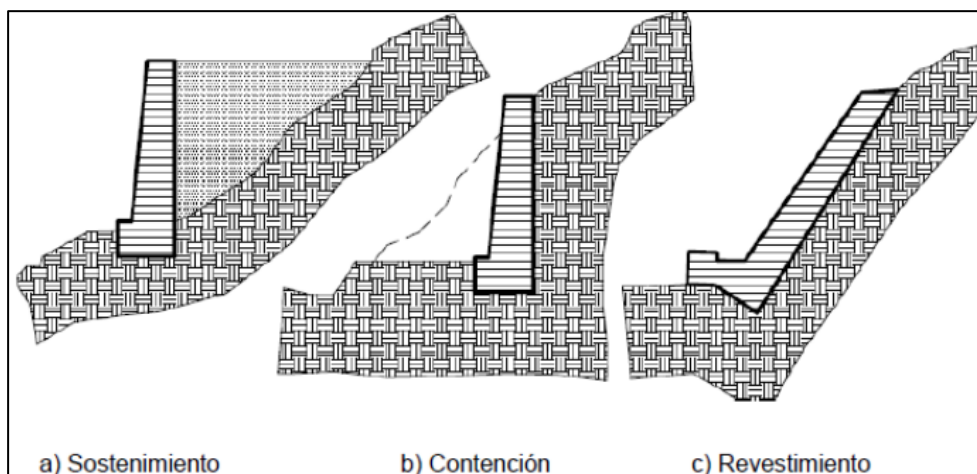
Matteis (2003) sostiene que este tipo de falla se produce en el movimiento más o menos rápido de un talud natural. La superficie de deslizamiento se desarrolla en un tiempo relativamente corto. El material compactado sensible tiende a fluir donde se encuentra en grava, pendientes, suelo de grano fino, arcilla o limo. Los derrumbes (materiales que no son muy húmedos) generalmente fallan en la base de los derrumbes rotacionales en cuerpos de taludes. Los flujos terrestres de suelos de grano fino son característicos de las formaciones costeras y generalmente están asociados con la erosión marina y las frecuentes fluctuaciones en la presión intersticial con el aumento y la disminución del nivel del agua con las mareas.

2.2.5 TIPOLOGÍA GENERAL DE MUROS

Orlando (2018) menciona que un muro se ejecuta al aire y no en el interior del terreno. A su vez, este grupo se puede clasificar en tres grupos, muros de sostenimiento, muros de contención y muros de revestimiento.

Figura 7

Clasificación de muros



Nota. La imagen muestra las diferentes maneras de colocar muros. *Fuente.* Orlando (2018).

Otra clasificación importante de los muros se basa en su resistencia al suelo. Están la gravedad, donde el efecto estabilizador proviene de su propio peso, y la luz, cuya disposición permite utilizar el propio peso de la tierra como efecto estabilizador. En este caso se divide estructuralmente en:

- ✚ Muros de gravedad
- ✚ **Muros de ménsula o voladizo**
- ✚ Muros de contrafuertes
- ✚ Muros de tierra armada

2.2.6 EL MURO MÉNSULA O DE VOLADIZO

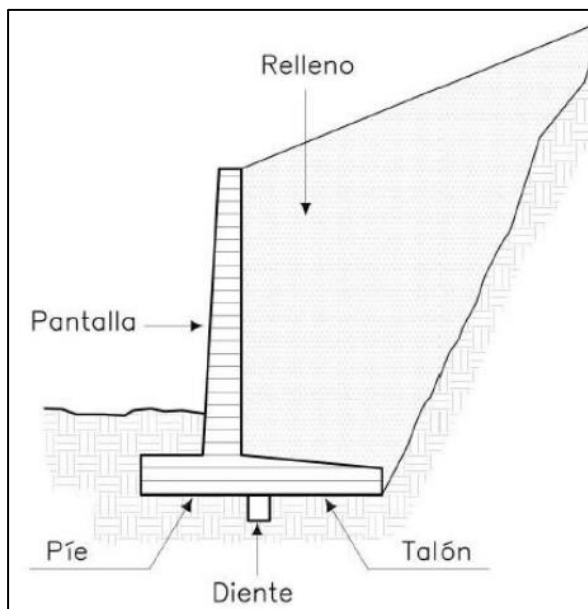
Bazán (2020) menciona que los muros de contención en voladizo son tipos de muros que soportan la presión lateral de la tierra a través del efecto en voladizo de un fuste vertical y una zapata horizontal. Este tipo de muros son favorables para 3-6 metros de altura, si son más bajos conviene convertir la estructura en un muro de gravedad. En general, la fuerza que actúa sobre el vástago es la presión lateral de la tierra.

También Orlando (2018) afirma que este tipo de muro es el más utilizado, y aunque su uso lógicamente depende de la excavación, hormigonado, acero, encofrado y relleno, a primera vista se podría pensar que hasta 10 o 12 de altura constituyen una solución económica.

Si llegara a superar esta altura, se recomienda construirlos con ruedas de apoyo.

Una de las ventajas de este muro es la gravedad del talón de la tierra sobre él, lo que reduce mucho los vuelcos por falta de cimentación. Además, un muro sin talón se suele utilizar cuando la presencia de roca impide la penetración en el suelo para debilitar el hueco del talón. La ventaja de tal muro es la presencia de una caída, un pie; esto ayuda a soportar el efecto del empuje activo que conduce a la caída (Orlando, 2018).

Figura 8
Muro en voladizo o ménsula



Nota. La imagen muestra la relación entre muro ménsula y su entorno. *Fuente.* Orlando (2018).

2.2.7 PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO MÉNSULA

Para este tipo de muros, Astudillo y Parra (2018) menciona que hay algunas pautas a seguir cuando se requiere predimensionar, las cuales definen las dimensiones de cada parte de la pared de la siguiente manera:



La pantalla:

El espesor de la pantalla varía de 1/10 de la altura total de la pared o muro.



La corona:

Se comprende entre 20 y 30 cm.

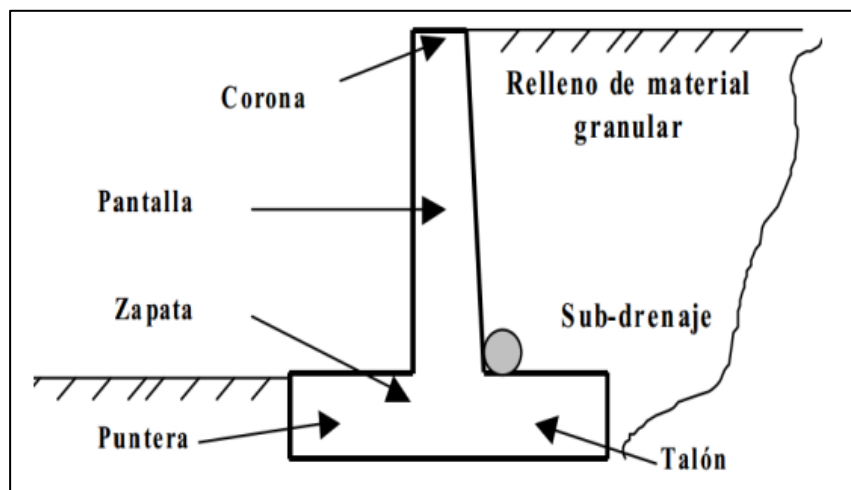


La base:

El espesor de la base depende de las fuerzas cortantes y los momentos de flexión de las partes delante y detrás de la pantalla, lo que significa que el espesor es una función directa de la posición de la pantalla en la base para la cual se determina la medida del pie aproximadamente 1/3 del ancho de la base y la base, 1/8 a 1/12 de la altura de la pared.

Figura 9

Dimensiones y partes del muro ménsula o voladizo



Nota. La imagen muestra las partes del muro y además el subdrenaje con el relleno.

Fuente. Astudillo y Parra (2018).

2.2.8 USO DEL SOFTWARE

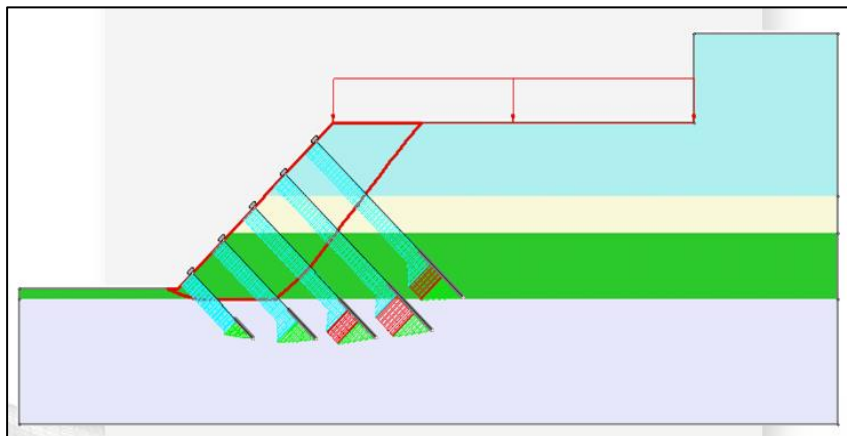
Ya en la actualidad las herramientas comunes para el análisis de estabilidad de taludes son Slide y Geo5. Estos programas brindan funcionalidades y capacidades de modelado especializadas que facilitan el estudio y evaluación de la estabilidad de los taludes.

 **Slide:**

De Rocscience (2016) El software Slide, desarrollado por Rocscience, se enfoca en el análisis de estabilidad de taludes basado en el método de equilibrio límite. Proporciona herramientas para la creación de modelos geotécnicos, la definición de las propiedades del suelo, la generación de superficies de fallas potenciales, y el cálculo de los factores de seguridad. Además, permite la realización de análisis determinísticos y probabilísticos, considerando diferentes condiciones de carga y drenaje.

Figura 10

Software Slide



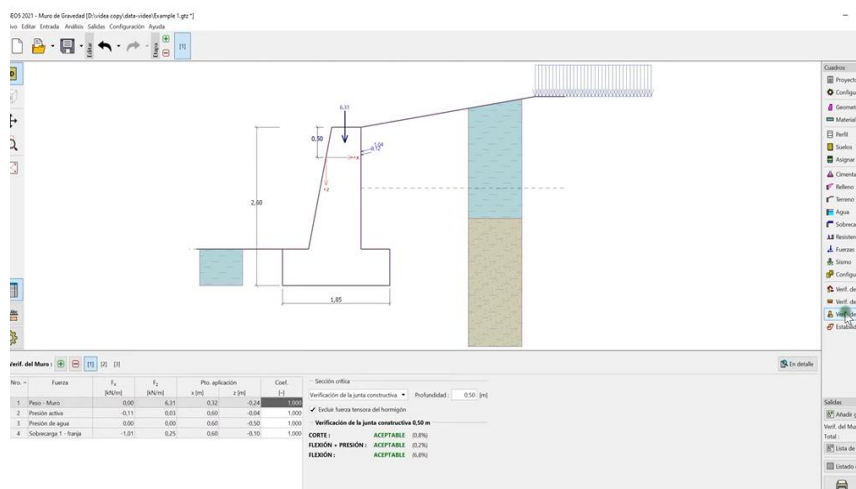
Nota. La imagen muestra una carga distribuida y anclajes en el talud. *Fuente.* Rocscience (2016).

 **Geo5:**

De Fine (2018) menciona que el programa Geo5, creado por Fine Ltd., ofrece una serie de módulos geotécnicos, uno de los cuales incluye el análisis de estabilidad de taludes. Permite el cálculo de factores de seguridad, la definición de propiedades del suelo, la creación de modelos geométricos y geotécnicos y la creación de superficies de falla. Además, brinda herramientas para el diseño de refuerzos, como muros de contención y anclajes, mejorando la estabilidad de los taludes.

Figura 11

Software Geo5



Nota. La imagen muestra el muro ménsula dimensionado en Geo5 e interacción con el suelo. Fuente. Fine (2018).

2.2 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Muros de Contención: Un muro construido de madera u hormigón utilizado para detener una masa de suelo, cuyo colapso puede ser causado por deslizamiento, caída o hundimiento (Jade, 2020).

Muro ménsula: Muro de contención de hormigón armado resistente a caídas y deslizamientos gracias a la base en voladizo (Construcción, 2023).

Hormigón: El hormigón armado utilizado en construcciones que requieren alta resistencia a la tracción es una mezcla de dos materiales: hormigón y acero; al que se le han añadido armaduras metálicas para producir este tipo de hormigón (Chryso, 2020).

Empuje activo: Cuando el muro de contención cede, el relleno de suelo se expande horizontalmente, creando esfuerzos cortantes en el suelo, y la presión lateral en la parte posterior del muro de suelo disminuye gradualmente. (Núñez, 2020).

Empuje pasivo: Si el movimiento del muro crea valores límite, el relleno del suelo se interrumpe con el corte (Núñez, 2020).

Drenaje: Se debe evitar la acumulación de agua para que el muro de contención no experimente cargas de empuje mayores de acuerdo con el diseño de la estructura. Por lo tanto, es necesario organizar un sistema de drenaje que evite la presión del agua en el muro. (Núñez, 2020).

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El diseño del muro ménsula **mejorará** significativamente el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.

Ho: El diseño del muro ménsula **no mejorará** significativamente el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao- Huánuco 2023.

2.4 VARIABLES

2.4.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Análisis de estabilidad de talud

2.4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño del muro ménsula

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

El sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Diseño del muro ménsula	Condiciones de análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sísmico • Análisis estático 	Cuantitativa	Discreta
	Índice de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de seguridad al volcamiento • Índice de seguridad al deslizamiento 		
V. dependientes Análisis de estabilidad de Talud	Los parámetros del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • El peso específico • El ángulo de fricción • La cohesión 	Cuantitativa	Discreta
	La topografía	<ul style="list-style-type: none"> • Curva de nivel • Altimetría • Planimetría 		

Nota. La tabla muestra la relación de los variables y su tipo, sus dimensiones con sus respectivos indicadores y su escala.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de la presente investigación es **aplicada**, porque requiere estudios de campo y recopilación de datos para obtener información específica sobre el talud y su comportamiento. El análisis y diseño de la solución propuesta incluyen el uso de herramientas y técnicas geotécnicas, así como software especializado.

Además, es ofrecer una solución práctica y viable para mejorar la estabilidad del talud en el área de estudio. Los hallazgos y resultados de la investigación aplicada están destinados a ser implementados en la práctica.

3.1.1 ENFOQUE

El enfoque de la investigación es **cuantitativo**, ya que el objetivo es medir y cuantificar una variedad de variables que tienen que ver con el talud y el comportamiento del muro de ménsula.

Además, el análisis cuantitativo se utiliza para procesar los datos recopilados y obtener resultados numéricos que permiten evaluar la eficacia de la propuesta de solución y la estabilidad del talud. Esto requiere el uso de software y técnicas estadísticas especializadas para calcular, simular el comportamiento del talud y comparar cuantitativamente varios escenarios u opciones.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Respecto al nivel de investigación es **explicativa** ya que, se buscará analizar si la introducción del muro ménsula tiene un efecto significativo en el análisis de estabilidad en los tramos de la Carretera Central 18A en Chinchao-Huánuco, es decir comprender las causas subyacentes, esto podría incluir las características técnicas del muro, las características del suelo y las condiciones geográficas, entre otras cosas que podrían afectar la relación causa-efecto.

3.1.3 DISEÑO

El diseño de la investigación es **experimental** porque habrá un mayor control sobre las condiciones de las pruebas, se evaluará directamente el efecto de la implementación del muro ménsula sobre la estabilidad de talud. Esto implica la manipulación controlada de una variable (la presencia o ausencia del muro) para determinar su influencia en el resultado (análisis de estabilidad de talud).

Como resultado, la investigación se asemeja más a un diseño experimental dado que se está proponiendo una solución específica (el muro ménsula) y su efectividad se desea demostrar mediante la comparación de condiciones controladas, la cual significa que los factores pueden controlarse directamente y ser manipulados para sustentar las conclusiones respecto a la efectividad del muro para mantener la estabilidad de los taludes.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población es todo lo que compone el objeto de estudio de la investigación, y debe medirse para poder llevar a cabo el estudio. (Tamayo, 2012, p.1).

Por lo que, la población en esta investigación será considerado desde el km 440 hasta el km 460 de carretera central 18A, Tingo María, ubicado en distrito de Chinchao, provincia y departamento de Huánuco.

A base de INGEMMET en su informe técnico de zonas críticas por peligros geológicos en la región de Huánuco, menciona en los km 440 hasta km 460 de la carretera Tingo María es un área sujeta a deslizamientos en los taludes superiores de la carretera.

3.2.2 MUESTRA

Hernández et. al. (2014, p.173) afirma que:
Una muestra es un límite de la población general o una parte que se debe considerar al implementar la iniciativa, el investigador de la

presente investigación realiza un estudio sobre la muestra y luego generaliza a la totalidad y realiza la investigación a partir de ahí. La muestra en esta investigación será considerada como el perfil del talud del km 444, de la carretera Huánuco - Tingo María, en principio a la observación de la topografía de la zona de estudio.

Figura 12

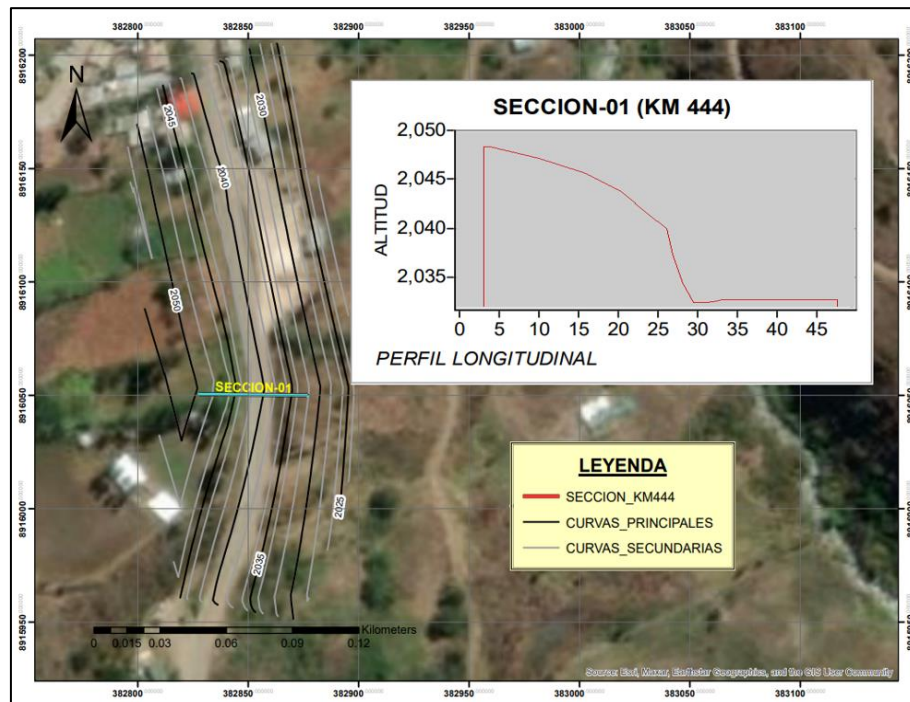
Topografía y Georreferenciación del lugar de estudio



Nota. Se obtuvo las curvas de nivel del lugar de estudio en el programa ArcGIS.

Figura 13

Perfil del talud en estudio km 444



Nota. Muestra el perfil trazado y calculado del talud km 444 en el programa ArcGIS.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas: Las técnicas de esta investigación empleadas corresponden al análisis documental y la observación.

- **El análisis de documentos** según (Cerde, 2015) menciona que es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales diseñadas para describir y presentar documentos de manera sistemática y coherente para facilitar su recuperación.
- **La observación** según (Cerde, 2015) menciona que es un proceso cuya primera e inmediata tarea es recopilar información sobre el sujeto bajo observación. Esta recopilación requiere una actividad de codificación: los datos en bruto seleccionados se traducen mediante un código que se envía a alguien (a sí mismo o a otros).

- **Instrumentos:** Los instrumentos para recopilar datos en este estudio son:
 - ✓ Plantillas para el estudio de suelos.
 - Respecto a la granulometría
 - LL
 - LP
 - Contenido de Humedad
 - etc.
 - ✓ Plantillas para la topografía.
 - ✓ Plantillas de los planos de localización y ubicación

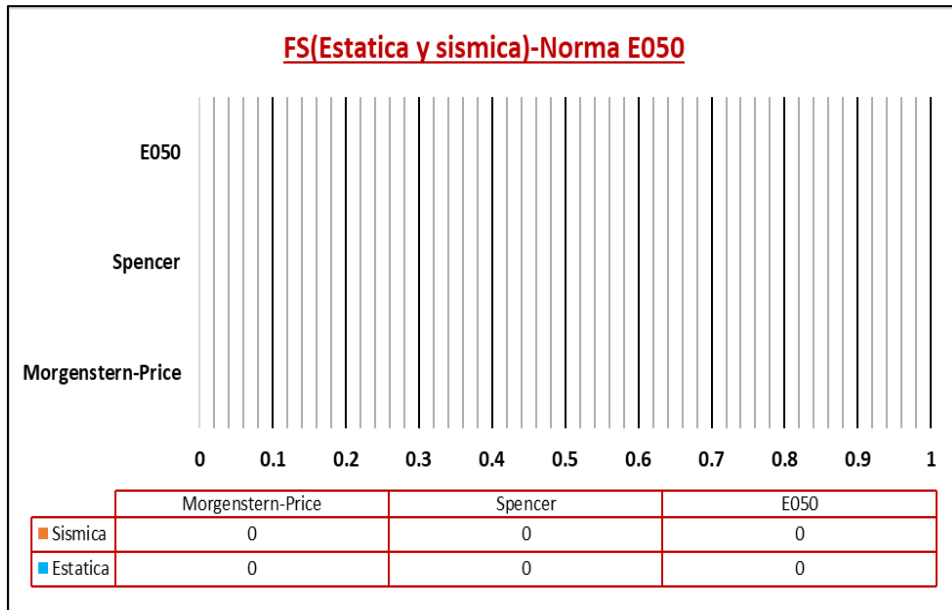
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos de la investigación primero se utilizará una representación gráfica del perfil del talud en estudio, también se utilizarán **gráficos de barras** o gráficos de líneas en software Excel, la cual ayudara a visualizar de una manera más comprensible los resultados de los softwares Slide y Geo5, logrando hacer una comparación o tabla comparativa respecto a los factores de seguridad obtenidos.

En el caso de los programas Slide y Geo5 tiene en su propia base datos, **tablas** para exportar y presentarlas con una mayor comprensión de los resultados obtenidos.

Figura 14

Plantilla de gráfico de barras agrupadas para completar.



Nota. El gráfico de barras agrupadas se rellenará de los resultados obtenidos con los FS por los dos enfoques en comparación con la norma E050.

Tabla 2

Plantilla para rellenar con índices obtenidos en condiciones estáticas y sísmicas

Condic. Estática y Sísmica	Enfoques	
	Mongerntern – Price Spencer	E050
FS		1.5 – 1.25

Nota. Se rellenará con los FS en condiciones estáticas y sísmicas para los resultados obtenidos de los programas Slide como Goe5.

Tabla 3

Plantilla para rellenar con los índices resumen obtenidos en ambas condiciones

Enfoques	Enfoques	
	Estática	Sísmica
Morgenstern-Price Spencer		

Nota. Se rellenará con los FS en ambas condiciones para los resultados obtenidos de los programas Slide como Goe5.

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Respecto al análisis e interpretación de los datos obtenidos será de la siguiente manera:

- Las curvas de nivel y los perfiles topográficos serán por medio del **programa ArcGIS**, la cual ofrece una representación visual precisa del terreno y su geometría, estableciendo una base sólida para la evaluación posterior.
- Los parámetros geométricos esenciales para el análisis del talud, serán compilados y determinados **mediante plantillas** de estudio de suelo.
- Con la ayuda del **software Slide**, para los índices de seguridad por la aplicación del método de equilibrio límite y por medio de los enfoques de Morgenstern-Price y Spencer, se analizará y se explicará minuciosamente los resultados condiciones estáticas y sísmico.
- Como resultado de la implementación del muro ménsula en el **software Geo5**, los hallazgos del análisis con respecto a las condiciones estáticas y sísmicas se presentarán en forma de gráficos de barras y tablas, con los valores contundentes que se calcularán. A partir de ahí, se comentará de acuerdo a los objetivos de la investigación y se desarrollará la contrastación de la hipótesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En la presente investigación, se realizará un análisis de estabilidad por el método de equilibrio límite en el programa Slide por los enfoques Morgenstern-Price y Spencer en condiciones estáticas y sísmicas, por ello se obtuvo las curvas de nivel y perfil en programa ArcGIS; además se obtuvo los parámetros geométricos del talud, posteriormente se evaluará los FS con el muro ménsula en el programa Geo5 versión trial.

Tabla 4

Características del suelo del km 444 para los programas Slide y Geo5

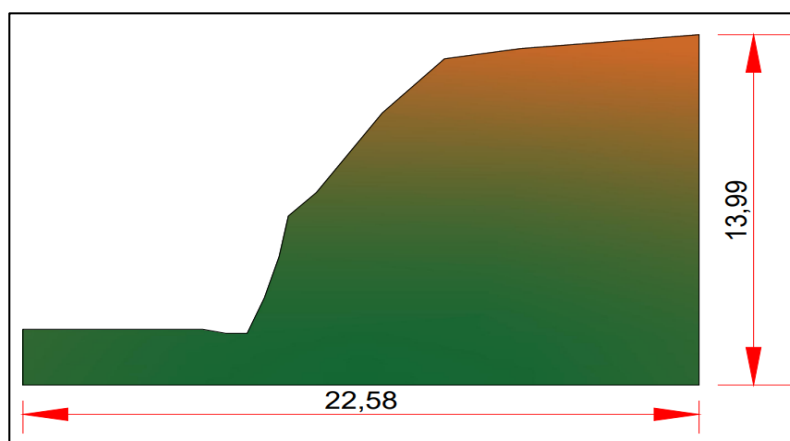
Paramet. Geotec.	Slide	Geo5 versión trial
Cohesión (kg/cm ²) 0.176	Cohesión (KN/m ²) 17.06	Cohesión (kPa) 17.06
Ang. Fricci. (°) 29.15	Ang. Fricci. (°) 29.15	Ang. Fricci. (°) 29.15
Peso Unit. (gr/cm ³) 1.685	Peso Unit. (KN/m ³) 16.85	Peso Unit. (KN/m ³) 16.85

Nota: La tabla 4 brinda la información necesaria de los parámetros geotécnicos la cual se trata de en clasificación SUCS de Arena arcillosa con gravas (SC); que se utilizaran en Slide como Geo5, sobre todo brinda las unidades correctas que aceptan los programas.

4.1.1 EVALUACIÓN DEL TALUD KM 444

Figura 15

Perfil geométrico del Talud km 444



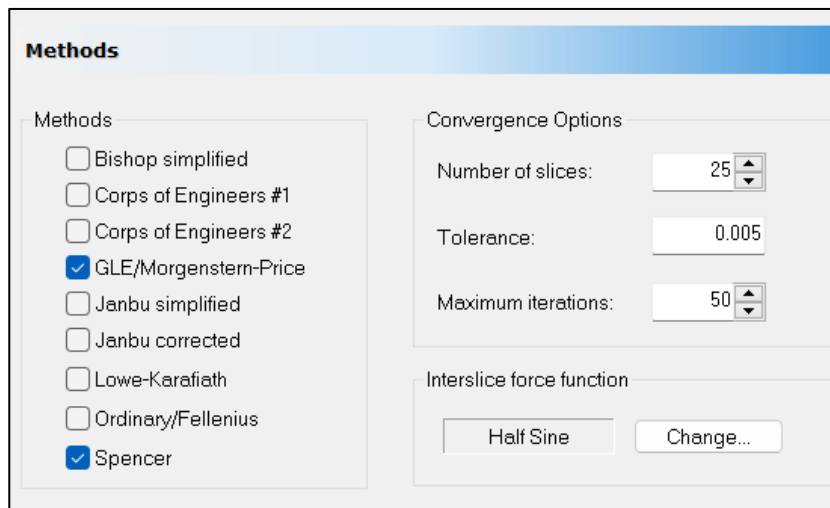
Interpretación:

En la **figura 15**, se muestra la geometría del perfil del talud km 444, se puede observar que la altura del talud es 14 m aproximadamente con una distancia de 22.58 m y de acuerdo a la **tabla 4**, en fundamento a sus parámetros obtenidos se trata de un suelo con Arena arcillosa con gravas (SC).

4.1.2 CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE

Figura 16

Configuración de los enfoques del equilibrio límite



Methods

Methods

- Bishop simplified
- Corps of Engineers #1
- Corps of Engineers #2
- GLE/Morgenstern-Price
- Janbu simplified
- Janbu corrected
- Lowe-Karafiath
- Ordinary/Fellenius
- Spencer

Convergence Options

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

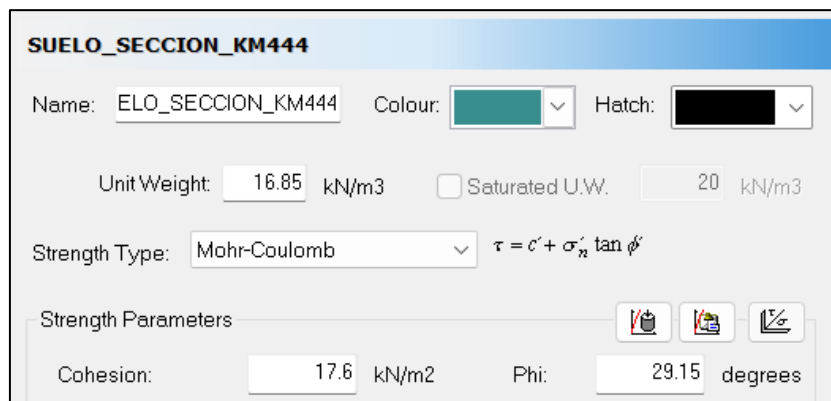
Maximum iterations: 50

Interslice force function

Half Sine Change...

Figura 17

Propiedades de suelo del talud km 444



SUELO_SECCION_KM444

Name: ELO_SECCION_KM444 Colour: [Green] Hatch: [Black]

Unit Weight: 16.85 kN/m3 Saturated U.W. 20 kN/m3

Strength Type: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_x \tan \phi'$

Strength Parameters

Cohesion: 17.6 kN/m2 Phi: 29.15 degrees

Interpretación

En la **figura 16** se asigna en la configuración del programa respecto al método preciso sugerido por Suárez (2009), en la **figura 17** se asigna también las propiedades necesarias con sus unidades correctas.

4.1.3 ANÁLISIS DEL TALUD KM 444 EN CONDICIONES ESTÁTICAS

Figura 18

Índice con el enfoque Morgenstern-Price del km 444 (Condición estática)

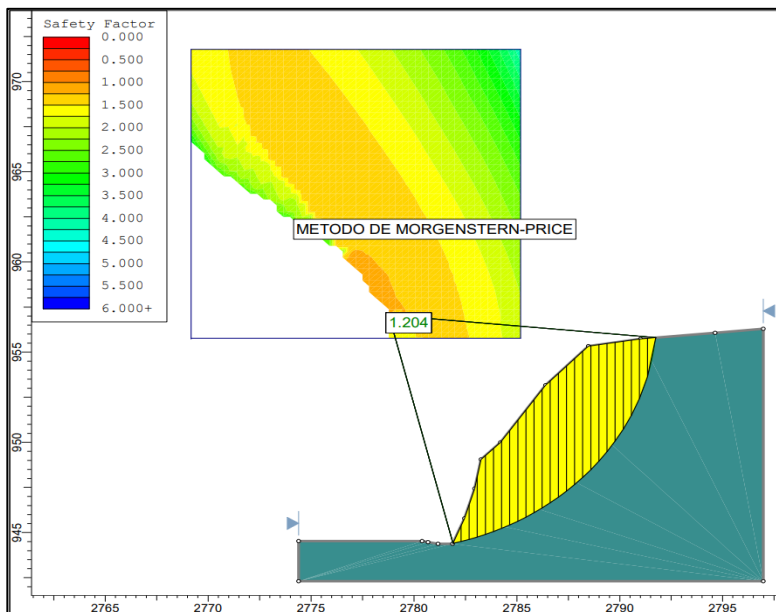
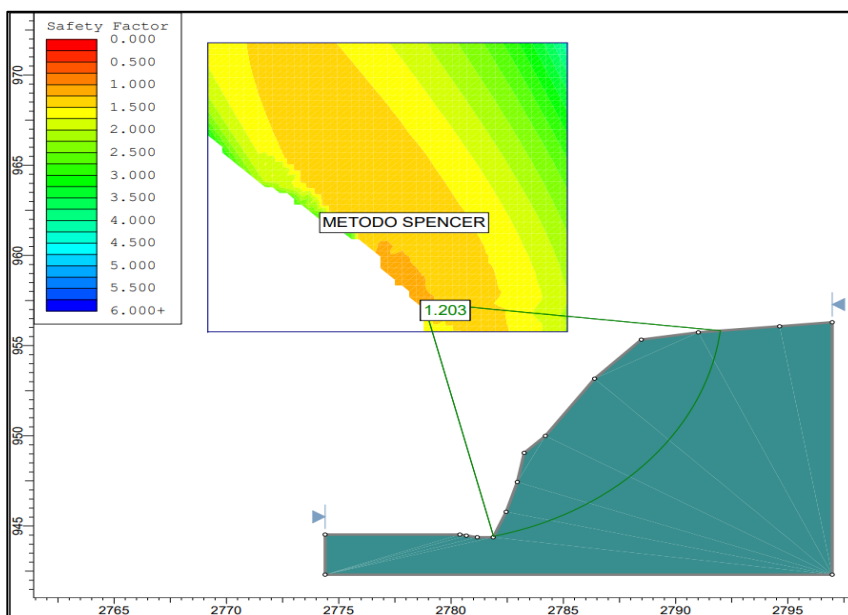


Figura 19

Índice con el enfoque Spencer del km 444 (Condición estática)



Interpretación

En la **figura 18** y **19** el programa Slide nos arroja índices de resistencia del talud en estudio en condiciones estáticas con valor de 1.204 y 1.203, la cuales están por debajo del factor recomendado por la norma E050, que sería mayor a 1.5.

Tabla 5

Índices de resistencia del km 444 de los enfoques (Cond. Estática)

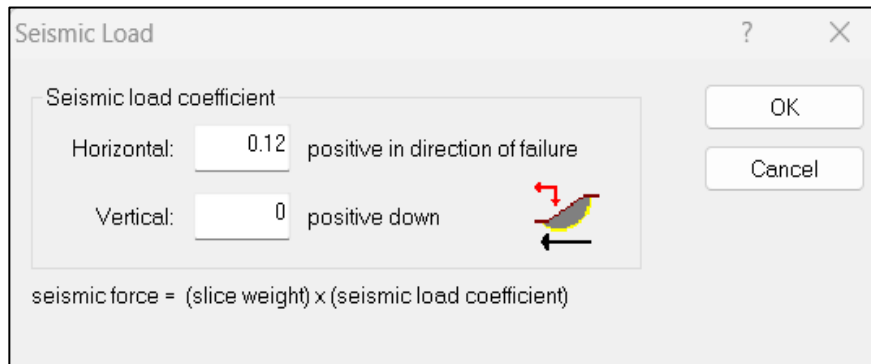
Condición Estática	Enfoques		E050
	Morgenstern-Price Spencer		
FS	1.204	1.203	1.5

Nota. Como se observa es el resumen de los índices de resistencias calculadas por los enfoques precisos, son valores que aún no son aceptables por la norma E050 (>1.5) respecto a condiciones estáticas.

4.1.4 ANÁLISIS DEL TALUD KM 444 EN CONDICIONES SÍSMICAS

Figura 20

Propiedades de suelo del talud km 444



Interpretación

En la **figura 20** se asigna según el mapa de isoaceleraciones espectrales (PGA) es 0.24 ya que, corresponde al lugar de estudio, por recomendación se utiliza 0.5(PGA), en total la aceleración sísmica horizontal es 0.12.

Figura 21

Índice con el enfoque Morgenstern-Price del km 444 (Condición sísmica)

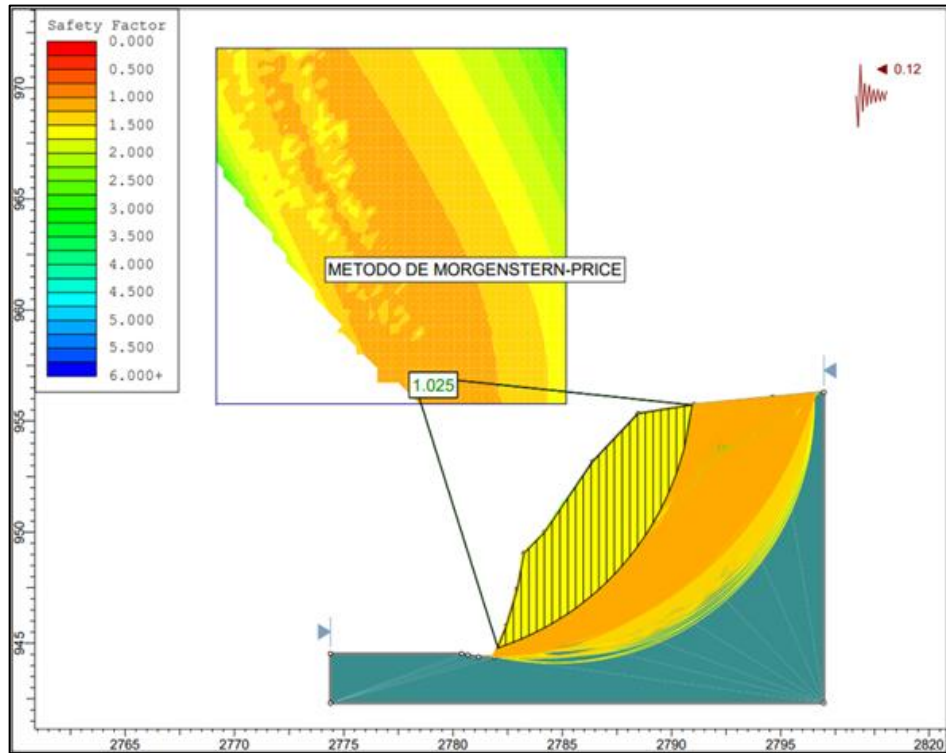
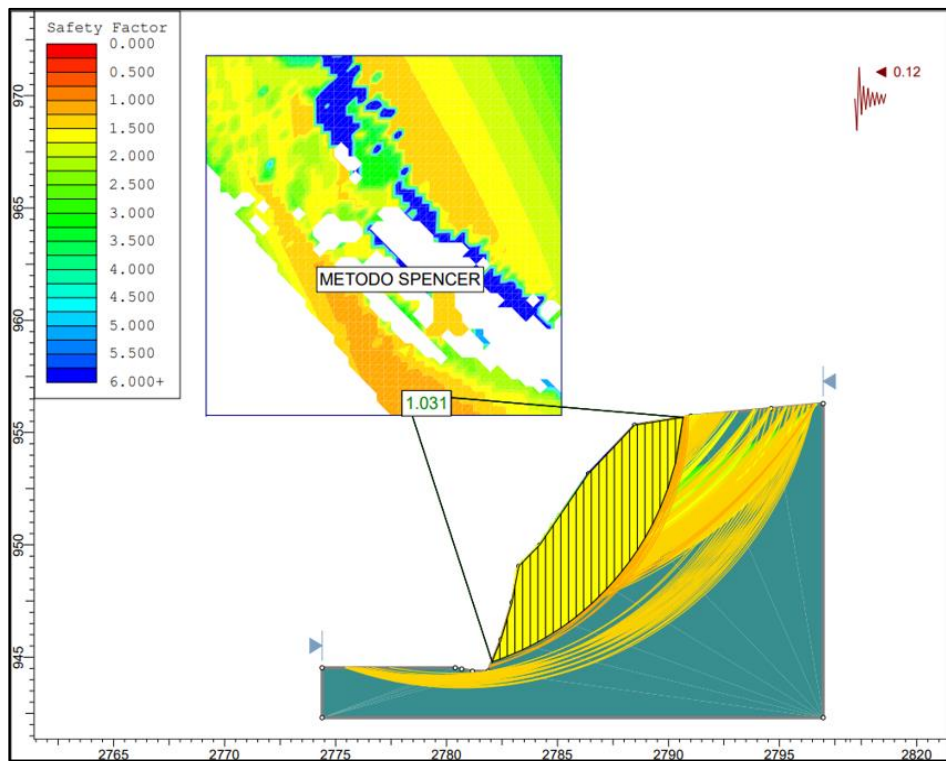


Figura 22

Índice con el enfoque Spencer del km 444 (Condición sísmica)



Interpretación

En la **figura 21 y 22** el programa Slide nos arroja índices de resistencia del talud en estudio en condiciones sísmicas con valor de 1.025 y 1.031, la cuales están por debajo del factor recomendado por la norma E050, que sería mayor a 1.25

Tabla 6

Índices de resistencia del km 444 de los enfoques (Cond. Sísmica)

Condición Sísmica	Enfoques		E050
	Morgenstern-Price Spencer		
FS	1.205		1.25
	1.031		

Nota. Como se observa es el resumen de los índices de resistencias calculadas por los enfoques precisos, son valores que aún no son aceptables por la norma E050 (>1.25) respecto a condiciones sísmicas.

Tabla 7

Resumen de los índices en condiciones estáticas y sísmicas

Enfoques	Enfoques	
	Estática	Sísmica
Morgenstern-Price Spencer	1.204	1.025
	1.203	1.031

Nota. De acuerdo a la tabla se puede asegurar que en principio a lo que menciona o sugiere la Norma E050, el talud km 444 tanto para las condiciones estáticas (FS>1.5) y condiciones sísmicas (FS>1.25) no CUMPLEN con lo recomendado.

4.1.5 PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO MÉNSULA

El predimensionamiento del muro ménsula o también conocida como muro voladizo nos basamos en el trabajo de Alva (2022) que sugiere medidas estándares, que luego serán verificados en el programa Geo5.

Figura 23

Dimensiones estándares de un muro ménsula

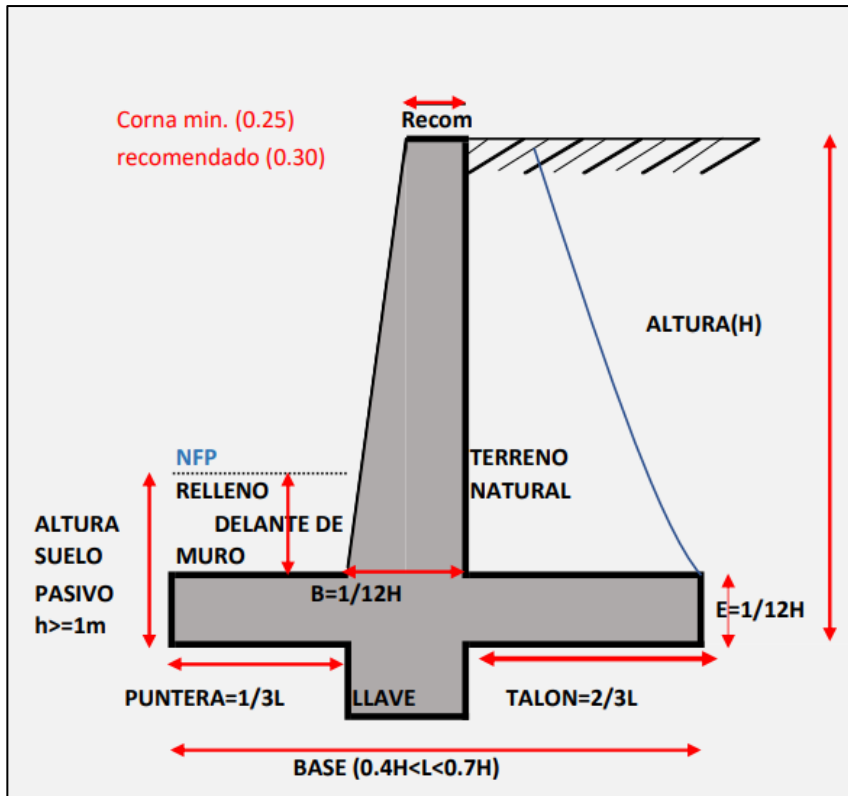
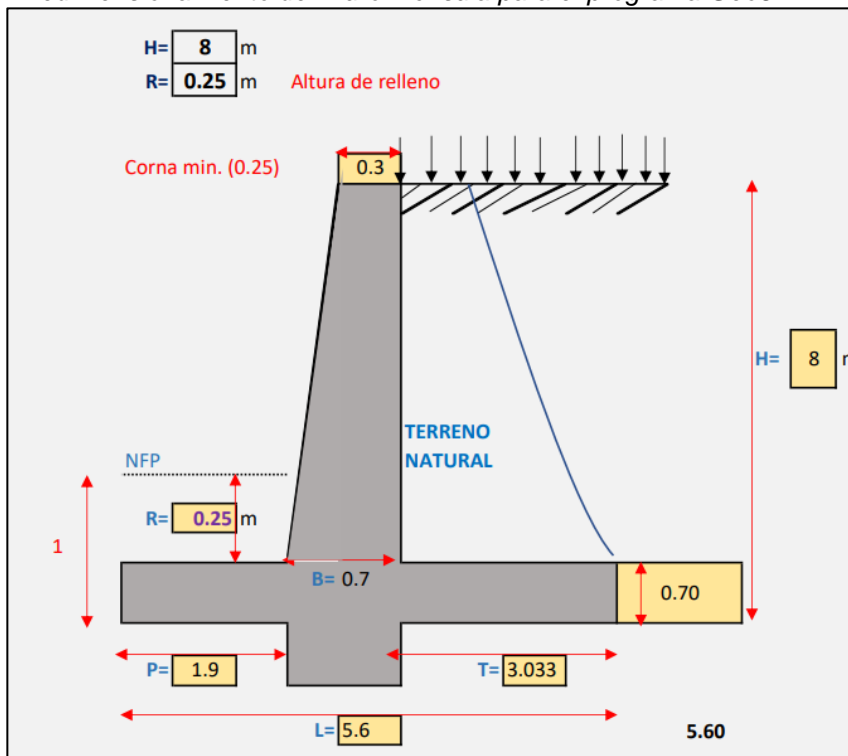


Figura 24

Predimensionamiento del muro ménsula para el programa Geo5



Interpretación

En la **figura 23 y 24** se predimensionó el muro ménsula que será base para modelar en el programa Geo5, la corona se asumió un valor de 0.3, como la altura del talud es de aproximado 14 m, se asumió un muro de 8 m, ya que suelen ser viables si hasta un aproximado de 8m, los demás partes están en relación con la base de la zapata y la altura.

Figura 25

Medidas de las partes del muro ménsula en el programa Geo5

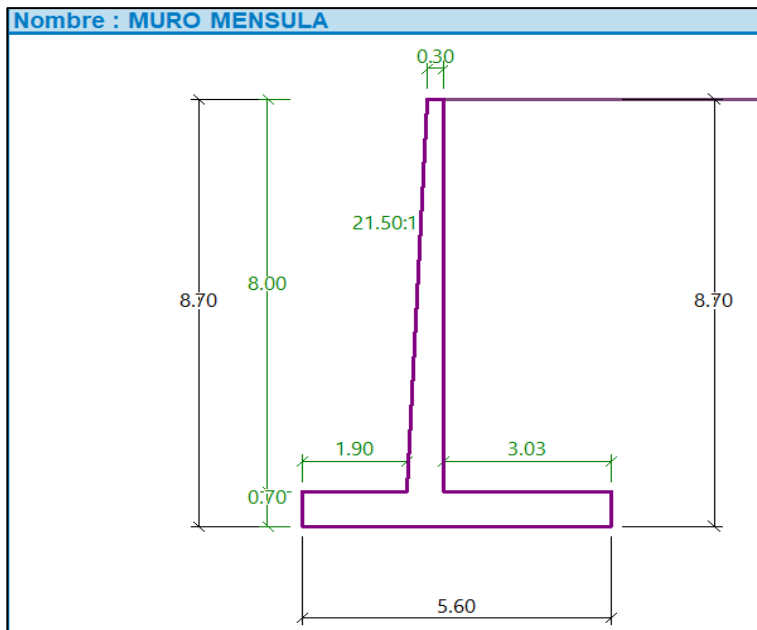


Figura 26

Propiedades de material del muro con la Norma ACI38-19

Peso unitario del muro : $\gamma =$ <input type="text" value="25.00"/> [kN/m ³]	
Hormigón	Acero
<input type="button" value="Catálogo"/>	<input type="button" value="Catálogo"/> <input type="button" value="Personalizar"/>
Resistencia a la compresión del concreto $f_c' = 20.59$ MPa $E_{cm} = 21476.45$ MPa	A615/40 (Definido por usuario) $f_y = 275.79$ MPa

Interpretación

En las **figuras 25 y 26** se observa el modelamiento del muro de acuerdo al predimensionamiento realizado, la cual si concuerda las medidas; además respecto a la asignación de las propiedades de relleno que el concreto o hormigón, la $F'c$ es 210 kg/cm^2 y la del acero es respecto a la norma ACI318-19.

Figura 27

Propiedades del suelo del talud km 444

SUELO-KM 444 (SC)	
Peso unitario :	$\gamma = 16.85 \text{ kN/m}^3$
Estado de tensión :	efectivo
Ángulo de fricción interna :	$\phi_{ef} = 29.15^\circ$
Cohesión de suelo :	$c_{ef} = 17.60 \text{ kPa}$
Ángulo de fricción estructura-suelo :	$\delta = 19.43^\circ$
Suelo :	granular
Peso unitario de suelo saturado :	$\gamma_{sat} = 16.85 \text{ kN/m}^3$

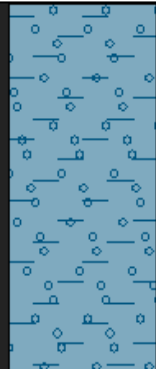



Figura 28

Propiedades del suelo de relleno muro-talud

RELLENO (CS), consistencia firme	
Peso unitario :	$\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
Estado de tensión :	efectivo
Ángulo de fricción interna :	$\phi_{ef} = 24.50^\circ$
Cohesión de suelo :	$c_{ef} = 14.00 \text{ kPa}$
Ángulo de fricción estructura-suelo :	$\delta = 16.33^\circ$
Suelo :	granular
Peso unitario de suelo saturado :	$\gamma_{sat} = 18.50 \text{ kN/m}^3$



Interpretación

En las **figuras 27 y 28** se observa características geotécnicas necesarias para el talud y el relleno, en este punto es importante mencionar que el ángulo entre el suelo y estructura es aproximadamente (2/3) del ángulo de fricción del suelo, si bien es cierto es una aproximación empírica que se ha observado en la práctica de la ingeniería geotécnica.

Figura 29

Propiedades asignadas para el muro ménsula, relleno y talud.

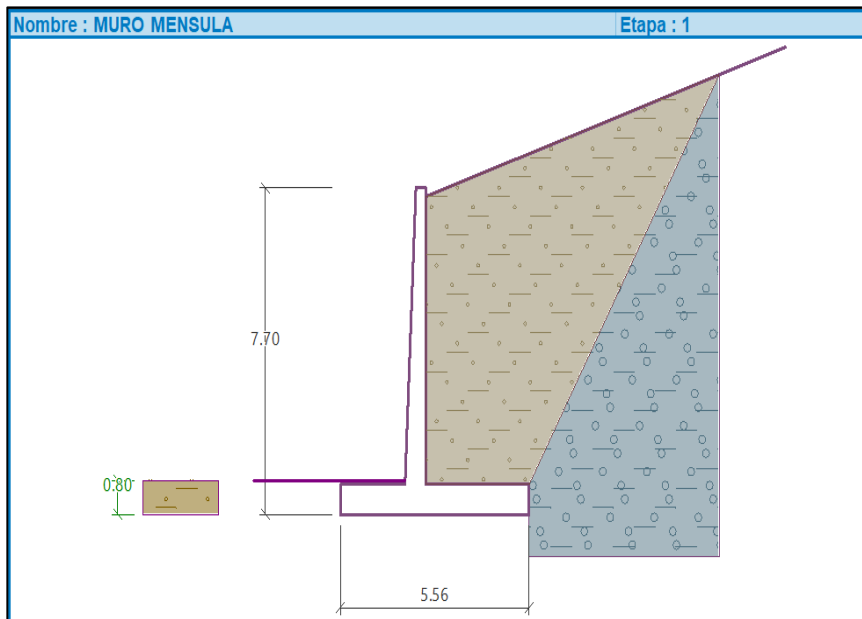
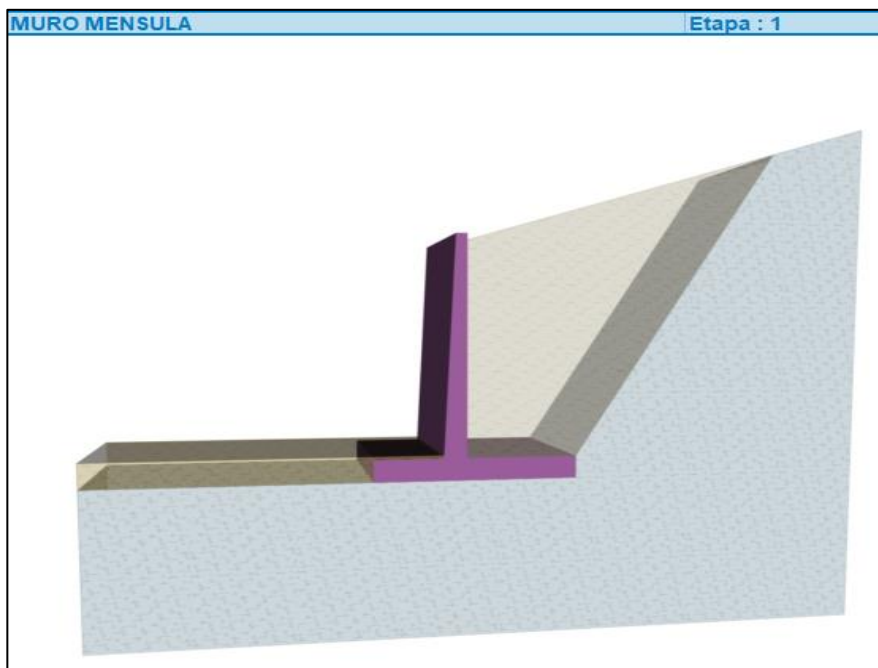


Figura 30

Vista en 3D del muro ménsula con el terreno



Interpretación

En las **figuras 29 y 30** se observa el resultado de todas las modelaciones y medidas asignadas, con relación al muro ménsula, el suelo relleno y el talud, finalmente se observa una vista en 3D para una mayor ilustración.

4.1.6 ANÁLISIS DEL MURO MÉNSULA EN EL KM 444 EN CONDICIONES ESTÁTICAS

Figura 31

FS por Morgenstern-Price del km 444, con el muro ménsula (Condición estática)

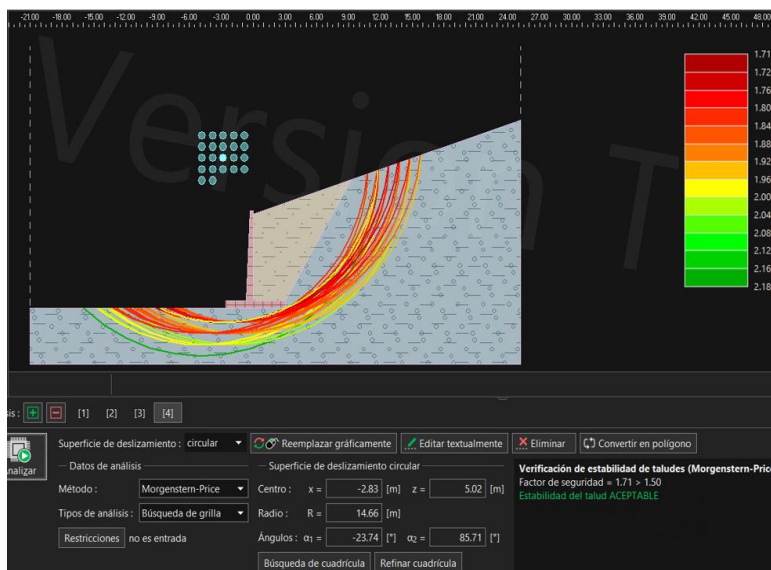
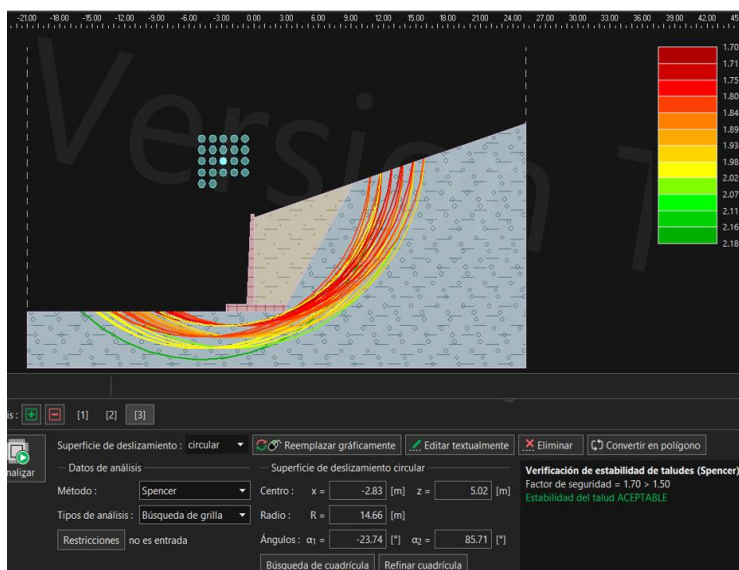


Figura 32

FS por Spencer del km 444, con el muro ménsula (Condición estática)



Interpretación

En las **figuras 31 y 32** el programa Geo5 nos arroja índices de resistencia del talud en estudio en condiciones estáticas con el muro ménsula, valores de 1.71 y 1.70, la cuales están cumplen con el índice recomendado por la norma E050, que sería mayor a 1.5.

Tabla 8

Índices de resistencia del km 444 con el muro ménsula (Cond. Estática)

Condición Estática	Enfoques		E050
	Morgenstern-Price Spencer		
FS	1.71	1.7	1.5

Nota. Como se observa es el resumen de los índices de resistencias calculadas por los enfoques precisos, son valores que si son aceptables por la norma E050 (>1.5) respecto a condiciones estáticas.

4.1.7 ANÁLISIS DEL MURO MÉNSULA EN EL KM 444 EN CONDICIONES SÍSMICAS

Figura 33

FS por Morgenstern-Price del km 444, con el muro ménsula (Condición sísmica)

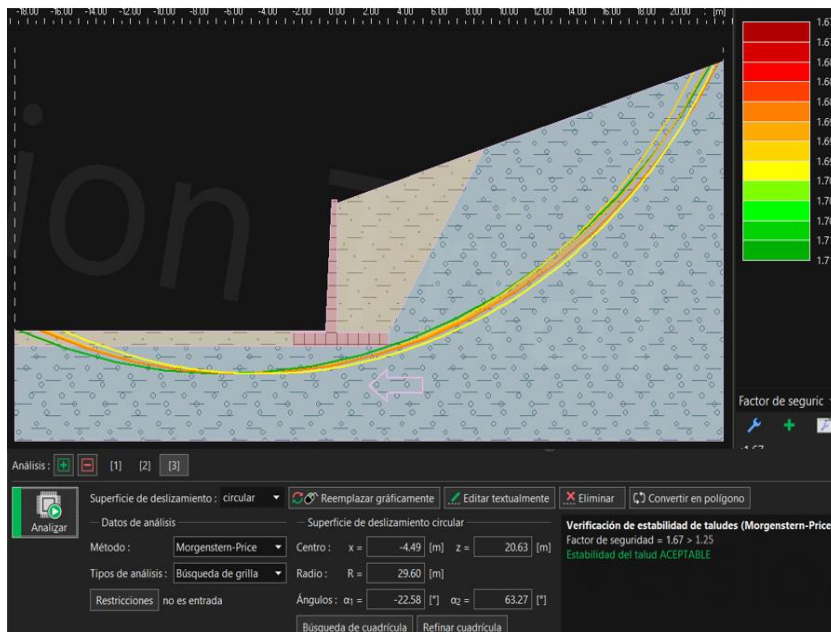
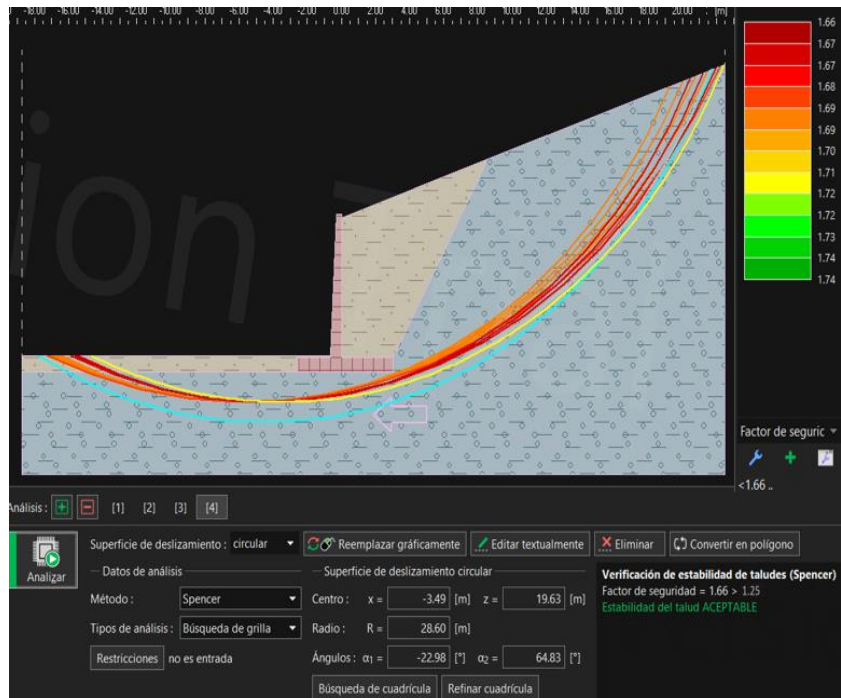


Figura 34

FS por Spencer del km 444, con el muro ménsula (Condición sísmica)



Interpretación

En las **figuras 33 y 34** el programa Geo5 nos arroja índices de resistencia del talud en estudio en condiciones sísmicas con el muro ménsula con valores de 1.67 y 1.66, la cuales cumplen con el índice recomendado por la norma E050, que sería mayor a 1.25.

Tabla 9

Índices de resistencia del km 444, con el muro ménsula (Cond. Sísmica)

Condición Sísmica	Enfoques		E050
	Morgenstern-Price Spencer		
FS	1.66	1.67	1.25

Nota. Como se observa es el resumen de los índices de resistencias calculadas por los enfoques precisos, con el muro ménsula son valores que si son aceptables por la norma E050 (>1.25) respecto a condiciones sísmicas.

Tabla 10

Resumen de los índices en condiciones estáticas y sísmicas con el muro ménsula

Enfoques	Enfoques	
	Estática	Sísmica
Morgenstern-Price Spencer	1.71	1.66
	1.7	1.67

Nota. Según la tabla se puede asegurar que en fundamento a lo que menciona o sugiere la Norma E050, el talud km 444 tanto para las condiciones estáticas (FS>1.5) y condiciones sísmicas (FS>1.25) si CUMPLEN con lo recomendado.

4.1.8 VERIFICACIONES ADICIONALES

4.1.8.1 ANTE EL DESLIZAMIENTO Y VUELCO

Figura 35

Fuerzas internas y externas del muro con terreno

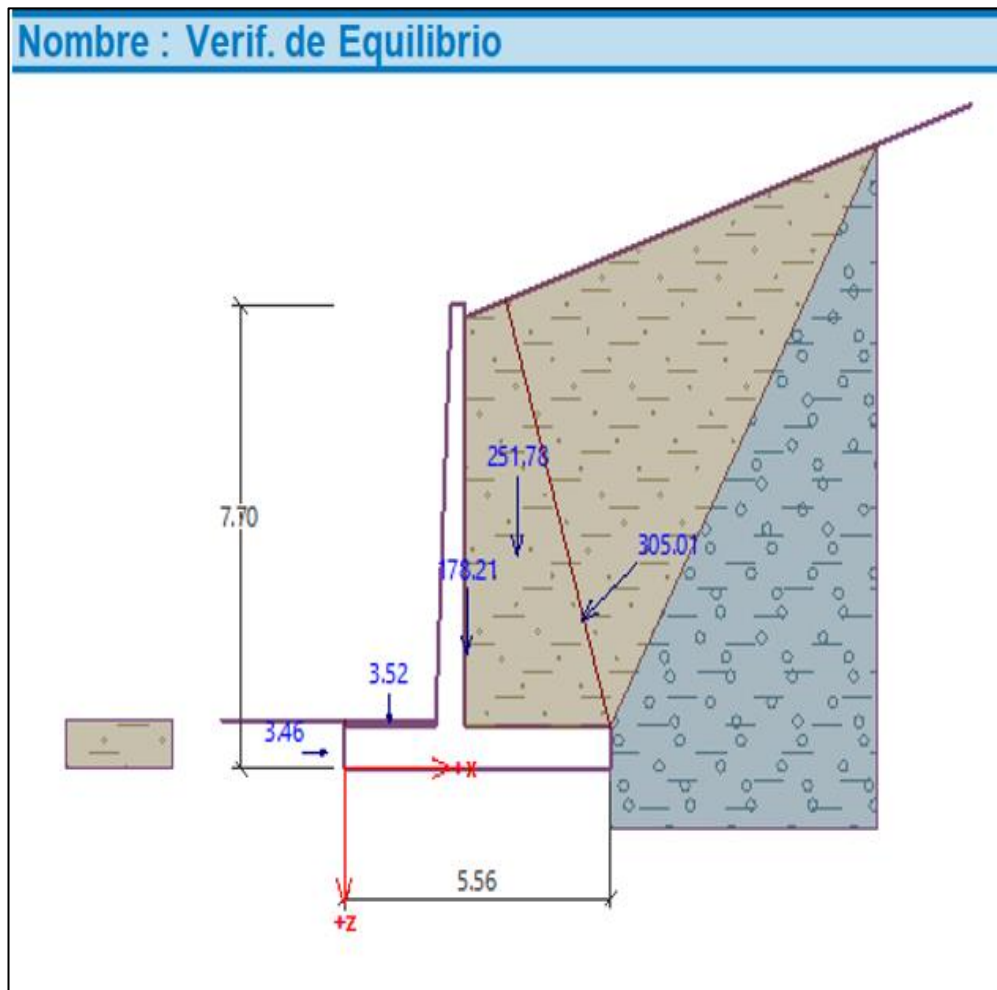


Figura 36

Porcentaje de aceptación ante el vuelco y deslizamiento del muro ménsula

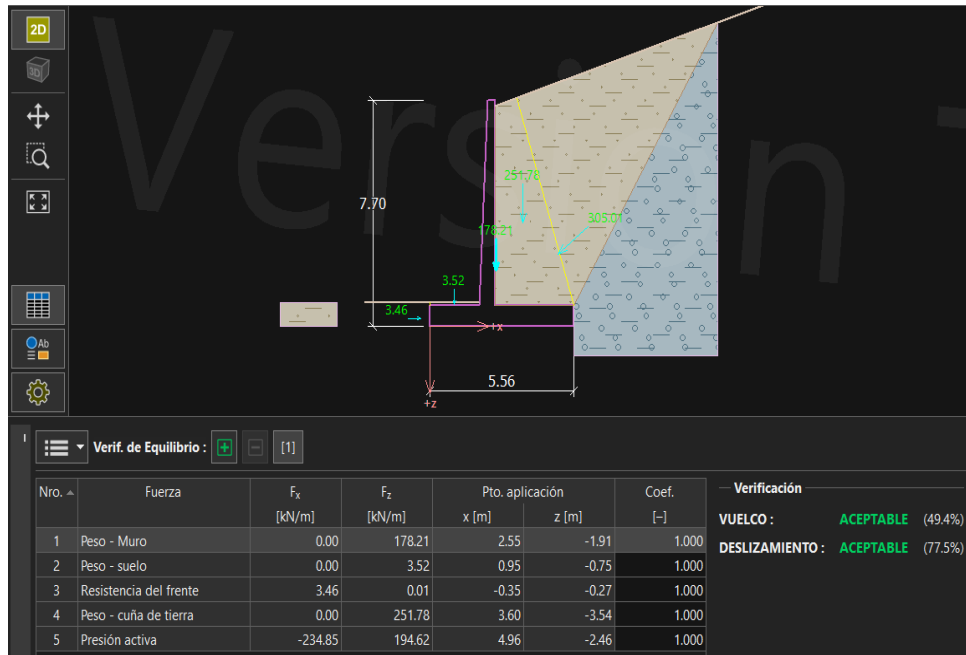


Figura 37

FS detallada ante el vuelco y deslizamiento



Interpretación

Las **figuras 35, 36 y 37** muestran las fuerzas internas y externas en el muro, además en principio a ello se calcula los índices de resistencia del muro para el volcamiento y deslizamiento, dando valores de 4.05 ($FS > 2$) y 1.94 ($FS > 1.5$) respectivamente, la cuales arrojan porcentajes de ACEPTACIÓN de 49.4% y 77.5%.

4.1.8.2 LA CAPACIDAD PORTANTE

Figura 38

La carga distribuida rectangular en la zapata del muro.

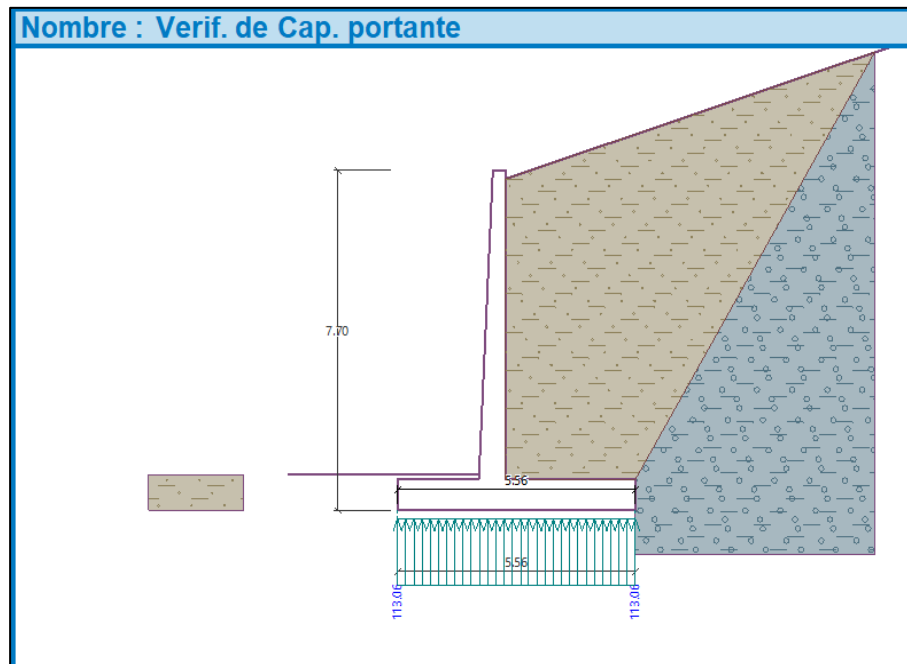


Figura 39

Porcentaje de aceptación de excentricidad y capacidad portante del muro ménsula

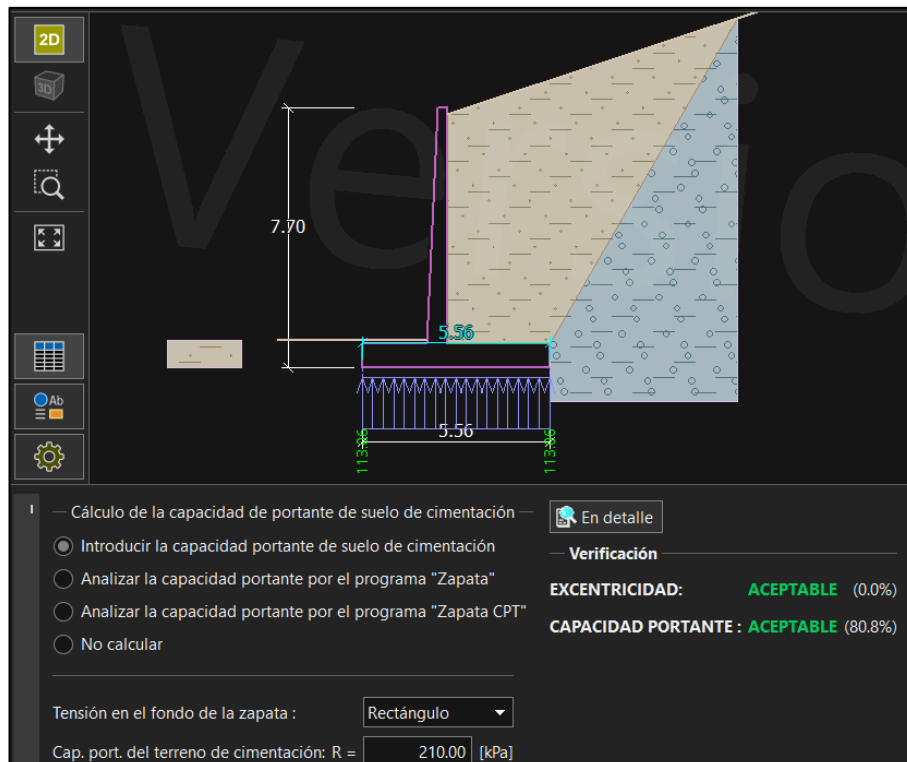


Figura 40

FS detallada de la excentricidad y capacidad admisible.

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata					
Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	-10.73	628.13	231.38	0.000	113.06

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata			
Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	-10.73	628.13	231.38

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación
Tensión en el fondo de la zapata : Rectángulo

Verificación de excentricidad
Máx. excentricidad de fuerza normal $e = 0.000$
Máxima excentricidad permitida $e_{alw} = 0.333$
Excentricidad de la fuerza normal **ES SATISFACTORIA**

Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata
Max. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 113.06$ kPa
Capacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 210.00$ kPa
Factor de seguridad = $1.86 > 1.50$
Capacidad portante del terreno de cimentación **ES SATISFACTORIA**

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación **ES SATISFACTORIA**

Interpretación

Las **figuras 38, 39 y 40** se muestra la geometría del muro, con la carga distribuida en las zapatas, la cual nos arroja un índice de resistencia satisfactoria para la excentricidad y un valor de 1.86 respecto a la capacidad admisible ($FS > 1.50$) con un porcentaje de ACEPTACIÓN de 80.8%.

4.1.8.3 El cálculo de acero en el muro

Figura 41

El muro ménsula con el refuerzo de acero

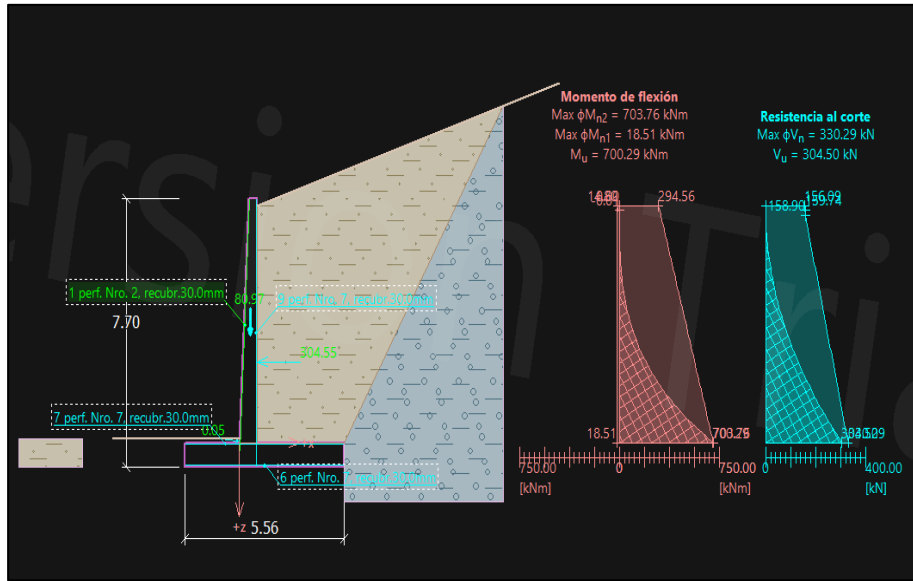


Figura 42

El número de aceros con el recubrimiento (más detallado)

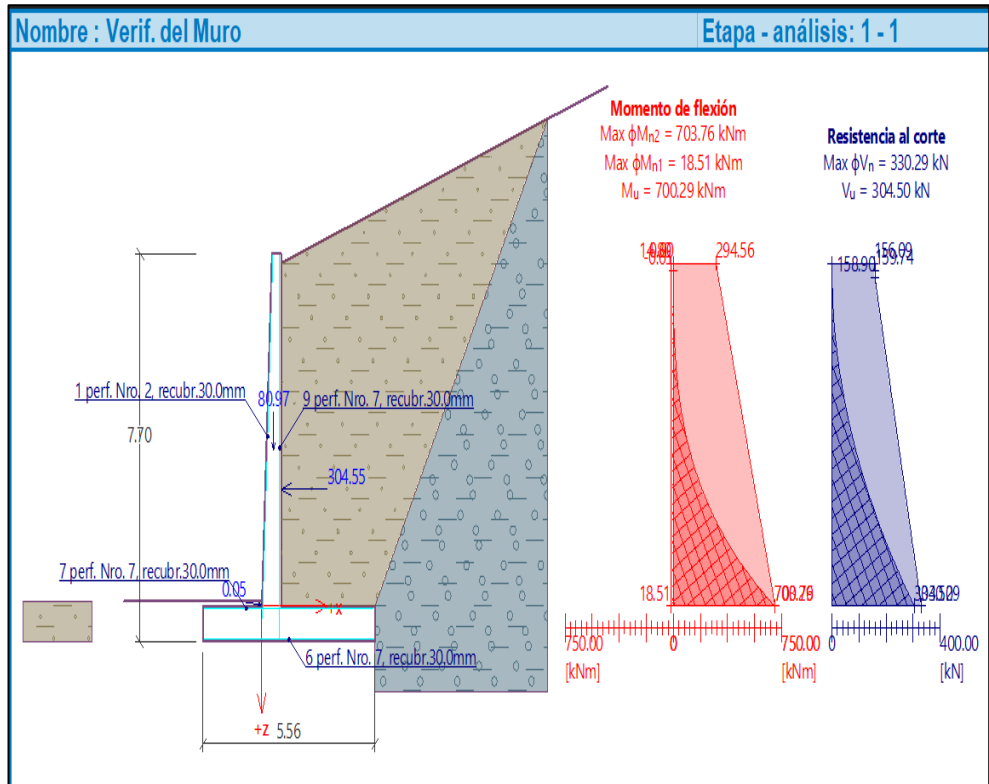


Figura 43

Porcentajes de aprobación de refuerzo frontal, trasero, salto y talón del muro

— Ubicación de dimensionamiento —		
<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación del tallo del muro - refuerzo frontal	ACEPTABLE (0.0%)
<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero	ACEPTABLE (99.5%)
<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación del salto del muro	ACEPTABLE (94.8%)
<input checked="" type="checkbox"/>	Verificación del talón del muro.	ACEPTABLE (81.2%)

Interpretación

Las **figuras 41, 42 y 43** se muestra los refuerzos de acero en las partes del muro, respecto al refuerzo frontal, refuerzo de la parte trasera, del salto y talón; con # de barras de 2, 9, 7 y 7; respectivamente y todos con un recubrimiento de 3 cm, las cuales fueron verificados por corte y flexión, dando un porcentaje de ACEPTACIÓN.

4.1.9 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

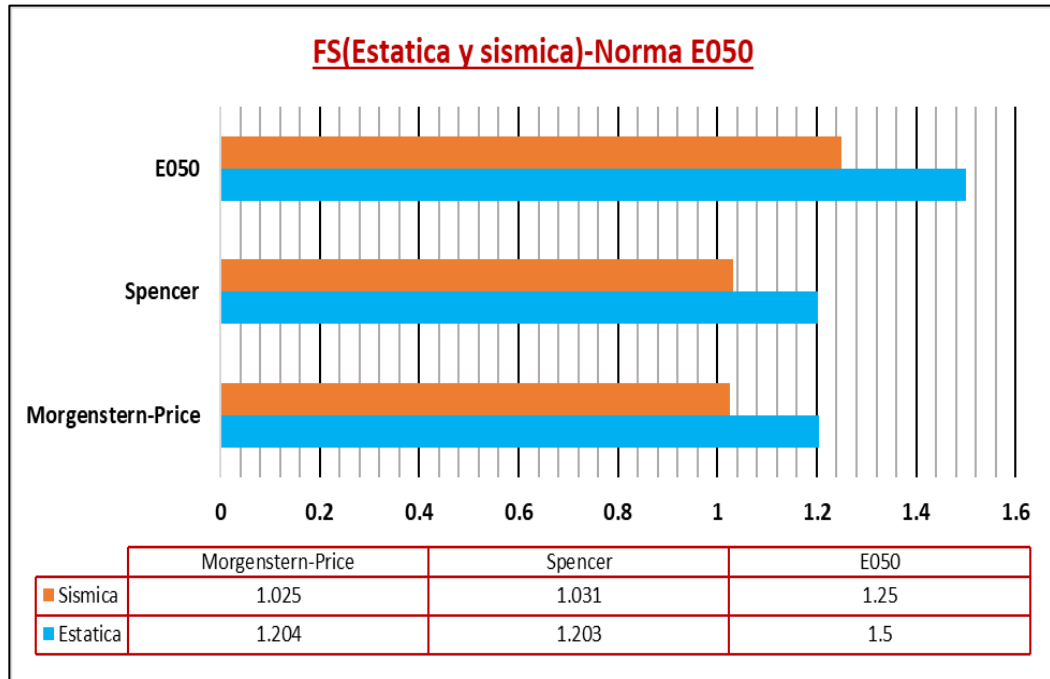
Hi: El diseño del muro ménsula **mejorará significativamente** el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.

Ho: El diseño del muro ménsula no mejorará significativamente el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.

Por lo tanto, a base de los cálculos obtenidos en el punto **4.1.3 y 4.1.4** con respecto al **Análisis del talud km 444 en condiciones estáticas y sísmicas** se resumió los índices en la **tabla 8 y 9** respectivamente, por lo que se interpreta de la siguiente manera:

Figura 44

FS en condiciones estáticas y sísmicas comparados con los mínimos recomendados.



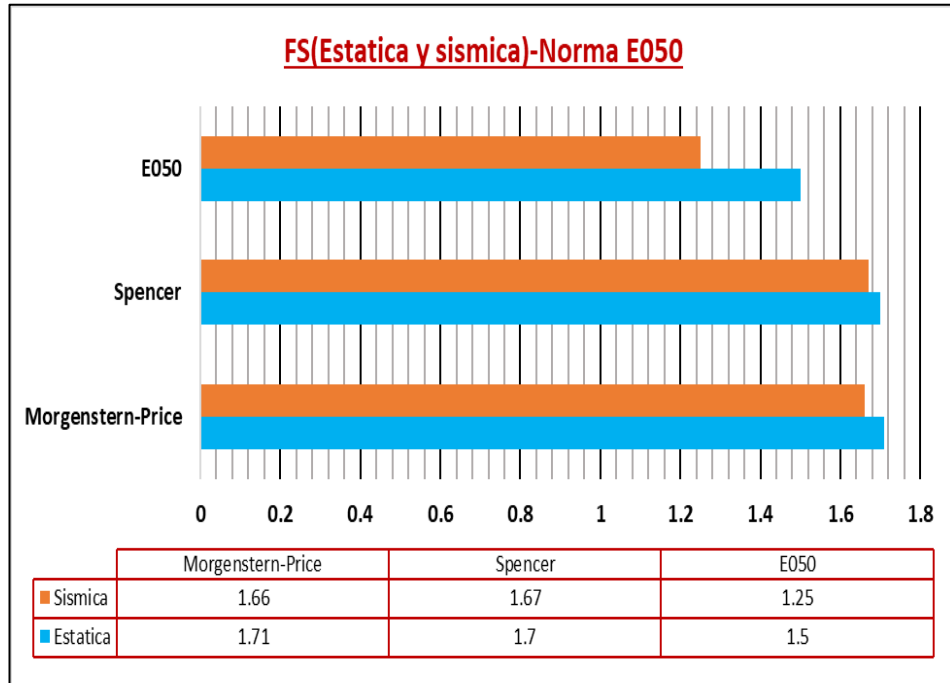
Interpretación

En la **figura 44**, del diagrama de barras agrupadas se ve claramente que los índices obtenidos por los enfoques Spencer y Morgenstern-Price en ambas condiciones de análisis, están por debajo de lo recomendados por la norma E050, ($FS > 1.5$ y 1.25).

De igual manera, de acuerdo a los cálculos obtenidos en el punto **4.1.6** y **4.1.7** con respecto al **Análisis del muro ménsula en el km 444 en condiciones estáticas y sísmicas** se resumió los índices en la **tabla 6 y 7** respectivamente, por lo que se interpreta de la siguiente manera:

Figura 45

FS en condiciones estáticas y sísmicas con el muro ménsula comparados con los mínimos recomendados.



Interpretación

En la **figura 45**, del diagrama de barras agrupadas se ve claramente que los índices obtenidos por los enfoques Spencer y Morgenstern-Price en ambas condiciones de análisis, están por encima de lo recomendados por la norma E050, ($FS > 1.5$ y 1.25) con lo cual se logra estabilizar el talud km 444, mediante el muro ménsula.

Por lo tanto, podemos estar seguros de que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación sugerida de que el diseño del muro ménsula mejora significativamente el análisis de estabilidad en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio, se utilizó los enfoques Spencer y Morgenstern-Price para realizar el análisis de la estabilidad y se propuso que el muro ménsula mejorará la estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023, particularmente en el tramo del km 444 en los programas Slide y Geo5.

Por ello los hallazgos se compararon con investigaciones anteriores que examinaron la estabilidad de taludes con la implementación del muro en voladizo o ménsula en sus taludes de estudio.

Bazán (2020) y **Núñez (2020)** en sus tesis nos dice que es vital considerar las características geotécnicas del terreno, y que el análisis de estabilidad y el diseño del muro se pueden realizar de acuerdo con dichos valores.

La cual en este estudio identificamos las características del suelo mediante la realización de los ensayos necesarios para el análisis de talud y diseño del muro ménsula, obteniendo parámetros geotécnicos claves como peso unitario, cohesión y ángulo de fricción, por lo que dichos valores son importantes para el adecuado desarrollo de la tesis.

Además, **Montenegro (2019)** diseñó un muro en voladizo porque es más fácil de diseñar y más rentable que otros muros armados de hormigón. Para que el diseño del muro fuera efectivo, tenía que cumplir con los factores de seguridad tanto para el vuelco como deslizamiento. En esta tesis calcularon índices de resistencias ante el vuelo fue $FSV = 3,46$ y ante el deslizamiento $FSD = 2,41$, la cuales cumplieron con la norma ($FSV > 2$ y $FSD > 1.5$).

De la misma manera en nuestra tesis se diseñó el muro ménsula, por el mismo criterio ya que en comparación con otros tipos de muros suelen tener una estructura más simple, la construcción podría ser más sencilla porque se necesitan menos elementos estructurales, de igual forma se obtuvo índices de seguridad frente al volcamientos y deslizamientos de 4.05 ($FSV > 2$) y 1.94 ($FSD > 1.5$) respectivamente.

Del mismo modo **Ramírez y Reupo (2020)** predimensionó y diseñó el muro en voladizo de concreto armado, obteniendo índices de seguridad frente al deslizamiento y vuelco con valores de 1.782 y 3.911, respectivamente la cual el muro también cumple en mínimo recomendado.

Ahora respecto a la utilización del programa **Mamani y Rivera (2018)**, recomienda el uso del programa Plaxis 2D para el análisis y modelado del muro, ya que influye en el desarrollo para lograr índices de seguridades más exactos, porque es un programa avanzado que es posible realizar análisis no lineales, lo que resulta útil cuando se trata de condiciones geotécnicas y estructurales complejas.

Sin embargo, en nuestro estudio utilizamos Geo5, que tiene una interfaz amigable y fácil de usar, que puede resultar útil si no está familiarizado con softwares geotécnicos complejos y que además obtuvimos de igual manera valores aceptables respecto a los índices de seguridades.

CONCLUSIONES

- **OG:** Se demostró que con la implementación del muro ménsula mejora el análisis de estabilidad en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023, a través de los índices de seguridades mediante los enfoques de Spencer o Morgenstern-Price, además con el cálculo de los índices ante vuelcos y deslizamientos.
- **OE 1:** Los parámetros geotécnicos del suelo en el tramo km 444 influyen directamente en el análisis en las condiciones iniciales, posteriormente de igual forma en la estabilidad con el muro ménsula. Se requiere una comprensión precisa de estos parámetros para realizar un estudio preciso y tomar decisiones en el diseño del muro en el programa, por lo que mediante la clasificación SUCS se trata de suelo **SC** (Arena arcillosa con gravas).
- **OE 2:** La topografía es un aspecto crítico en el análisis de estabilidad sin y con el muro ménsula ya que, su influencia garantiza la seguridad y eficiencia de la estructura. Además, si el terreno está inclinado o empinado, esto puede afectar la distribución de carga y tensiones a lo largo del muro, por lo que el talud en estudio tiene una altura aproximada de 14 m con una distancia de 22.58 m.
- **OE 3:** Al realizar el análisis en condiciones estáticas y sísmicas, con el muro ménsula en el programa Geo5; nos arroja índices de resistencia del talud en estudio en condiciones estáticas, valores de 1.71 y 1.70, siendo valores que si son aceptables por la norma E050 (>1.5). De igual forma en condiciones sísmicas nos resultó valores de 1.67 y 1.66, la cual también son aceptables por la norma E050 (>1.25).
- **OE 4:** Al realizar el análisis en el programa Geo5 se calculó los índices de seguridad, frente los posibles deslizamientos y vuelcos, con el muro ménsula, dando valores de 1.94 y 4.05 respectivamente, además superan lo recomendado por la norma ($FSD > 1$ y $FSV > 2$), las cuales también el programa arroja porcentajes de ACEPTACIÓN de 49.4% y 77.5%.

RECOMENDACIONES

- Como se ha demostrado de manera contundente que la implementación del muro ménsula conlleva una mejora significativa en el análisis de estabilidad, se recomienda utilizar otros tipos de soluciones (anclajes, cortes, muros pantalla, etc.) para poder hacer un análisis comparativo de los resultados obtenidos de la implementación de soluciones y afirmar cual sería mucho más adecuado.
- Se recomienda que realicen un estudio de suelo detallado para garantizar la seguridad y eficiencia de la investigación, además respecto al programa Geo5 se recomienda solicitar su versión trial, ya que permite mantener los datos geotécnicos.
- Se recomienda que futuras investigaciones examinen el análisis de estabilidad con otros tipos de muros de contención, porque el tipo de muro está determinado en gran parte por la topografía del lugar y la topografía también puede influir en la estabilidad geotécnica del talud, ya que si son empinados o inestables puede necesitar refuerzos adicionales.
- Respecto al análisis sísmico se recomienda considerar el mapa de isoaceleraciones, ya que proporciona el PGA, también se recomienda considerar que en el Perú el movimiento primario o predominante es el índice horizontal, implicando que el movimiento vertical es menor y tiene poca influencia, asumiendo como un valor de cero.
- Se recomienda realizar una verificación ante el vuelco y deslizamiento ya que, es una técnica crítica en la estabilización de taludes que involucran la estructura. Además, los muros de contención están sujetos a cambios debido a las condiciones climáticas, por ello el control de las verificaciones van a permitir tomar en cuenta dichos cambios y garantizar la estabilidad en diferentes condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Hurtado, Jorge Elias. (24 de Agosto de 2022). *Yumpu.com*. yumpu.com. Published 2023:
<https://www.yumpu.com/es/document/read/4471128/disen-de-muros-de-contencion-dr-ing-jorge-elias-alva-hurtado>
- Astudillo L. y Parra M. . (2018). *Diseño de alternativas de muros de contención para la estabilización del talud, ubicado en la parroquia El Valle La Pradera, perteneciente al cantón Cuenca*. Universidad del Azuay. <https://doi.org/https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4279>
- Ayabaca T. y Salazar O. . (2018). *ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO CON EL SISTEMA TERRAMESH PARA EL PROYECTO URBANIZACIÓN TOSCANA*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
<https://doi.org/https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15070>
- Bazan Inga, A. E. . (2020). *Análisis del muro de contención para la estabilidad del talud en el tramo pasamayo Centro Poblado de Castillo- Huari Ancash 2020*. Universidad César Vallejo.
<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59877>
- Cerda, J. A. . . (2015). *Las técnicas y sus métodos en la investigación*. Monografias.com.
<https://doi.org/https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/tecnicas-y-sus-metodos-investigacion/tecnicas-y-sus-metodos-investigacion>
- Cervantes Eusebio, E. (2018). *ESTABILIZACION DE TALUDES EN EL HUAICO LAS MORAS, EMPLEANDO ANALISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO, COMO PROTECCIÓN AL AA.HH LEONCIO PRADO*. UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN.
<https://doi.org/https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3990>

- Chryso. (2020). *¿Qué es el hormigón armado y para qué sirve?* . Chryso.es.
<https://doi.org/https://www.chryso.es/news/344/hormigon+armado#:~:text=Utilizado%20para%20estructuras%20que%20requieren,obtener%20hormig%C3%B3n%20de%20este%20tipo.>
- Coduto, D. P. . (2010). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices*. . Pearson.
<https://doi.org/https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/2/0132368684.pdf>
- construccion, D. d. . (2023). *Definición de muro en ménsula*. . Parro.com.ar.
<https://doi.org/https://www.parro.com.ar/definicion-de-muro+en+m%E9nsula>
- Daga Torres G. . (2022). *Propuesta de muro cantiléver e influencia en el control al deslizamiento del talud del Jirón 17 de febrero, Huánuco - 2022*. UNIVERSIDAD DE HUANUCO.
<https://doi.org/http://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4033>
- G&G®. (2022). *Estabilización de taludes y muros*. G&G®. .
<https://doi.org/https://www.geoygeo.com/aplicaciones/estabilizacion-de-taludes-y-muros/>
- Hoek, E., y Bray, J. W. (1981). *Rock Slope Engineering: Civil and Mining*. . The Institution of Mining and Metallurgy.
https://doi.org/https://civilengineering.files.wordpress.com/2014/10/rock_slope_engineering_civil_and_mining.pdf
- Jade A. . (2020). *Muros de contención: Definición y características*. Arcux. Arcux. <https://doi.org/https://arcux.net/blog/muros-de-contencion-definicion-y-caracteristicas/#:~:text=El%20muro%20de%20contenci%C3%B3n%20es,desborde%20del%20material%20que%20contiene.>
- MAMANI BARRIGA, J. D. Y RIVERA ZAMORA, JHON. (2018). *ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO, MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA PLAXIS 2D EN LA CARRETERA HV-101 KM. 28 + 950 SALCABAMBA – HUANCAVELICA- PERÚ*. UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES.

<https://doi.org/https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5298>

Matteis Álvaro F. . (2003). *Estabilidad de taludes*. Universidad Nacional de Rosario.

https://doi.org/https://www.academia.edu/7518364/Geolog%C3%ADa_y_Geotecnia_Tema_Estabilidad_de_taludes

Montenegro Estela, Kevin. (2019). *Diseño de muros de contención para el mejoramiento de la estabilidad de taludes a fin de construir casas de concreto en el AA. HH Las Minas, Comas-Lima - 2019*.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40124>

Nuñez Candiotti I. . (2020). *Comportamiento estructural y diseño del muro de contención en voladizo de concreto armado para el sostenimiento de talud, ciudad de Huancayo - 2018*. Universidad Continental.

<https://doi.org/https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7998>

Orlando Nieto, J. . (2018). *Diseño de Muro de Hormigón Armado para Proteger Laderas del Río Jipijapa-Tramo Avenida La Prensa-Cantón Jipijapa*. . UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI.

<https://doi.org/https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1217>

Ramírez Chávez, H. A. y Reupo Padilla, C. G. (2020). *Análisis comparativo entre muros de concreto armado y muros Krainer para estabilizar el talud del río Rímac en San Juan de Lurigancho*. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.

https://doi.org/https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652419/Ram%c3%adrez_ChH.pdf?sequence=3&isAllowed=y

RNE. (2016). *Norma CE.020 "Suelos y Taludes"*. NORMA CE.020.

<https://doi.org/http://www.munisantamariadelmar.gob.pe/documentos/Licencia%20de%20Edificacion%202/titulo2/2/CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf>

Valentín Calixto, J. . (2019). *Análisis técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la*

carretera Canta–Huayllay, Km1+920 al Km2+000. Universidad Cesar Vallejo.

<https://doi.org/https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/462>

64

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Céspedes Blas, E (2026). *Análisis de estabilidad de talud con la propuesta de diseño del muro ménsula del km 400 hasta km 460 de la carretera central 18a, Chinchao-Huánuco-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 11

La matriz de consistencia

TÍTULO: “ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD CON LA PROPUESTA DE DISEÑO DEL MURO MÉNSULA DEL KM 400 HASTA KM 460 DE LA CARRETERA CENTRAL 18A, CHINCHAO, HUÁNUCO- 2023”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general: ¿De qué manera la propuesta de diseño del muro ménsula mejorará el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023?</p> <p>Problema específico: • ¿Cómo influyen los parámetros del suelo en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao – Huánuco 2023?</p>	<p>Objetivo General: Determinar como la propuesta del diseño del muro ménsula mejorará el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.</p> <p>Objetivos específicos: • Realizar un estudio de suelo para el análisis de estabilidad de diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao - Huánuco 2023.</p>	<p>Hipótesis General Hi: El diseño del muro ménsula mejorará significativamente el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao-Huánuco 2023.</p> <p>H0: El diseño del muro ménsula no mejorará significativamente el análisis de estabilidad de los taludes en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central</p>	<p>Variable dependiente: • Análisis de estabilidad de Talud</p> <p>Variable independiente: • Diseño del muro ménsula</p>	<p>Enfoque • Es cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel • Es de nivel explicativa</p> <p>Diseño • Es de diseño experimental</p>	<p>Población En el presente trabajo de investigación será considerada desde el km 440 hasta el km 460 de carretera central 18A, Tingo María, ubicado en distrito de Chinchao, provincia y departamento de Huánuco.</p> <p>Muestra En el presente trabajo de investigación se están considerando</p>

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo la topografía influye en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao – Huánuco 2023? • ¿Cuál es el comportamiento del talud en el análisis de estabilidad con el diseño del muro ménsula bajo condiciones estáticas y sísmicas, en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao Huánuco 2023? • ¿Cuáles serán los índices de seguridad, antes los posibles deslizamientos y vuelcos, con el muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao Huánuco 2023? 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el levantamiento topográfico para el análisis de estabilidad de diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao – Huánuco 2023. • Realizar un análisis en condiciones estáticas y sísmicas, con el diseño del muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao Huánuco 2023. • Calcular los índices de seguridad, antes los posibles deslizamientos y vuelcos, con el muro ménsula en los tramos del km 400 hasta km 460 de la Carretera Central 18A, Chinchao Huánuco 2023 	<p>18A, Chinchao-Huánuco 2023.</p>	<p>como el perfil del talud del km 444, de carretera de acuerdo a la observación de la topografía del lugar de estudio.</p>
--	--	------------------------------------	---

Nota. Se observa en el cuadro el resumen importante de la tesis, los problemas, los objetivos, la hipótesis, los variables, la metodología, la población y la muestra.

Figura 48

Estudio de los límites líquido, plástico e índices del km 444

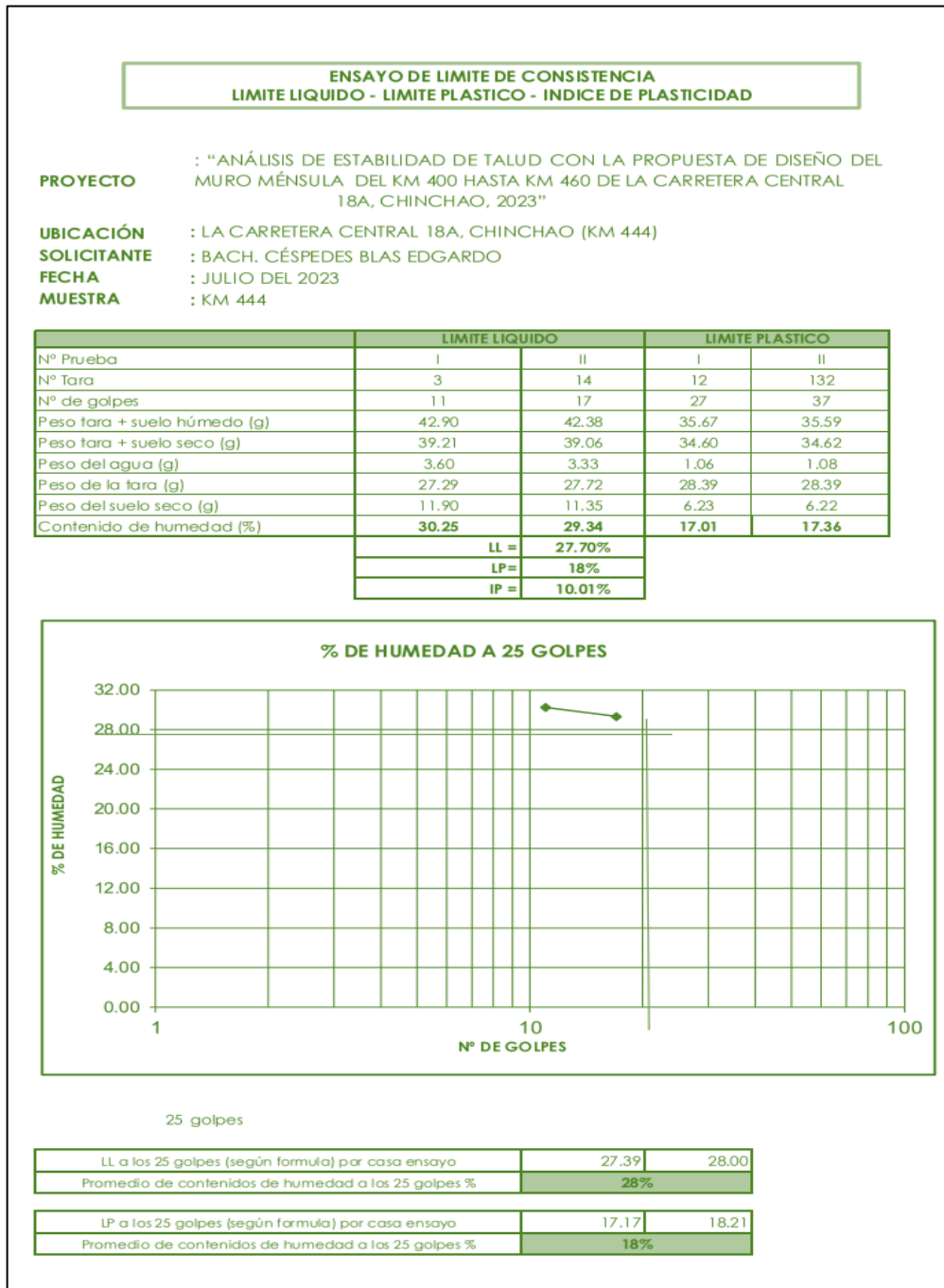
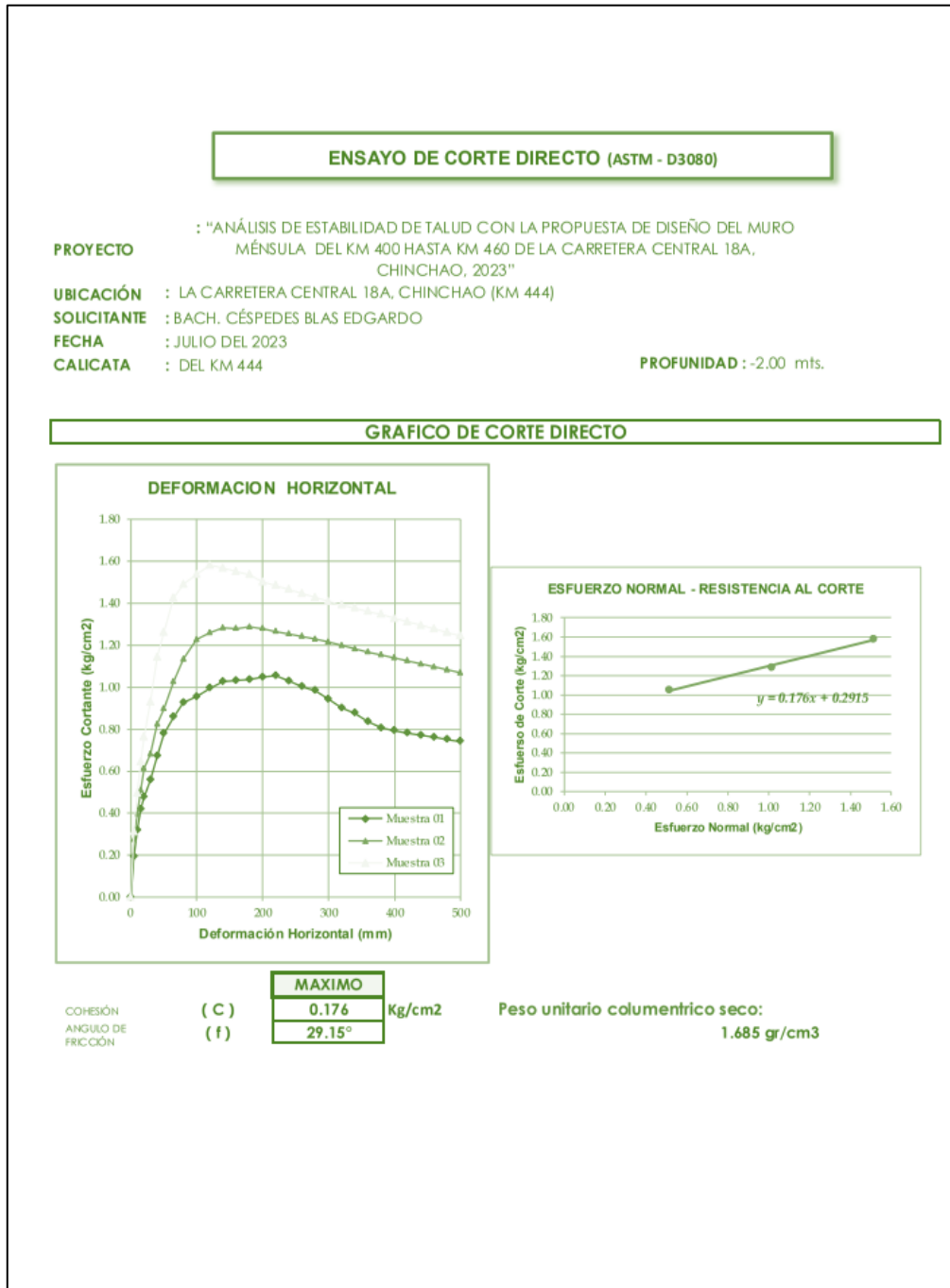


Figura 49

Estudio del ensayo de corte directo del suelo del km 444



ANEXO 2

MAPA DE ISOACCELERACIONES

Figura 50

Mapa de ordenadas espectrales del Perú

