

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Propuesta del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central Huánuco - La Oroya, altura del km 217, Ambo-Huánuco-2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Iturri León, Brolin

ASESORA: Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

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

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76153597

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73645168

Grado/Título: Máster 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, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745



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 **jueves 26 de setiembre de 2024**, 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. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2003-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO – LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUÁNUCO-2023", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Brolin ITURRI LEON**, 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 11 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 11:50 horas del día **26 del mes de setiembre** del año 2024, 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. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: BROLIN ITURRI LEÓN, de la investigación titulada “Propuesta del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central Huánuco - La Oroya, altura del km 217, Ambo-Huanuco-2023”, con asesora INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA, designada mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2195-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % 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, 01 de agosto de 2024



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

37. ITURRI LEÓN BROLIN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

4

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unan.edu.ni

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mis amados padres y a mis amados hermanos por su apoyo en cada paso y cada decisión que tomé, y también por hacer de mí la buena persona que soy hoy.

También a mi asesor por brindarme el apoyo y asesoramiento necesario para poder realizar esta presente tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y a mis hermanos, a ellos les debo muchos de mis logros, incluyendo esta tesis y sin ellos no hubiera sido posible. Me forjaron con responsabilidades y valores, siempre ayudándome a lograr mis metas.

Además, debo expresar mi gratitud a los docentes y compañeros de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, quienes estuvieron presentes en cada etapa de mi capacitación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	20
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	21
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	21
1.3. OBJETIVOS.....	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	23
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	23
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	23
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	25
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	27
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	29
2.2. BASES TEÓRICAS	29
2.2.1. ESTRUCTURA DE RETENCIÓN POR GRAVEDAD	29
2.2.2. ESTRUCTURAS DE GAVIONES.....	30

2.2.3.	LOS GAVIONES	32
2.2.4.	LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DE GAVIONES..	33
2.2.5.	FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL GAVIÓN	34
2.2.6.	LA DETERMINACIÓN DEL EMPUJE	35
2.2.7.	DETERMINACIÓN DEL PESO DEL MURO	37
2.2.8.	MOVIMIENTOS EN MASA.....	38
2.2.9.	VOLCAMIENTO O TOPPLING	40
2.2.10.	DESLIZAMIENTO O LANDSLIDES	40
2.2.11.	VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO	42
2.2.12.	VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO	43
2.2.13.	PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE GAVIONES.....	45
2.2.14.	FORMULA DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD.....	46
2.2.15.	FACTORES UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO LÍMITE	47
2.2.16.	LIMITACIONES DEL FORMULA DE EQUILIBRIO LÍMITE	50
2.2.17.	EL COEFICIENTE DE SEGURIDAD (F. S.)	50
2.2.18.	CARGAS VEHICULARES Y PEATONALES	52
2.2.19.	ANÁLISIS MEDIANTE SOFTWARES.....	53
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	53
2.4.	HIPÓTESIS.....	55
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	55
2.5.	VARIABLES.....	55
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	55
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	55
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	55
CAPÍTULO III		57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		57
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1.1.	ENFOQUE	57
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	57
3.1.3.	DISEÑO	58

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	58
3.2.1. POBLACIÓN	58
3.2.2. MUESTRA.....	58
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	60
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	61
CAPÍTULO IV.....	62
RESULTADOS.....	62
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	62
4.1.1. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN SLIDE V.6	69
4.1.2. ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES INTERIORES EN GEO5	74
4.1.3. VERIFICACIONES DEL ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES INTERIORES.....	81
4.1.4. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN GEO5 CON ESCALONES INTERIORES.....	90
4.1.5. ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES EXTERNOS EN GEO5	93
4.1.6. VERIFICACIONES DEL ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES EXTERIORES	96
4.1.7. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN GEO5 CON ESCALONES EXTERIORES	104
4.1.8. RESUMEN DE CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD	107
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	108
CAPÍTULO V.....	114
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
5.1. LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	114
CONCLUSIONES	116

RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones estándar	33
Tabla 2 Coeficientes de seguridad.....	34
Tabla 3 Tipo de movimiento en masa	39
Tabla 4 Escala de velocidades	39
Tabla 5 Representación de grietas a tensión para análisis del equilibrio limite	51
Tabla 6 Operacionalización de variables	55
Tabla 7 Puntos topográfico en coordenadas UTM.....	62
Tabla 8 Resumen de las características de las 5 secciones.....	66
Tabla 9 Las coordenadas del talud de la sección-01	67
Tabla 10 Metrados de los tipos de vehículos más representativos que circulan por la zona.....	68
Tabla 11 Resumen de los coeficientes de seguridad sin la influencia del muro de gaviones de la sección-01	74
Tabla 12 Parámetros del material de relleno	75
Tabla 13 Propiedades de la malla de caras reforzadas 8x12	76
Tabla 14 Propiedades físicas del suelo con gravas y arenas arcillosas (sw).....	77
Tabla 15 Predimensionamiento de la estructura del gavión	77
Tabla 16 Información obtenida por el formula de Spenser en la seccion-01	80
Tabla 17 Verificación y control de equilibrio del muro interno	82
Tabla 18 Fuerzas y momentos que actúan en la base del muro interno.....	85
Tabla 19 Carga de servicio en la base del muro.....	85
Tabla 20 Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número 1.....	87
Tabla 21 Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 2.....	88
Tabla 22 Efectos de la comprobación más detallado.....	89
Tabla 23 Resumen de los coeficientes de seguridad con la influencia del muro con escalones internos	93
Tabla 24 Predimensionamiento de la estructura del gavión con escalones externos	94

Tabla 25 Verificación y control de equilibrio del muro con escalones externos	97
Tabla 26 Verificación de diseño en la base del muro externo.....	99
Tabla 27 Carga de servicio que actúan en la base del muro externos	99
Tabla 28 Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 1.....	101
Tabla 29 Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 2.....	102
Tabla 30 Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número 3.....	103
Tabla 31 Resumen de los coeficientes de seguridad con la influencia del muro de gaviones con escalones externos.....	107
Tabla 32 Resumen de todos los FS por los cinco enfoques	107
Tabla 33 Prueba de normalidad para los datos sin considerar la influencia del muro de gaviones	109
Tabla 34 Prueba de normalidad para los datos considerando la influencia del muro de gaviones con escalones internos.....	110
Tabla 35 Prueba de normalidad para los datos considerando la influencia del muro de gaviones con escalones externos.....	110
Tabla 36 Resumen de la Prueba de Wilcoxon para la hipótesis general ...	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación básica de la estructura de contención por gravedad	30
Figura 2 Gaviones con escalonamiento internos y externos.....	30
Figura 3 Componentes de un gavión caja	33
Figura 4 Fuerzas actuantes en los muros de gaviones.....	35
Figura 5 Fuerzas Sísmicas actuantes en el muro	35
Figura 6 Los escalones exteriores del muro	36
Figura 7 Los escalones interiores del muro	36
Figura 8 El peso del muro	37
Figura 9 Procesos que conducen al Volcamiento	40
Figura 10 Deslizamiento rotacional.....	41
Figura 11 Representación de un deslizamiento Traslacional.....	42
Figura 12 Verificación contra el deslizamiento	42
Figura 13 Verificación contra el deslizamiento	44
Figura 14 Base del muro.....	45
Figura 15 Parte superior del muro	45
Figura 16 Profundidad del muro.....	46
Figura 17 Fórmulas para calcular el coeficiente de seguridad	47
Figura 18 Grietas a tensión para análisis del equilibrio limite	48
Figura 19 Procesamiento de las curvas de nivel y 5 secciones de perfil	63
Figura 20 Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-01	64
Figura 21 Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-02	64
Figura 22 Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-03	65
Figura 23 Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-04	65
Figura 24 Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-05	66
Figura 25 Modelamiento de la sección más crítica (corte 01)	69
Figura 26 Formula de las dovelas en la sección-01(25 rebanadas).....	70
Figura 27 Coeficiente de seguridad por Fellenius (sección-01)	71
Figura 28 Coeficiente de seguridad aplicando por Spenser (sección-01)....	71
Figura 29 Coeficiente de seguridad por Bishop Simplified (sección-01)	72
Figura 30 Coeficiente de seguridad por Janbu Simplified (sección-01)	72
Figura 31 Coeficiente de seguridad por Morgenstern y Price (sección-01) .	73

Figura 32 Predimensionamiento del muro	78
Figura 33 El muro y el terreno en estudio	78
Figura 34 El empotramiento del muro.....	79
Figura 35 Fuerzas del método Spencer en el muro	80
Figura 30 Aplicación de las fuerzas en el muro	81
Figura 37 Obtención de las fuerzas aplicadas sobre el muro	82
Figura 38 Verificación de los resultados en la estabilidad de vuelco y deslizamiento	83
Figura 39 Efectos de la comprobación más detallado	83
Figura 40 Modelamiento las fuerzas en el base del muro y suelo	84
Figura 41 Verificación de la estructura del muro de gavión de la capacidad portante.....	84
Figura 30 Efectos de la comprobación más detallado de la capacidad portante.....	86
Figura 30 Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque número 1.....	87
Figura 30 Verificación automática en la junta debajo del bloque número 1 .	87
Figura 30 Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 2.....	88
Figura 30 Verificación automática en la junta debajo del bloque numero 2 .	88
Figura 30 Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 3.....	89
Figura 30 Verificación automática en la junta debajo del bloque numero 3 .	89
Figura 49 Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Fellenius.....	90
Figura 50 Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Spencer.....	91
Figura 51 Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Bishop.	91
Figura 52 Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Janbu.	92
Figura 53 Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Morgenstern y Price	92
Figura 54 Predimensionamiento de la estructura con escalones externos ..	94

Figura 55 Modelamiento de la estructura del muro con escalones externos y el terreno en estudio	94
Figura 56 El empotramiento y la estructura del muro de gavión	95
Figura 57 Fuerzas aplicadas con el formula Spencer en la estructura del gavión con escaleras externas.....	95
Figura 58 Modelamiento de las fuerzas en el muro	96
Figura 59 Modelamiento de las fuerzas aplicadas sobre el muro	97
Figura 30 Verificación de los resultados en la estabilidad de vuelco y deslizamiento	97
Figura 61 Efectos de la comprobación más detallado	98
Figura 62 Resultados del modelamiento las fuerzas de resistencia en el suelo	98
Figura 63 Verificación de la excentricidad y de la capacidad admisible.....	99
Figura 64 Efectos de la comprobación más detallado de la capacidad portante.....	100
Figura 65 Fuerzas en la junta debajo del bloque numero 1	101
Figura 66 Efectos de la comprobación más detallado	101
Figura 67 Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 2.....	102
Figura 68 Efectos de la comprobación más detallado	102
Figura 69 Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque número 3.....	103
Figura 70 Verificación automática en la junta debajo del bloque número 3	103
Figura 71 Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Fellenius	104
Figura 72 Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Spencer	105
Figura 73 Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Bishop	105
Figura 74 Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Janbu	106
Figura 75 Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Morgenstern y Price	106
Figura 76 Columnas agrupadas de los resúmenes de los FS	108

Figura 77 Comparativo de los coeficientes obtenidos y establecido sin la incidencia del muro de gaviones.....	112
Figura 78 Comparativo de los coeficientes obtenidos y establecidos con la incidencia del muro de gaviones con escalones internos	113

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la influencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad de los taludes por medio de softwares geotécnicos como SLIDE V.6 y GEO5, además se analizó el control de volcamiento y deslizamiento a través del coeficiente de seguridad sin el uso de muro y el efecto del uso del muro. Con una investigación de tipo aplicada, cuantitativa, de nivel correlacional y diseño no experimental

Para análisis, se obtuvieron las propiedades físicas del suelo, como el peso unitario ($\gamma=12\text{KN/m}^3$), el ángulo de fricción ($\Phi=29,68^\circ$) y la cohesión (31.38 KN/m^2), parámetros correspondientes al suelo con grava y arena arcillosa (sw). Además, se llevó a cabo un levantamiento topográfico.

Se realizó el análisis considerando el perfil más representativo sin la existencia de la estructura del muro de gaviones en el software SLIDE V.6 y luego en el software GEO5, teniendo en cuenta la estructura de gaviones. Se utilizaron cinco métodos de la fórmula de las dovelas para calcular los coeficientes de seguridad y se evaluó la influencia de la estructura de muro de gaviones.

Los resultados que se obtuvo sin el muro fueron de 0.982 por el método Fellenius, 1.041 por Spencer, 1.049 por Bishop Simplified, 0.974 por Janbu Simplified y 1.044 por Morgenstern -Price, determinado que el coeficiente mínimo fue proporcionado por Janbu Simplified y el coeficiente máximo por Bishop Simplified.

Posteriormente, se utilizó el software GEO5 para evaluar los resultados con la presencia del muro de gaviones. En el caso del muro de gaviones con escalones internos, se obtuvo un 5.6% de aceptación respecto al vuelco y un 7.3% de aceptación al deslizamiento. Por otro lado, con el muro de gaviones con escalones externos, se registró un 4.3% de aceptación ante el vuelco y un 6.9% de aceptación contra el deslizamiento. Estos resultados indican que los coeficientes de seguridad fueron mayores a $FS>1.5$, cumpliendo con la norma.

Además, se realizó una evaluación según los principios de Spencer, que sigue los parámetros del análisis estático de momentos y fuerzas. El coeficiente de seguridad con la incidencia del muro de gaviones utilizando el criterio de Spencer en el software GEO5, fue de 4.48, mientras que los resultados del software SLIDE V.6 fueron de 1.041. Por lo tanto, se pudo concluir que la propuesta de muro de gaviones incide positivamente en el análisis de estabilidad de los taludes en el tramo de la carretera central Huánuco - La Oroya, altura del km 217, mejorando significativamente los coeficientes de seguridad.

Palabras Claves: deslizamiento, volcamiento, muro de gaviones, coeficiente de seguridad, talud.

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the influence of the gabion wall on the stability analysis of the slopes through geotechnical software such as SLIDE V.6 and GEO5, in addition the overturning and gradual control was analyzed through the safety coefficient without the use of wall and the effect of the use of the wall. With an applied, quantitative, correlational level research and non-experimental design.

For analysis, the physical properties of the soil were obtained, such as unit weight ($\gamma=12\text{KN/m}^3$), friction angle ($\Phi=29.68^\circ$) and cohesion (31.38KN/m^2), parameters corresponding to the soil with gravel and clayey sand (sw). In addition, a topographic survey was carried out.

The analysis was carried out considering the most representative profile without the existence of the gabion wall structure in the SLIDE V.6 software and then in the GEO5 software, taking into account the gabion structure. Five pigeon formula methods were used to calculate the safety coefficients and the influence of the gabion wall structure was evaluated.

The results obtained without the wall were 0.982 by the Fellenius method, 1.041 by Spencer, 1.049 by Bishop Simplified, 0.974 by Janbu Simplified and 1.044 by Morgenstern -Price, determined that the minimum coefficient was provided by Janbu Simplified and the maximum coefficient by Bishop Simplified.

Subsequently, the GEO5 software was used to evaluate the results with the presence of the gabion wall. In the case of the gabion wall with internal steps, 5.6% acceptance was obtained regarding overturning and 7.3% acceptance when landing. On the other hand, with the gabion wall with external steps, a 4.3% acceptance against flight and a 6.9% acceptance against displacement was recorded. These results indicate that the safety coefficients were greater than $FS>1.5$, complying with the standard.

In addition, an evaluation was carried out according to Spencer's principles, which follows the parameters of static analysis of moments and

forces. The safety coefficient with the incidence of the gabion wall using the Spencer criterion in the GEO5 software was 4.48, while the results of the SLIDE V.6 software were 1.041. Therefore, it could be concluded that the gabion wall proposal has a positive impact on the stability analysis of the slopes in the section of the central highway Huánuco - La Oroya, height of km 217, significantly improving the safety coefficients.

Keywords: landslide, overturning, gabion wall, safety coefficient, slope.

INTRODUCCIÓN

Los desastres causados por deslizamientos y volcamientos son muy comunes en el Perú y Huánuco no es ajeno a ello, ya que cuenta con zonas críticas de riesgo geológico, como es el caso en el tramo de la carretera central Huánuco - La Oroya, ubicado alrededor del tramo del Kilómetro 217, cerca del centro poblado de Huaracalla, región y provincia de Ambo, que actualmente presenta problemas de deslizamiento y volcamiento.

La región de Huánuco llueve de forma continua, sobre todo en los meses de enero, febrero y marzo, que, según los informes más recientes de INDECI y COEN, de noviembre del 2021 se presentó un deslizamiento la cual afectó la carretera central en el kilómetro 217 Huánuco - La Oroya a consecuencia de las continuas lluvias, que no solo generaron problemas económicos por la respuesta y rehabilitación, sino que también perjudicaron a las personas del lugar y especialmente en la movilidad de los vehículos.

Por ello, en esta tesis presentada a la Universidad de Huánuco, se propone realizar un análisis de los coeficientes de seguridad del talud de la carretera central Huánuco - La Oroya, ubicado alrededor del tramo del Kilómetro 217 y especialmente el uso de la estructura de muro de gaviones como solución alternativa; es importante mencionar que muchos estudios confirman que los muros de gaviones son una buena opción para la estabilización de taludes, ya que la solución propuesta del uso de una estructura de muro de gaviones ayuda a mejorar la estabilidad de un talud, debido a que estas estructuras son duraderas, flexibles, de larga duración, permeables tienen una gran ventaja económica ante otros, pero no se queda atrás ya que cumple con la misma resistencia estructural.

Finalmente en esta tesis se analizará el perfil-01 más crítico y significativo; utilizando diferentes métodos del formula de equilibrio límite o también conocida como dovelas; tales como: Fellenius, Spencer, Bishop Simplified, Janbu Simplified y Morgenstern-Price; con la intención de examinar el coeficiente de seguridad sin efecto de la estructura de gaviones con el software Slide V.6; todo aquello se lograra gracias al estudio de suelos y el

levantamiento topográfico; ya que son los pilares fundamentales para el análisis, para finalmente poder examinar el coeficiente de seguridad con efecto de la estructura de gaviones tanto con escalones internos como externos con el software Geo5.

La presente tesis se divide en cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo I, se presenta y se describe los motivos de la presente tesis, se formula el problema de la investigación y los objetivos generales como las específicas, las justificaciones, limitaciones y viabilidad.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico, el desarrollo de los antecedentes a nivel internacional, nacional y regional, así como las bases teóricas relacionados al tema de estudio, también se encuentran las definiciones conceptuales, las hipótesis y las variables con su cuadro de operacionalización.

En el capítulo III, se describe la metodología de la investigación, el cual consiste en definir el tipo, enfoque, alcance y diseño de la investigación. Además, se presenta la población y la muestra. Además, se muestran las técnicas e instrumentos para la recolección, presentación y análisis e interpretación de los datos.

El capítulo IV, se desarrolla el procesamiento de datos, modelamiento y análisis de los coeficientes de seguridad en el software Slide V.6, con influencia del muro y sin ellas, para finalizar con la contrastación de la hipótesis.

Finalmente, en el capítulo V y último; se muestra las discusiones de resultados contrastando con los estudios de los antecedentes, también se muestra las conclusiones y recomendaciones de la propuesta de estabilización que se desarrolló en la presente tesis.

Adicionalmente se presenta los anexos, que sirven de apoyo a la investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en el mundo de la ingeniería civil y la geotecnia, es interesante proponer soluciones alternativas utilizando diferentes métodos para la máxima certeza de taludes en suelo y roca, con el fin de identificar diferentes tipos de fallas en los taludes, porque esto permitirá un análisis suficiente para estabilizarlos.

Arango (2014) afirma que, en varias partes del mundo, los deslizamientos y volcamientos de tierra ocurren con mucha frecuencia en laderas o colinas, los deslizamientos y volcamientos de tierra causan accidentes y muertes en peor de los casos; también dañan las estructuras de las casas circundantes y genera grandes pérdidas económicas.

En Perú, la inestabilidad de los taludes se debe principalmente a factores externos como la caída de suelos y rocas, el clima, fallas rotacionales y traslacionales, así como factores internos como los movimientos sísmicos que causan deslizamientos en los taludes cuando la fuerza estabilizadora cae por debajo del coeficiente de seguridad de 1 y alcanza su nivel límite.

Debido a que es un problema común en la mecánica del suelo, se utilizan diferentes fórmulas de análisis para abordarlo. De estas técnicas, la fórmula de equilibrio límite es la más utilizada cuando se aplica a taludes de suelo o roca, considerando mecanismos de fractura como planos, biplanos, circulares y en cuña.

Ante este problema, existen muchas soluciones para controlar el deslizamiento y volcamiento. Según Suarez (2009), algunas de estas soluciones incluyen muros de gravedad, muros de Semi-gravedad, muros de contención en voladizo y muros de contención tipo gaviones.

Es importante mencionar que en la actualidad existen varios programas que son un excelente apoyo para los ingenieros porque permiten un análisis

rápido y adecuado utilizando la fórmula de equilibrio límite y elementos finitos. Estos son los métodos más sencillos porque pueden obtener un coeficiente de seguridad y valores de resistencia al corte en el momento de la falla.

El tramo carretera central Huánuco - La Oroya, Ambo-Huánuco, alrededor de la altura del Km 217, actualmente tiene constantes problemas de deslizamiento y volcamiento a consecuencias de las constantes lluvias que se produce en la región de Huánuco, especialmente en los tres primeros meses del año son los más lluviosos, lo cual genera problemas en la transitabilidad de los vehículos y personas, afectando también al centro poblado más cercano de Huaracalla, distrito y provincia de Ambo que esta colindante al lugar de estudio; y más que nada pérdidas económicas que trae consigo las actividades de respuesta ante la problemática; que son los trabajos de limpieza y rehabilitación de la vía afectada, entonces para solucionar el problema del deslizamiento y volcamiento del talud, se ha planteado el proyecto teniendo en cuenta las condiciones y/o características del lugar de estudio el uso de un muro de gaviones.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Como determinar la influencia del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud por medio de softwares geotécnicos en la carretera central altura del km 217 Huánuco-La Oroya, Ambo-Huánuco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo evaluar control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad sin la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya?
- ¿Cómo evaluar control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad con la incidencia del muro de

gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya?

- ¿Cómo inciden los estudios de las características de los suelos en la propuesta del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco-La Oroya?
- ¿En qué medida repercutirá el levantamiento topográfico en la propuesta del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud por medio de softwares geotécnicos en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad sin la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.
- Analizar el control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad con la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.
- Desarrollar un estudio de mecánica de suelos para diseñar la alternativa de estabilización de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.

- Elaborar un levantamiento topográfico para diseñar la propuesta de estabilización de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El objetivo de esta tesis fue analizar los taludes utilizando la fórmula de equilibrio límite, lo que permitió identificar las áreas potenciales de falla en caso de deslizamientos y volcamientos. Además, se sugirió la implementación de un muro de gaviones como alternativa para mejorar la estabilidad del talud y prevenir posibles derrumbes y caídas en el futuro.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación tuvo como objetivo aplicar las fórmulas de equilibrio límite, analizando los coeficientes de seguridad del talud con diferentes fórmulas para diferentes tipos de fallas. Por lo tanto, esta investigación tuvo un impacto positivo y dejó un precedente para la ciudad de Huánuco, ya que se aportó conocimiento y manejo de software, como el software SLIDE V.6 para determinar la estabilidad de los taludes y el software GEO5 para determinar la estabilidad de los taludes.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para lograr los objetivos planteados en la presente tesis, se realizó de manera planificada y sistemática, realizando estudios básicos de la mecánica de suelos y el levantamiento topográfico de la superficie del talud; de esta forma se obtuvo información fiable y veraz. Se espera que esta investigación haga una gran contribución a los estudios futuros relevantes sobre la estabilidad de taludes y la propuesta de utilizar un muro de gaviones para su estabilización.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones presentes en la tesis fueron la falta de trabajos a nivel local en la ciudad de Huánuco con relación a la estabilidad del talud con la propuesta de solución usando muros de gaviones, fundamentalmente con el uso de softwares geotécnicos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Para desarrollar la tesis de manera adecuada, fue necesario invertir recursos financieros en el personal administrativo y en la realización de estudios de campo como el estudio de suelos y levantamiento topográfico. Por lo tanto, la investigación actual es factible debido a que abordó el uso y la capacitación del software geotécnico como SLIDE V.5 y GEO05, lo cual fue solucionado por el tesista ya que el gasto no tuvo grandes recursos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Sierra (2019), en su trabajo de investigación: *“Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el km 79 + 625 del tramo seis: Ampliación del tercer carril vía Anapoima -Mosquera Cundinamarca”*, presentada a la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá D.C.; se planteó como objetivo general modelar la mitigación de estabilización de taludes con programas de análisis, para luego comparar los resultados entre dichos software y finalmente recomendar cuál solución es la más óptima y factible de entender para modelar y determinar los resultados obtenidos. La investigación aportó un diseño no experimental para analizar los taludes geotécnicos en la vía Anapoima - Mosquera. Después de la investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones: 1) El talud en el tramo 6 Km 79+625 de la vía Anapoima - Mosquera (Cundinamarca) actualizado un coeficiente de seguridad inicial previo a la intervención vial menor a uno (1), según los parámetros calculados por resultados experimentales, conexiones SPT y documentos de referencia. El tipo de material contenido en el talud es homogéneo de tipo LODOLITA. 2) Después de implementar los análisis en el software, utilizando las fórmulas de Spencer, Janbu Simplificado y Bishop a través de la fórmula de dovelas, se observaron diferencias entre los softwares, especialmente en el software GEO 5. 3) El software SLIDE comenzó a ser el más fácil de entender y usar para los usuarios, ya que puede modelar cualquier tipo de pendiente, tiene muchas herramientas que son fáciles de entender.

Padro, Aguilar y Cruz (2020) en su trabajo titulado: *“Análisis de Estabilidad de Talud de la Carretera Nic.7 en el Km 176, Municipio de Santo Tomas, del Departamento de Chontales”*; La investigación fue presentada a la Universidad Autónoma de Nicaragua en Managua y tenía como objetivo general evaluar la estabilidad del talud de la carretera Nic.7 en el Km 176 del departamento de Chontales. Se mejoró un diseño de investigación mixto tanto cualitativo como cuantitativo. La población estudiada se encuentra en el km 176 de la carretera Nic.7 en el municipio santo tomas del departamento de Chontales. Después de la investigación, se llegaron a las siguientes 1) El factor principal que contribuye al desprendimiento del talud es el alto grado de fracturamiento del talud, además de la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante en la roca. 2) Los resultados mostraron una alta masa por desprender y un coeficiente de seguridad excepcionalmente bajo (0,338). Utilizando varios modelos, se llegó a un coeficiente de seguridad mínimo promedio de 0,4, considerando 1,5 como estable. 3) El software SLIDE se extrajo para el análisis, considerando las condiciones más difíciles del sitio modelado, utilizando diferentes fórmulas. Se identificaron las características estándares del material a partir de ensayos de laboratorio y documentos sobre la clasificación de las rocas y sus propiedades geomecánicas para poder ejecutar el programa. 4) Para estabilizar un talud, se pueden utilizar diferentes fórmulas, como barreras o muros de contención, además de la fórmula planteada. Además, se pueden utilizar medidas de seguridad como muros de hormigón, pilotes o gaviones para evitar que el material obstruya o bloquee la carretera principal.

Pozo (2021) en su proyecto titulado: *“Análisis de Estabilidad de Taludes de una extensión de 260 metros en la Vía Papallacta Baeza, sector Cuyuja”*; presentada a la Escuela Politécnica Nacional; el objetivo de la investigación fue evaluar la estabilidad de los taludes en un segmento de 260 metros de la vía Papallacta Baeza, en el sector Cuyuja, con el fin de establecer medidas de mitigación y alcance de los taludes. La población estudiada es de 620 personas y se llegó a las siguientes conclusiones: 1) Las mediciones SPT junto con la topografía del terreno

de la ubicación del talud de estudio permitieron la creación de un modelo digital para comprender el comportamiento interno y superficial del talud utilizando el software geotécnico GEO 5. 2) Los perfiles en la parte norte del talud presentan limolita con poca grava (SM), mientras que en la parte media del talud solo hay mica. En la parte sur de los perfiles, hay una nueva capa que corresponde a franco arenoso inorgánico con baja plasticidad (CL). 3) Los coeficientes de seguridad promedio para la arena limosa (SM) están por debajo de 1, lo que corresponde a coeficientes de seguridad muy bajos para la mica y de la arcilla limo de arena inorgánica con bajo contenido de plástico los valores medios son superiores a 1,5 (CL). 4) Para lograr las mejoras deseadas en las vías expresas que forman vías de alto tráfico, es fundamental realizar un análisis de estabilidad de taludes., ya que asegura el buen desempeño de todas las obras de ingeniería en el talud.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Barboza y Zambrano (2021) en su tesis: *“Análisis Comparativo de la Aplicación de los Formulas Bishop Simplificado y Morgenstern Price para la Determinación de la Estabilidad de Taludes”*; presentada a Universidad Privada del Norte; se trazó como objetivo general realizar un análisis comparativo aplicando el formula simplificado de Bishop y Morgenstern-Price para determinar la estabilidad de taludes. Con un enfoque cualitativo, investigo la literatura científica sobre la aplicación de la fórmula simplificada de Bishop y Morgenstern-Price para determinar la estabilidad del talud de la carretera. Llegué a las siguientes conclusiones: 1) Los principales factores evaluados en la pendiente son la cohesión del suelo y la roca y el ángulo de fricción, y para la cohesión es muy diferente según el tipo de roca predominante y la cantidad de erosión que se haya producido. 2) Las características geotécnicas principales del talud incluyen el tipo de roca o suelo, la altura, el ángulo natural del talud, el RMR, el ángulo de fricción, el GSI, la fuerza adhesiva, la gravedad específica y la resistencia a la compresión uniaxial. 3) Según el análisis del coeficiente de seguridad según los estudios revisados, el

coeficiente de seguridad es 1.332 en condiciones estáticas según la fórmula simple de Bishop y Morgenstern-Price es 1.350. 4) Podemos finalmente concluir que el análisis comparativo que desarrolló la fórmula simple de Bishop y Morgenstern-Price para determinar la estabilidad de los taludes llevó a la conclusión de que las fórmulas se pueden usar para determinar la estabilidad de los taludes. Esto mejorará la estabilidad de los taludes. Estas fórmulas ayudan a comprender mejor los problemas de inestabilidad porque la masa de roca y suelo resiste la amenaza de deslizamientos y deslizamientos de rocas.

Vilca (2019), en su tesis: *“Estudio Geotécnico para la Estabilidad del Talud del Depósito de Desmonte Santa Rosa del Proyecto Santa Rosa - Arequipa”*; presentada a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; se trazó como objetivo general la determinación de las características geotécnicas de los materiales y del proyecto de construcción del relleno sanitario de Santa Rosa - Arequipa. con un enfoque cuantitativo. El sitio de disposición cerca de la mina en el Reclamo Minero Santa Rosa, cerca de Quebrada Tamtarpata, fue utilizado como sitio no experimental para llegar a las siguientes conclusiones: 1) Según el análisis estático y pseudoestático realizado con el software Slide V 6.0, determinaron coeficientes de seguridad superiores al mínimo recomendado (1,5 en condiciones estáticas y 1,3 en condiciones normales). 2) además; de acuerdo con el cálculo de la capacidad de carga del desmonte, se ha inferido que la carga de espacio libre que se eliminará es menor que la capacidad de carga total máxima permitida, lo que representa un área de cimentación estable sin el riesgo de falla potencial de la línea de rotura.

Lugo (2018) en su tesis titulado: *“Combinación de los Formulas Janbú – Spencer en el Análisis de Estabilidad de Taludes para el Empleo de Sistemas Flexibles de Alta Resistencia en la Construcción de Carreteras”*; presentada a la Universidad Nacional Federico Villareal; El propósito de este trabajo es lograr que en la construcción de carreteras en Perú en zonas con taludes y taludes inestables, se utiliza un formula

analítico para luego utilizar solo un determinado sistema estable y también establecer fórmulas analíticas apropiados para determinar el grado de inestabilidad de taludes al construir la carretera. Por siguiente el trabajo llevó a las siguientes conclusiones: 1) Aunque hay muchas fórmulas para evaluar la estabilidad de los taludes, realizar trabajo de campo utilizando una combinación de dos fórmulas analíticas (Janbú y Spencer) hace que los resultados sean más confiables porque casi siempre se discuten todos los coeficientes causales de la inestabilidad. 2) El impacto de la infiltración de agua es una de las causas más cruciales en el análisis de la estabilidad de los taludes. Esto provoca un cambio en el estado de la pendiente. Al mismo tiempo, este nuevo estado altera la permeabilidad del suelo y el flujo de agua en él. Para gestionar este tipo de interacción, se necesitan fórmulas efectivas como Janbú.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Actualmente, es complicado encontrar trabajos comparables con la solución alternativa de muros de gaviones, tanto en la UDH como en la Unheval.

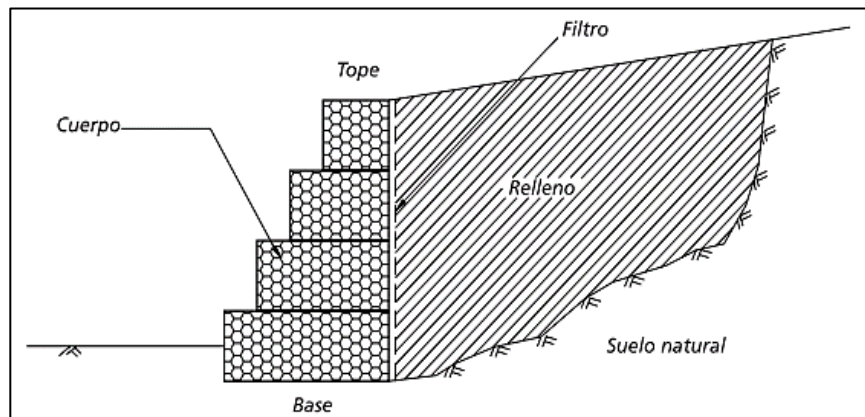
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ESTRUCTURA DE RETENCIÓN POR GRAVEDAD

Para su estabilidad, las estructuras de gravedad utilizan su propio peso y con frecuencia el peso de la parte de la masa del suelo incorporado. Los materiales utilizados y la forma de las estructuras de gravedad varían. Pueden construirse con hormigón ciclópeo, mortero de piedra, gaviones o incluso una combinación de varios materiales. La principal ventaja de los muros de gravedad es que son muy fáciles de usar. Su construcción generalmente no requiere mano de obra especializada. (Almeida, 2005)

Figura 1

Representación básica de la estructura de contención por gravedad



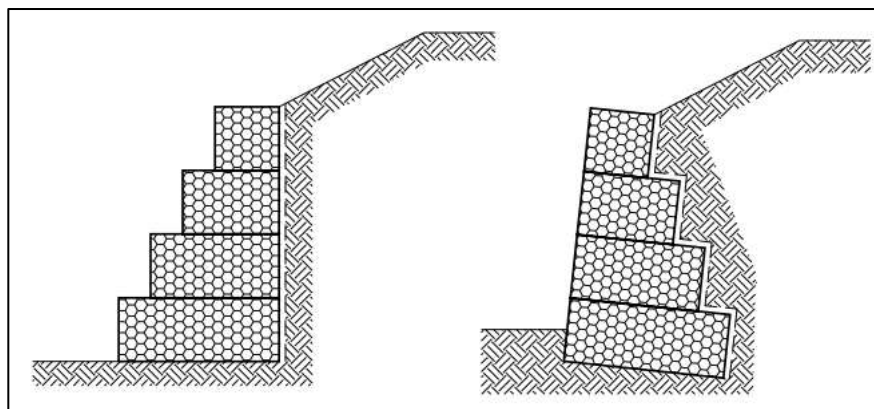
Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

2.2.2. ESTRUCTURAS DE GAVIONES

Esos están formados por componentes metálicos que están rellenos de piedras mediante una malla hexagonal de doble torsión. Desde un punto de vista económico y técnico, estas estructuras son muy ventajosas en comparación con las estructuras de contención porque exhiben una serie de características funcionales que no se encuentran en otro tipo de estructuras. (Almeida, 2005)

Figura 2

Gaviones con escalonamiento internos y externos



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

Como se presentó anteriormente, la construcción de un muro de gaviones no es complicada; sin embargo, el edificio final cumplirá con

requisitos significativos. En realidad, podemos llamar a los gaviones estructuras:

➤ **Monolíticas**

Todos los elementos que componen la estructura de gaviones están conectados entre sí mediante tirantes que recorren todos los bordes expuestos. El resultado es una masa homogénea con resistencia uniforme en todos los puntos de la estructura. (Almeida, 2005)

➤ **Resistentes**

La noción de que una estructura hecha de malla metálica carece de resistencia estructural y durará mucho tiempo es una idea errónea. La malla utilizada es una malla de doble torsión en forma de hexagonal. Este tipo de malla tiene una resistencia nominal a la tracción y permite una distribución más uniforme de los esfuerzos a los que están sometidos. (Almeida, 2005)

➤ **Armadas**

Son capaces de soportar esfuerzos cortantes y de tracción. La estructura metálica no solo contiene la roca, sino que también soporta y distribuye los esfuerzos de tracción aplicados, si estos esfuerzos incluso son impredecibles en el cálculo debido a asentamientos o deformaciones locales. (Almeida, 2005)

➤ **Flexibles**

Permite que las estructuras se adapten a los movimientos y deformaciones del terreno sin sacrificar su eficiencia y estabilidad. Es el único tipo de estructura que, debido a su versatilidad, no requiere cimentación profunda, incluso si se construye sobre suelos de baja capacidad portante. (Almeida, 2005).

➤ **Permeables**

Un sistema de drenaje eficiente es esencial para el buen funcionamiento y la vida útil de las estructuras de soporte, como es bien sabida. Por tal motivo los gaviones de contención, debido a las propiedades intrínsecas del material del que están fabricados, son totalmente impermeables y por tanto auto drenantes, reduciendo por completo la presión hidrostática sobre la estructura. (Almeida, 2005).

➤ **Bajo impacto ambiental**

En la actualidad, las obras de ingeniería tienen el menor impacto ambiental posible. Por lo tanto, el muro de gaviones sigue esta idea durante su construcción y durante toda su vida útil, especialmente en obras de protección de riego, porque su composición no forma una barrera impenetrable a la infiltración y filtrado de agua (Almeida, 2005).

2.2.3. LOS GAVIONES

Según Almeida (2005), los elementos modulares de diferentes formas se fabrican en malla metálica con malla hexagonal de doble torsión, se rellenan con piedras de granulometría adecuada y se cosen entre sí para formar una estructura destinada a solucionar problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de la erosión. El montaje y el llenado de estos componentes se pueden realizar manualmente o con equipos mecánicos convencionales.

Existen varios tipos de gaviones:

- Gaviones de caja y saco
- Gaviones con forma de colchón

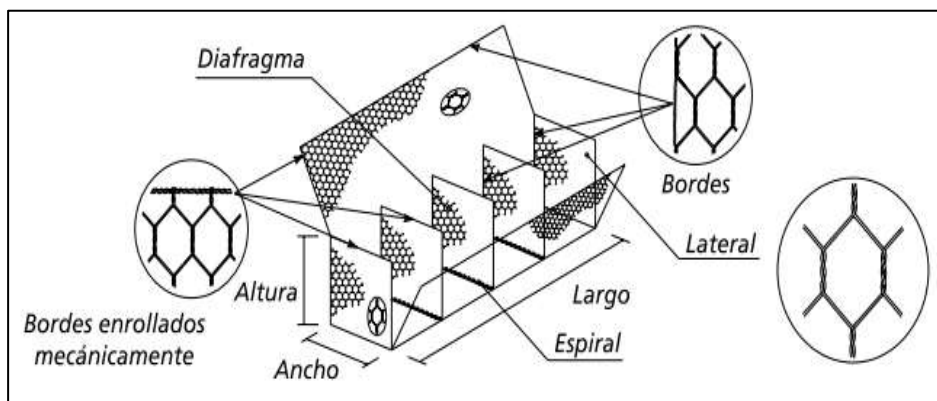
En este estudio se sugiere utilizar un muro de contención de gaviones de forma de caja.

➤ Gaviones caja

El gavión tipo caja es una estructura metálica en forma de tubo paralelo con malla hexagonal de doble torsión, que consta de paredes frontal, posterior e inferior. (Almeida, 2005).

Figura 3

Componentes de un gavión caja



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

Las dimensiones estándar de los gaviones de caja son las siguientes:

Tabla 1

Dimensiones estándar

Descripción	Longitud máxima (m)	Longitud Mínima (m)
Largo (m)	6	1.5
Ancho (m)	2	1
Altura (m)	1	0.5

Fuente: obtenido de Almeida, 2005.

2.2.4. LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DE GAVIONES

Almeida (2005) hace mención que los alambres son tratados térmicamente para dar uniformidad al producto y por lo tanto deben ser expuestos a un baño de zinc, este formula se llama galvanización, son

flexibles, duraderos y penetrables, totalmente integrados. amigables con el medio ambiente, son simples y rápidos de implementar, sus procesos de construcción son menores. Para asegurar la calidad de los gaviones es necesario que los alambres cumplan con la norma ASTM A-641.

En base a CE. 020 (2016) establece que, al diseñar un muro de gaviones, se debe considerar la seguridad contra el deslizamiento y el volcamiento, así como la capacidad de cargas, la seguridad de los cimientos del muro y la capacidad portante del suelo.

Tabla 2

Coeficientes de seguridad

Características	Longitud máxima (m)	Gavión
FS. del volcamiento	2	Estático
FS. del deslizamiento	1.5	Estático

Fuente: Obtenido de CE.020, 2016.

2.2.5. FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL GAVIÓN

De Suarez (2009), menciona que las fuerzas consideradas al analizar la estabilidad de un muro de gaviones son:

Ea: El impulso activo

Ep: El impulso pasivo

P: El peso de la estructura

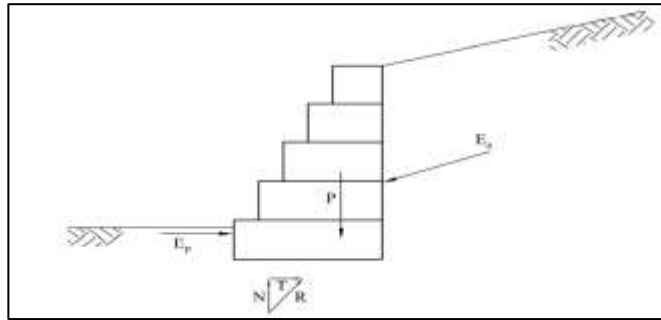
R: La reacción en la fundación

N= Fuerza Normal

T= Fuerza Tangente

Figura 4

Fuerzas actuantes en los muros de gaviones



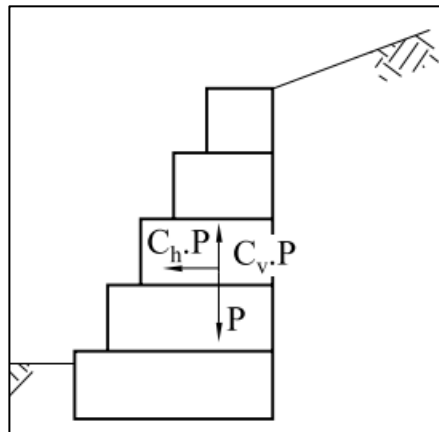
Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

Las fuerzas de inercia deben tenerse en cuenta en el análisis sísmico:

- Horizontal $I_h = C_h(P)$
- Vertical $I_v = C_v(P)$

Figura 5

Fuerzas Sísmicas actuantes en el muro



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

2.2.6. LA DETERMINACIÓN DEL EMPUJE

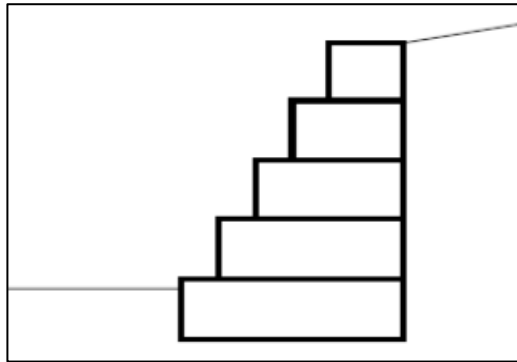
Según Almeida (2005), el paso más crucial en el análisis de muros de contención es identificar las tensiones efectivas. En esta determinación, las teorías de la fórmula de equilibrio límite y Coulomb se utilizan con frecuencia porque tienen valores realistas para estas fuerzas

de empuje. Sin embargo, la calidad de los valores calculados por estas teorías depende del uso correcto de los parámetros del suelo que componen la tabla, así como de las condiciones generales del problema. Se deben considerar dos casos para determinar el uso del empuje activo.

- La geometría de los gaviones es tal que la superficie en contacto con el sólido es plana; en este caso, la superficie define claramente el nivel de aplicación del empuje activo.

Figura 6

Los escalones exteriores del muro

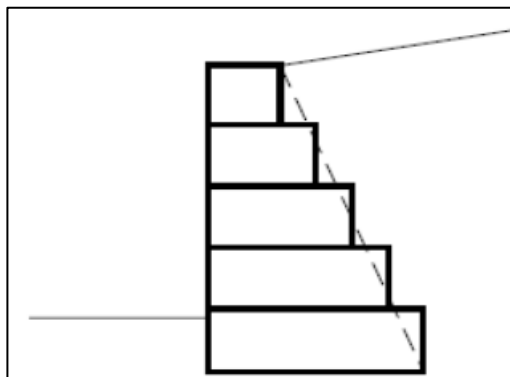


Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

- Los gaviones se colocan de tal manera que se forman escalones en la superficie que entra en contacto con el conjunto; en este caso, es necesario crear un nivel de aplicación "push nocional".

Figura 7

Los escalones interiores del muro



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

2.2.7. DETERMINACIÓN DEL PESO DEL MURO

Almeida (2005) menciona que, para el análisis de estabilidad, es necesario determinar la masa de la estructura.

El peso del muro de gaviones se calcula multiplicando el área en contacto con la mesa por el peso específico del relleno de gaviones.

$$Y_g = Y_p(1 - n)$$

Donde:

Y_g : El peso de relleno

Y_p : El peso del agregado.

n = La porosidad material de relleno

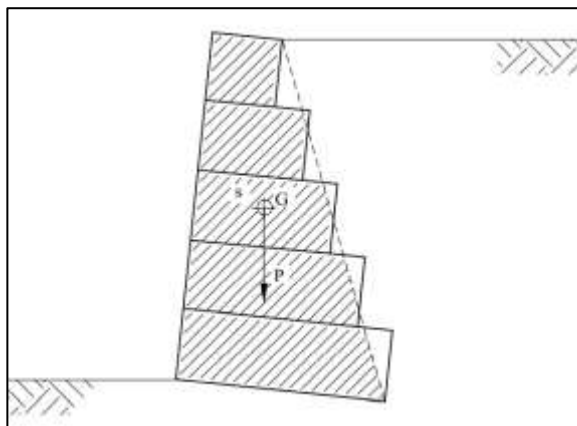
y el peso está dado por:

$$P = Y_g * S$$

Se dividen S en triángulos y se determina el centroide y el área de cada triángulo para determinar la ubicación del centroide de la región S .

Figura 8

El peso del muro



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

Por otro lado, también se puede determinar el peso de del muro de la siguiente manera:

- Peso de cada bloque: El peso específico del suelo y el volumen correspondiente se multiplican por el 80% de los vacíos del gavión.
- Volumen del gavión:

$$V = b * a * h$$

El siguiente modelo se muestra para analizar el peso de cada bloque:

$$W = Y_{roca} * V * 0.8$$

2.2.8. MOVIMIENTOS EN MASA

En base a Andino (2007), haciendo referencia a que el término "movimiento de masas" se refiere a algún movimiento hacia abajo que ocurre debido a la gravedad de una roca o masa de tierra. Algunos movimientos de masa, como la fluencia del terreno, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, mientras que otros, como los deslizamientos de tierra, pueden acelerarse a altas velocidades y tener límites definidos que definen superficies de fallas.

➤ Tipos de movimiento de masas

Andino (2007), indica que existen categorías de movimiento de masas, tales como: caída, volcamiento, deslizamiento, flujo, extensión o propagación lateral y reptaciones.

Tabla 3*Tipo de movimiento en masa*

Tipos	Subtipos
Caídas	Caída de rocas (escombros o tierra).
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque) y volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso.
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, desplazamiento en cuña y deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta y propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos, crecida de detritos, flujos de lodo, flujo de tierra, flujo de turba, avalancha de detritos, avalancha de rocas, deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada).
Reptación	Reptación de suelos y solifluxión, gelifluxión (en permafrost)

Fuente: Obtenido de Andino, 2007.

Braja (2001) menciona que se describe un rango de velocidad para cada movimiento de masas, el cual es un parámetro importante porque está relacionado con la intensidad de los mismos y la peligrosidad que pueden presentar.

Tabla 4*Escala de velocidades*

Clasificación de velocidades	Descripción	Velocidad típica
1	Extremadamente lenta	
2	Muy lenta	16 mm/año
3	Lenta	1,6 mm/año
4	Moderada	13 m/mes
5	Rápida	1,8 m/h
6	Muy rápido	3 m/min
7	Extremadamente rápido	5 m/s

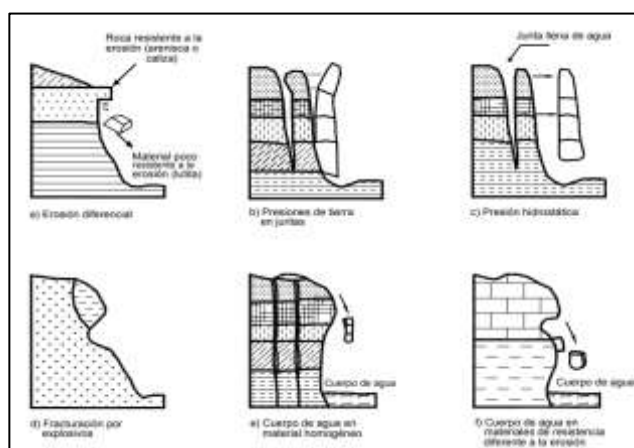
Fuente: Obtenido de Andino, 2007.

2.2.9. VOLCAMIENTO O TOPPLING

Suarez (2009) explica que este tipo de movimiento consiste en hacer girar una unidad o unidades de terreno hacia adelante de forma que el punto de giro quede bajo el centro de gravedad del dispositivo. El vuelco generalmente ocurre en rocas, pero también ocurre en suelos secos cohesivos y residuales. Las fracturas en los desprendimientos de rocas determinan las características del movimiento, según Suárez (2009). Las grietas por tensión, la cohesión del material, la altura de la pendiente y la masa de la pendiente determinan el volumen, la cantidad de movimiento y la probabilidad de colapso, colapso o flujo en las pendientes del suelo.

Figura 9

Procesos que conducen al Volcamiento



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

2.2.10. DESLIZAMIENTO O LANDSLIDES

Según Suarez (2009), un deslizamiento de masa es un desplazamiento por corte a lo largo de una o más superficies que es fácil de detectar o en una zona relativamente delgada. Las avalanchas masivas pueden estar formadas por una sola masa en movimiento o coherencia por varias masas semiindependientes.

El movimiento puede ser progresivo, lo que significa que no comienza de inmediato a lo largo de toda la superficie de la falla, sino que ocurre lentamente. Una superficie de fractura es un área de cierto

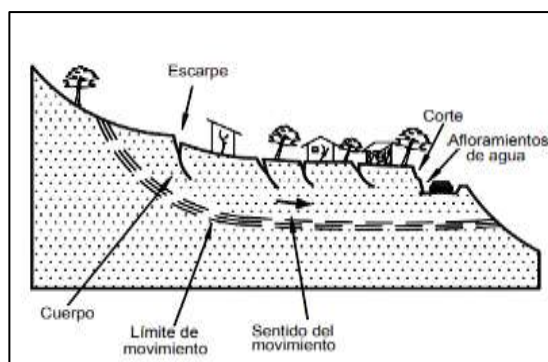
espesor donde se producen cambios de volumen y movimientos asociados a daños o fracturas debido al corte de materiales.

- **Deslizamiento Rotacional (rotational slide, slump)**

De Suarez (2009) se extrae que la superficie del deslizamiento rotacional es cóncava hacia arriba y el movimiento gira alrededor de un eje paralelo a la superficie en relación con el deslizamiento. El punto de inflexión está por encima del centro de gravedad del móvil. La corredera giratoria tiene una serie de grietas concéntricas y cóncavas en la dirección del movimiento, además crea una región de hundimiento superior y una región de deslizamiento inferior, que generalmente genera flujos de material por debajo de la punta de la corredera.

Figura 10

Deslizamiento rotacional



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

- **Deslizamiento Traslacional (translational slide)**

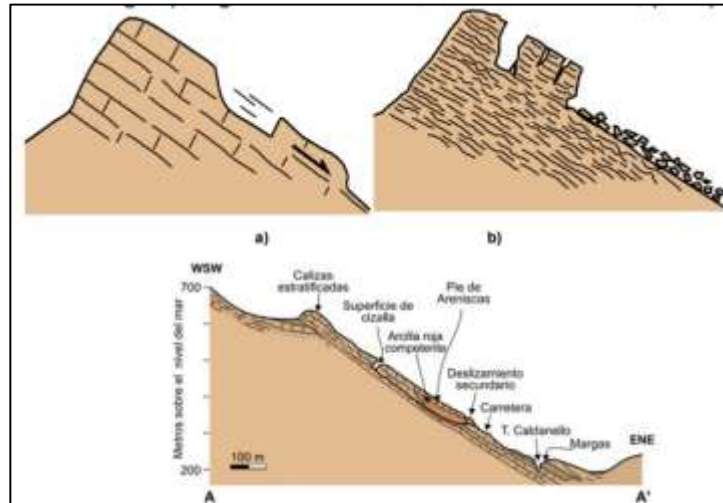
De Andino (2007) menciona que es un tipo de deslizamiento donde la masa se mueve a lo largo de una superficie de fractura lisa u ondulada. Generalmente, estos movimientos son superficiales en lugar de rotacionales, y los desplazamientos a menudo ocurren a lo largo de discontinuidades como fallas, juntas o planos de contacto entre el lecho rocoso o las rocas y el suelo residual o transportado que los recubre.

Este mecanismo de fractura ocurre en un macizo rocoso cuando la dirección de la discontinuidad geológica se hunde hacia el talud en un

ángulo superior que el ángulo de fricción. Los movimientos de traslación pueden ser extremadamente rápidos y extremadamente rápidos.

Figura 11

Representación de un deslizamiento Traslacional



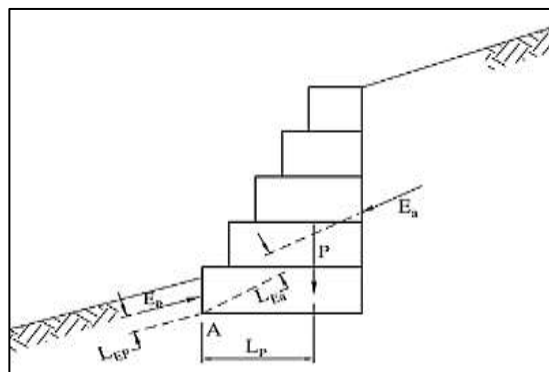
Fuente: Obtenido de Andino, 2007.

2.2.11. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL VUELCO

El vuelco de la estructura puede ocurrir cuando el valor del momento del empuje activo exceda el valor del momento del peso propio de la estructura, que se suma al momento del empuje pasivo (Almeida, 2005).

Figura 12

Verificación contra el deslizamiento



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

El coeficiente de seguridad contra el vuelco se puede hallar de la siguiente manera:

$$FS_v = \frac{M_p + M_{Ep}}{M_{Ea}}$$

Teniendo en cuenta que el momento de vuelco se ve afectado solo por la componente horizontal del empuje activo, y el momento de tracción solo se ve afectado por la componente vertical del empuje activo, existe otra forma de calcular el factor de seguridad.

$$FS_v = \frac{M_p + M_{Ep} + M_{Eav}}{M_{Ea}}$$

Se recomienda que " $FS_v \geq 1,5$ " sea el valor mínimo del coeficiente de seguridad para evitar el vuelco.

2.2.12. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

Según Almeida (2005), un deslizamiento estructural ocurre cuando la resistencia al deslizamiento de la base del muro de contención no es adecuada para evitar el empuje activo.

$$FS_d = \frac{T_d + E_{pd}}{E_{ad}}$$

Donde:

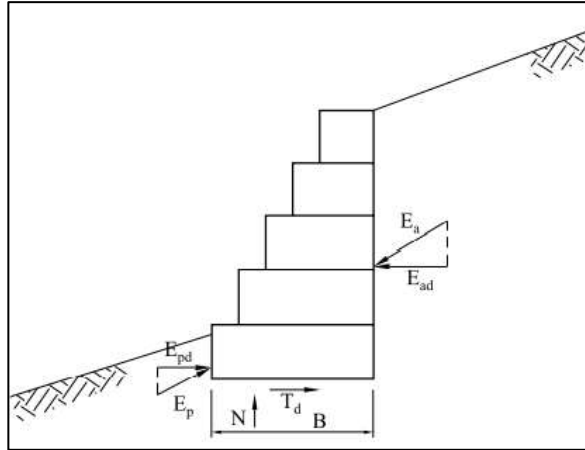
Epd: El componente del empuje pasivo

Ead: El componente del empuje activo

Td= La resistencia a lo largo de la base de la estructura

Figura 13

Verificación contra el deslizamiento



Fuente: Obtenido de Almeida, 2005.

La resistencia T_d se calcula de la siguiente manera:

$$T_d = N \cdot \tan \delta + a * B$$

Donde:

δ : El ángulo de fricción que existe entre la base de la estructura y la cimentación

a^* : Es la adherencia del suelo a la base

N = La fuerza normal

La fuerza normal se analiza mediante la siguiente fórmula:

$$N = P \cdot \cos \beta + E_a \cdot \cos(\alpha - \delta - \beta)$$

Los valores sugeridos para " δ " y " a^* " son:

$$\frac{2}{3} \tan \phi \leq \tan \delta^* \leq \tan \phi$$

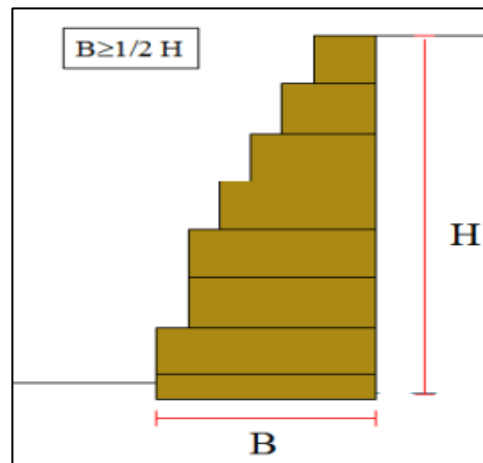
2.2.13. PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE GAVIONES

Según Avilés (2014), los siguientes son los criterios para el predimensionamiento de los muros de contención de gaviones:

- Es apropiado o conveniente que la base del gavión sea $B \geq 0.5 H$

Figura 14

Base del muro

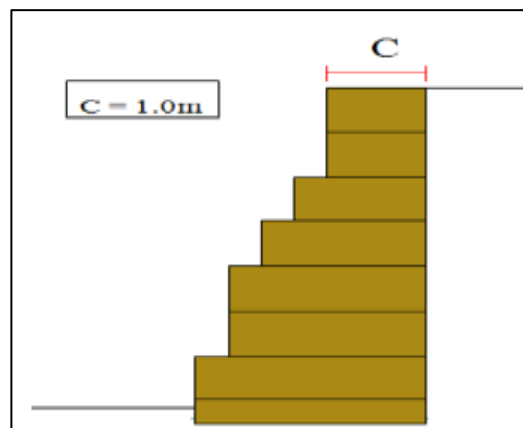


Fuente: obtenido de Avilés, 2014.

- La parte superior del gavión debe tener un ancho de al menos un metro.

Figura 15

Parte superior del muro

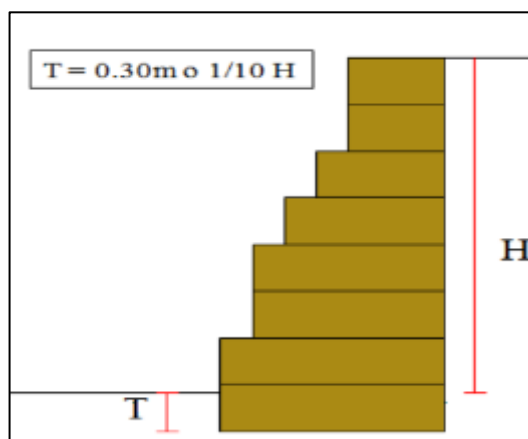


Fuente: obtenido de Avilés, 2014.

- Por otro lado, Avilés (2014) cabe señalar que la profundización de la estructura de soporte con el muro de gaviones es de al menos 0,30 m o $H/10$ para aumentar la resistencia.

Figura 16

Profundidad del muro



Fuente: obtenido de Avilés, 2014.

2.2.14. FORMULA DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD

El método de equilibrio límite conocido como dovelas, son de ayuda al obtener el coeficiente de seguridad del talud donde se determina la estabilidad o inestabilidad a través del principio estático y los momentos característicos de acción y resistencia en el material analizado. Suarez (2009) menciona que el sistema de equilibrio límite asume que las fuerzas de impacto y resistencia en la superficie de la falla son iguales, lo que resulta en un coeficiente de seguridad de 1.0. Dividir la masa en rebanadas o dovelas o examinar directamente toda la longitud de la superficie dañada es otra opción. Los sistemas de dovelas están mejorando a diario y el software es muy simple de usar. En general, los formulas son iterativos y cada formula tiene un cierto grado de precisión.

Por tanto, los más utilizados para el equilibrio límite son:

Figura 17*Fórmulas para calcular el coeficiente de seguridad*

Autor	Parámetros	Inclinación del Talud	Método Analítico Utilizado
Taylor (1966)	c_u, c, φ	0-90° 0-90°	$\varphi = 0$ Círculo de fricción
Bishop y Morgenstern (1960)	c, φ, ru	11-26.5°	Bishop
Gibson y Morgenstern	c_u	0-90°	$\varphi = 0$
Spencer (1967)	c, φ, ru	0-34°	Spencer
Janbú (1968)	c_u, c, φ, ru	0-90°	$\varphi = 0$ Janbú GPS
Hunter y Schuster (1968)	c_u	0-90°	$\varphi = 0$
Chen y Giger (1971)	c, φ	20-90°	Análisis límite
O'Connor y Mitchell (1977)	c, φ, ru	11-26°	Bishop
Hoek y Bray (1977)	c, φ, c, φ	0-90° 0-90°	Círculo de fricción Cuña
Cousins (1978)	c, φ	0-45°	Círculo de fricción
Charles y Soares (1984)	φ	26-63°	Bishop
Barnes (1991)	c, φ, ru	11-63°	Bishop

Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

2.2.15. FACTORES UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO LÍMITE

Suarez (2009), sugiere que los modelos toman en cuenta los coeficientes principales que afectan la estabilidad. Los parámetros geológicos, la geometría de la pendiente, las cargas dinámicas causadas por los terremotos, el flujo de agua, las propiedades resistivas y el peso unitario del suelo son algunos de estos factores. Sin embargo, no todos los factores que endurecen la estabilidad de los taludes pueden cuantificarse para que se puedan tomar en cuenta en un modelo matemático del límite de estabilidad. Por lo tanto, en algunas situaciones, el enfoque del límite equilibrado no produce resultados satisfactorios.

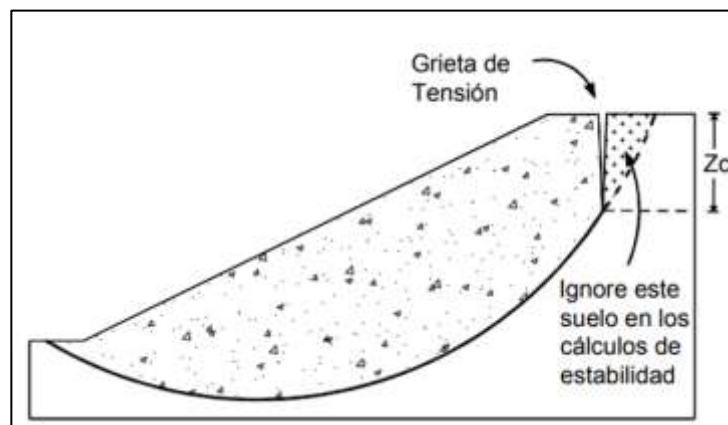
- **El peso unitario**

De Suarez (2009) menciona que, debido a que el peso unitario tiene el menor impacto en el coeficiente de seguridad, es posiblemente el parámetro más sencillo de medir en el análisis de estabilidad de taludes. Además, menciona que el peso húmedo por encima del nivel

del agua y el peso saturado por debajo constituyendo el peso unitario total. La presencia de agua subterránea no debe ignorarse si se utilizan pesos sumergidos. La densidad saturada se puede calcular calculando un valor para la gravedad específica de G , que para la mayoría de los suelos se puede suponer que es 2,68.

Figura 18

Grietas a tensión para análisis del equilibrio límite



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

- **La resistencia al Corte**

Según Suarez (2009), se puede calcular la fuerza de corte utilizada en el análisis utilizando cualquier fórmula de laboratorio o de campo. Se debe considerar si las condiciones son drenadas o no drenadas, o si el análisis se lleva a cabo en un estado no saturado. Los parámetros deben reflejar los niveles de tensión de las superficies potencialmente dañadas. Se aconsejan resistencias residuales en los casos en que la pendiente ya ha sufrido daños.

En condiciones sin drenaje, el ángulo de fricción del suelo completamente saturado es cero, según Suarez (2009). Las resistencias sin drenaje para suelos parcialmente saturados, como suelos arcillosos compactados o suelos arcillosos por encima del nivel freático, deben obtenerse a partir de ensayos sin drenaje y no consolidados en especímenes con el mismo grado de saturación que el suelo.

- **Las condiciones drenadas o no drenadas**

Suarez (2009) menciona que las fallas en los taludes pueden ocurrir en condiciones drenadas o no drenadas. Si la inestabilidad se debe a un cambio en la carga, como la eliminación de materiales de la parte inferior de la pendiente o el aumento de las cargas en la parte superior (para suelos poco permeables), es posible que no tengan suficiente tiempo para drenar durante la pendiente. cuando se produce un cambio de carga. En este caso, se dice que se cumplen las condiciones. En general, los suelos tienen suficiente permeabilidad para disipar el exceso de presión intersticial y comportarse en condiciones secas.

- **Los esfuerzos totales y efectivos**

Según De Suarez (2009), los sistemas de esfuerzos completos o efectivos pueden resolver los problemas de estabilidad de los taludes. La fórmula de la presión efectiva se puede utilizar para analizar la estabilidad del talud porque la resistencia del suelo se rige por las presiones efectivas tanto en condiciones drenadas como no drenadas. Sin embargo, en la práctica, es casi imposible calcular con precisión las presiones adicionales en los poros causadas por cambios en la carga.

- **La estabilidad a corto y a largo plazo**

Según Suarez (2009), en términos de estabilidad a corto plazo, se debe tener en cuenta que los suelos que no se pueden experimentar rápidamente una presión intersticial causada por la carga. Se espera que el suelo sea drenado para mantener la estabilidad a largo plazo. Para la estabilidad (a corto plazo) de arcillas y limos normalmente compactados, se recomienda el modelado con análisis de tensión completo. A pesar de que el análisis se puede llevar a cabo con esfuerzos efectivos, la presión intersticial utilizada es muy difícil de calcular o medir.

2.2.16. LIMITACIONES DEL FORMULA DE EQUILIBRIO LÍMITE

Suarez (2009) hace referencia que tenemos que tener en cuenta que los análisis de equilibrio límite tienen una serie de limitaciones, incluidas las siguientes:

- **Se basan únicamente en la estática.** En muchos casos, las distribuciones de presión no son realistas porque las fórmulas de equilibrio límite solo consideran la estática y no consideran las deformaciones.
- **Generalmente se supone que el material es isotrópico.** El uso de solo fórmulas de límite de equilibrio no es adecuado para diseñar taludes con procesos de falla compleja, especialmente cuando hay procesos de fluencia, deformación progresiva, flujo, fragilización, licuefacción y otras formas de deterioro de la masa del talud.

A pesar de los inconvenientes de este modelo, calcule el coeficiente de seguridad basado en las superficies de falla probables ofrece al ingeniero una herramienta muy útil para tomar decisiones. En situaciones complejas donde las distribuciones de tensión y deformación juegan un papel importante en el comportamiento de la pendiente, se recomienda no abusar de las fórmulas de límite equilibrado.

2.2.17. EL COEFICIENTE DE SEGURIDAD (F. S.)

Suarez (1998) menciona que los ingenieros utilizan un coeficiente de seguridad para calcular la probabilidad de que un talud se derrumbe en las condiciones más difíciles para las que fue diseñado.

Braja (2001) señala la relación entre la resistencia al corte promedio del suelo (T_f) y el esfuerzo cortante promedio a la falla (T_d) y representa un coeficiente de seguridad utilizando la fórmula siguiente:

$$FS_s = T_f / T_d$$

Donde:

FSs: Es el coeficiente de seguridad

Tf: Es la resistencia cortante

Td: Es el esfuerzo cortante

Entonces los siguientes parámetros deben ser considerados en el análisis: si la pendiente de $FS > 1$ es estable y finalmente si $FS = 1$, la pendiente provocará el riesgo de falla inmediata.

En análisis estático, $FS > 1.5$ se considera un coeficiente de seguridad si solo se considera estable, menor a este se considera inestable y puede sufrir cualquier tipo de falla, por los estudios realizados, estas suelen ser errores rotacionales.

En este sentido, se consideró un coeficiente de seguridad en este análisis de estabilidad de taludes según los códigos de construcción nacionales.

Tabla 5

Representación de grietas a tensión para análisis del equilibrio limite

Condición analiza	FS mínimo requerido	talud
Condición Estática	1,5	Aguas arriba y aguas abajo
Condición Sísmico	1,25	Aguas arriba y aguas abajo

Fuente: obtenido de CE.020, 2016.

Sin embargo, según Braja (2001), un coeficiente de seguridad de 1 indica estabilidad y un coeficiente de seguridad de 1,5 indica estabilidad en el estudio.

2.2.18. CARGAS VEHICULARES Y PEATONALES

- **Cargas de los vehículos.** De acuerdo con el Manual DG (2018), los vehículos que circulan por la vía se clasifican según el tipo de vehículo: categoría L, N, M, O y S.
 - ✓ Los vehículos de la categoría "L" (L1, L2, L3, L4 y L5) tienen menos de cuatro ruedas y el L5 tiene un peso total máximo de una tonelada.
 - ✓ La categoría "M" incluye vehículos de cuatro o más ruedas que están destinados a transportar pasajeros. los vehículos de la categoría M1, M2 y M3 tienen un peso bruto de 5 ton o menos, mientras que los vehículos de la categoría M3 tienen un peso bruto de más de 5 ton.
 - ✓ La categoría "N" incluye vehículos de cuatro o más ruedas destinados al transporte de mercancías. La categoría N1 tiene de 3,5 ton o menos, la categoría N2 con 3,5 ton hasta 12 ton y la categoría N3 de 12 ton o más.
 - ✓ La categoría "O": los vehículos de la categoría O1, O2, O3 y O4 tienen de 0.75 ton o menos, mientras que la categoría O2 tiene más de 0.75 ton hasta 3.5 ton, la categoría O3 tiene de más de 3.5 ton hasta 10 ton y la categoría O4 tiene superior a 10 ton.
 - ✓ La categoría "S" incluye los automóviles de las categorías M, N u O que transportan pasajeros o bienes y requieren carrocería y/o equipamiento especial para realizar una función específica. Estos incluyen casas rodantes (SA), vehículos blindados para el transporte de valores (SB), ambulancias (SC) y vehículos funerarios (SD).

- **Cargas peatonales.** Del Manual DG (2003) se va a considerar 5 Kn/m² en la distribución de cargas peatonales.

2.2.19. ANÁLISIS MEDIANTE SOFTWARES

En la actualidad, el análisis de la estabilidad de un talud mediante el uso de software geotécnico se ha vuelto muy útil para descubrir posibles fallas en el material que lo conforma. Para lograr esto, es esencial conocer los parámetros y características geotécnicas geológicas del material que conforma el talud, las cuales suelen calcularse mediante ensayos de laboratorio. Por lo tanto, es fundamental comprender las funciones de los softwares y fórmulas utilizadas para modelar resultados significativos en

Los softwares utilizados para realizar análisis del talud son:

- **Slide versión 6.** Rocscience (2016) proporciona un programa de análisis de estabilidad de taludes en dos dimensiones que utiliza la teoría del equilibrio límite de varias fórmulas, como Fellenius, Bishop, Jambú, Spencer, Morgenstern y Price, para permitir el análisis. Está diseñado para calcular los coeficientes de seguridad y realizar un análisis de taludes. Además, permite modelar diferentes tipos de suelos en un talud para determinar su geometría y estratigrafía.
- **Geo 5.** Según Fine (2019), este conjunto de soluciones de software efectivas para resolver problemas geotécnicos combina fórmulas de análisis tradicionales y fórmulas de elementos finitos (MEF).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Talud: Es el perfil obtenido después de excavar o construir un terraplén puede no ser vertical, sino en un cierto ángulo con el plano horizontal, llamado ángulo de inclinación. (CE.020, 2016)

Mohr-Coulomb: Menciona que es la ley que determina la resistencia al corte del suelo es el criterio para romper o plastificar el material, relacionando la resistencia al corte con la tensión normal. (Almeida, 2005)

Estabilización de Talud: Viene a ser una solución geotécnica integral aplicada a un talud, ya sea terraplén, excavación, tala, natural o no, capaz de incorporar un balance adecuado y sustentable que cumpla con criterios gravimétricos y sísmicos, medidos por coeficientes de seguridad, sin dañar el medio ambiente. (CE.020, 2016)

Deslizamiento: Es el movimiento hacia abajo de una masa de suelo o roca, con desplazamiento que ocurre principalmente en la superficie de corte o en zonas relativamente delgadas de alta deformación por corte. (CE.020, 2016)

Cohesión: En mecánica del suelo, se usa para representar el esfuerzo cortante durante la cementación y se conoce como adhesión entre partículas de suelo. (Suarez, 2009)

Ladera: Es el perfil natural que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o la atmósfera y no es horizontal. (CE.020, 2016)

Peso específico: Es la relación de peso (la fuerza que ejerce un planeta para atraer cuerpos, comúnmente conocida como gravedad), es decir, relaciona la fuerza gravitacional con la masa y el volumen de cuerpos. (CE.020,2016)

Movimiento en masa: Es el movimiento descendente de masa rocosa, escombros o suelo. También conocido como efecto de remoción de masa, movimiento de laderas. (Suarez, 2009)

Angulo de fricción: Es la resistencia al deslizamiento que resulta de la fricción entre las partículas del suelo y su densidad. (Suarez, 2009).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: El uso de la propuesta de muro de gaviones **repercute significativamente** en el análisis de estabilidad de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco-2022.

Hi: El uso de la propuesta de muro de gaviones **no repercute significativamente** en el análisis de estabilidad de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco-2022.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

La estabilidad de Talud

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Muro de gaviones

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente La estabilidad de Talud	Levantamiento topográfico	• Análisis dinámico • Sistema estructural • Análisis estático • Parámetros de sitio	Cuantitativa	Discreta
	Las cargas actuantes	• Las cargas vehiculares • Las cargas peatonales		

V. dependientes Muro de gaviones	Las propiedades del suelo	• La clasificación de suelos • La cohesión • El peso específico • El ángulo de fricción	Cuantitativa	Discreta
	La fuerza de seguridad al volcamiento	• El índice de seguridad al volcamiento		
	La fuerza de seguridad al deslizamiento	• El índice de seguridad al volcamiento		
	Equilibrio limite	• El coeficiente de seguridad		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández et al., (2014) menciona que una investigación de tipo aplicado es cuando se trata de conocer, actuar, construir y modificar un problema específico de la realidad, enfocando a la búsqueda de conocimientos.

Por lo tanto, fue válida ya que evaluaremos la capacidad del talud para resistir deslizamientos y vuelcos utilizando mediante el coeficiente de seguridad, y luego se propuso el uso del muro de gaviones.

3.1.1. ENFOQUE

Según Hernández et al., (2014) menciona que una investigación cuantitativa busca patrones de comportamiento precisos en la población mediante mediciones numéricas, conteos y a menudo el uso de estadísticas.

Por lo tanto, el enfoque fue cuantitativo, ya que se utilizó el software Slide v.5 y el software Geo 5 para calcular la estabilidad con un coeficiente de seguridad en base a los datos obtenidos del levantamiento topográfico y las características del terreno.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Hernández et al., (2014) menciona que en una investigación correlacional se analiza la relación entre ciertos eventos y proporciona pistas sobre la relación entre dos o más cosas o que uno o más conjuntos de datos también pueden predecir un resultado determinado.

Fue de alcance correlacional porque primero se analizó la estabilidad sin el muro de gaviones y luego con el muro para determinar la influencia en la regulación del deslizamiento y volcamiento del talud.

3.1.3. DISEÑO

Según Hernández et al., (2014) la investigación no experimental se basa en obtener información sin manipular los valores de las variables, es decir cuando las variables realmente se manifiestan y que en algunos proyectos de ingeniería tienen varias características que no pueden ser manipuladas.

Esquema del diseño de la Investigación

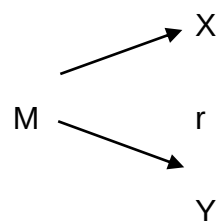
Donde:

M: La muestra

X: El muro de gaviones

Y: La estabilidad del talud

r: Relación existente



3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Se consideró como población a la carretera central Huánuco - La Oroya, colindante al centro poblado de Huaracalla, distrito y provincia de Ambo.

3.2.2. MUESTRA

Se consideró como muestra a la carretera central específicamente a la altura del km 217 +000, Huánuco - La Oroya. Por ello se analizó y se eligió uno de los 5 perfiles, en base al levantamiento topográfico la que fue la más crítica y representativa.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas: Hernández et al., (2014) menciona que en proyectos ingenieriles se tiene que partir de la observación como técnica principal, y que en esta sección se debe describir las técnicas utilizadas para recopilar todos los datos de campo y presentar todos los formatos utilizados en esta tarea.

Para el proyecto actual, se mejoró la metodología de recolección de datos mediante observación. En primer lugar, se identificó la región donde se planeaba el proyecto, que era la región de Huánuco, y una vez que se reconfiguró su área, se realizó el levantamiento topográfico y también se llevó a cabo el estudio sobre el suelo.

Instrumentos: Hernández et al., (2014) menciona que los instrumentos se utilizan para medir variables o recopilar información sobre ella, especialmente resultados de aprendizaje, se denominan pruebas o pruebas. Con la ayuda de la información que producen las herramientas, el objetivo es obtener información precisa sobre los logros de aprendizaje y descubrir éxitos y fracasos.

En la presente tesis se llegó utilizar herramientas como:

- Plantilla del estudio de mecánica de suelos (Como se observa en el **Anexo 6**):
 - Análisis Granulométrico por tamizado.
 - Perfil Estratigráfico.
 - Ensayo de Corte Directo.
 - La cohesión
 - Angulo interno

- Ensayo de Limite de Consistencia
 - Limite Liquido
 - Limite Plástico
 - Índice de plasticidad
- Ensayo de Contenido de Humedad (%).

Además, el estudio del levantamiento topográfico realizada. (Como se observa en el **Anexo 3**):

- Plantilla para las curvas de nivel
- Plantilla para los perfiles geométrico

También se utilizó herramientas como material bibliográfico (libros relaciones con el tema del proyecto), documentos nacionales (Normas ASTM D422 y D1140, Norma CE.020) y por supuesto las herramientas electrónicas como una laptop adecuada para procesar datos de investigación.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos respecto cuadros, gráficos y diagramas se utilizó el software Excel versión 2016.

Para realizar el procesamiento de las curvas de nivel, con sus respectivos perfiles a base del levantamiento topográfico se utilizó en software ArcGIS versión 10.5 y sobre todo se usó para exportar las coordenadas de los perfiles de las secciones trazadas.

Se utilizó el software Slide versión 6 para editar la tabla de las coordenadas de límites y también se exporto dichas coordenadas, con el software se logró calcular y se determinó su estabilidad en base a su coeficiente de seguridad mediante un cuadro de resumen.

Después de ello, se verifico la propuesta de solución con el software Geo 5.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para lograr el análisis e interpretación de los datos del proyecto de investigación se utilizaron, la herramienta de búsqueda Google Maps y los softwares o programas ya conocidos como: El Google Earth Pro, AutoCAD civil 3D, Excel versión 2016, Slide versión 6 y Geo 5.

Para realizar el levantamiento topográfico se usó el software Civil 3D y para el procesamiento de las curvas de nivel, con sus respectivos perfiles y su exportación de las coordenadas de los perfiles se utilizó en software ArcGIS versión 10.5.

Como se mencionó para la evaluación de la estabilidad del talud se aplicó el formula de Equilibrio Límite, logrando calcular el coeficiente de seguridad apoyándonos en el programa Slide versión 6.

Después de ello, se propuso estabilizar el talud con la estructura del muro de gaviones usando el programa Geo 5, con lo cual se redimensionó la estructura y su relleno.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Luego de realizar el levantamiento topográfico como se observa el anexo 3, se procedió realizar los procesamientos en gabinete para obtener la topografía del lugar de estudio en el programa ArcGIS.

Tabla 7

Puntos topográfico en coordenadas UTM

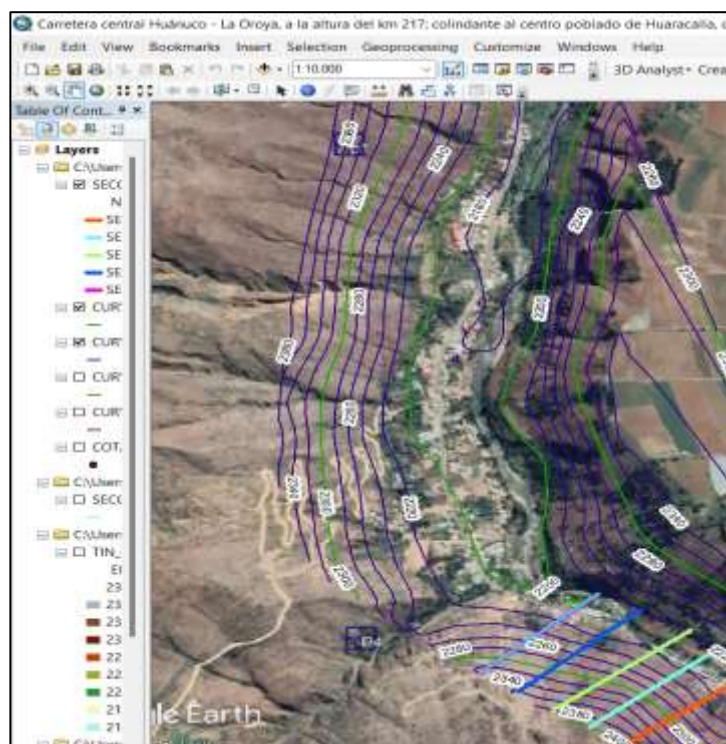
PUNTOS	ELEVACION	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
1	2223.171	370053.565	8874773.513	TALUD
2	2219.166	370035.939	8874790.26	TALUD
3	2215.579	370025.417	8874800.379	TALUD
4	2209.963	370003.308	8874831.484	TALUD
5	2210.261	369996.409	8874824.136	TALUD
6	2213.024	369950.645	8874846.249	TALUD
7	2211.63	369985.082	8874816.641	TALUD
8	2213.783	369998.217	8874809.222	TALUD
9	2216.41	370006.587	8874802.115	TALUD
10	2219.951	370019.582	8874792.794	TALUD
11	2223.561	370030.102	8874782.457	TALUD
12	2226.349	370038.622	8874772.916	TALUD
13	2229.458	370019.918	8874774.052	TALUD
14	2227.462	370010.588	8874780.978	TALUD
15	2225.579	369999.66	8874787.855	TALUD
16	2222.422	369973.231	8874801.25	VIA
17	2218.631	369958.711	8874811.55	VIA
18	2217.565	369943.264	8874819.4	VIA
19	2217.5	369934.915	8874825.854	VIA
20	2215.192	369934.173	8874838.131	VIA
21	2213.307	369939.889	8874846.836	VIA
22	2212.466	369942.778	8874851.473	VIA
23	2211.368	369945.525	8874858.523	VIA
24	2211.38	369990.601	8874839.308	VIA
25	2212.062	369975.852	8874847.752	VIA
26	2211.671	369985.317	8874830.955	VIA
27	2210.181	369996.818	8874823.57	VIA
28	2209.653	370004.384	8874828.892	VIA
29	2208.581	370015.173	8874822.894	VIA
30	2211.052	370028.825	8874809.334	TALUD

31	2212.859	370035.914	8874804.462	TALUD
32	2214.422	370041.482	8874799.832	TALUD
33	2217.312	370049.037	8874790.731	TALUD
34	2219.732	370061.796	8874778.889	TALUD
35	2216.703	370067.241	8874785.426	TALUD
36	2212.069	370049.999	8874803.952	TALUD
37	2209.353	370041.514	8874811.853	TALUD
38	2211.661	369991.291	8874850.383	TALUD
39	2210.362	369951.368	8874867.028	TALUD
40	2212.891	369945.709	8874848.323	TALUD
41	2217.699	369976.565	8874808.385	TALUD
42	2219.702	369995.07	8874799.662	TALUD
43	2223.645	370012.227	8874787.543	TALUD
44	2228.675	370034.668	8874769.483	TALUD
45	2225.153	370050.901	8874769.712	TALUD
46	2212.325	370010.238	8874808.697	TALUD
47	2213.724	369954.365	8874839.024	TALUD

Interpretación: En la tabla 7 se observa los puntos en coordenadas UTM con el cual será introducidos en el programa ArcGIS y así poder obtener la superficie de estudio.

Figura 19

Procesamiento de las curvas de nivel y 5 secciones de perfil



Interpretación: En la figura 19 se observa las curvas de nivel procesadas en el ArcGIS, con sus respectivas cotas.

Figura 20

Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-01

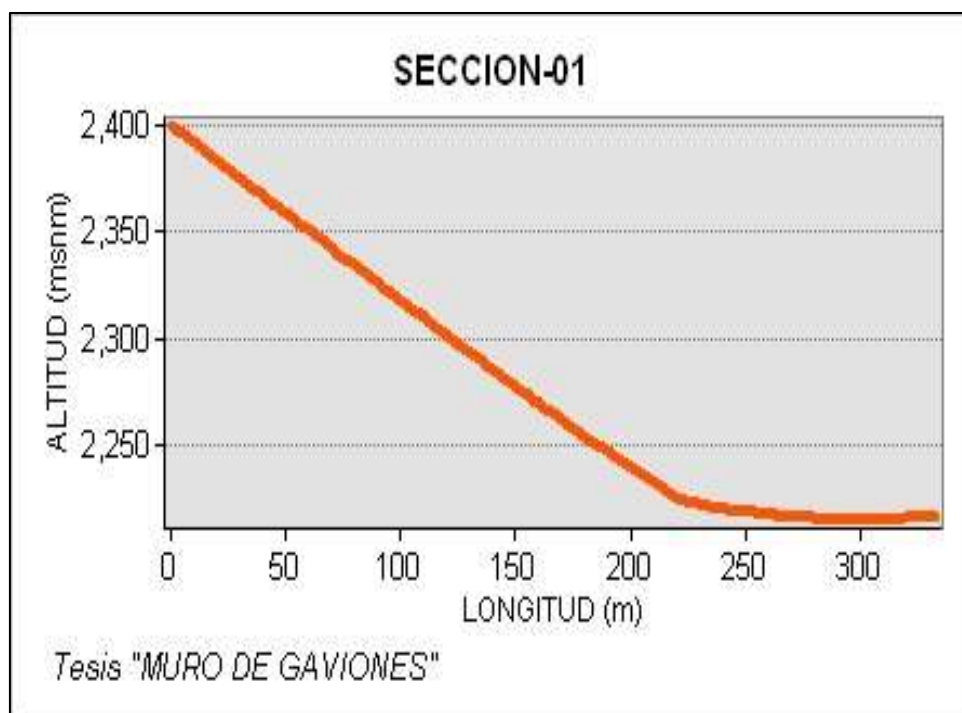


Figura 21

Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-02

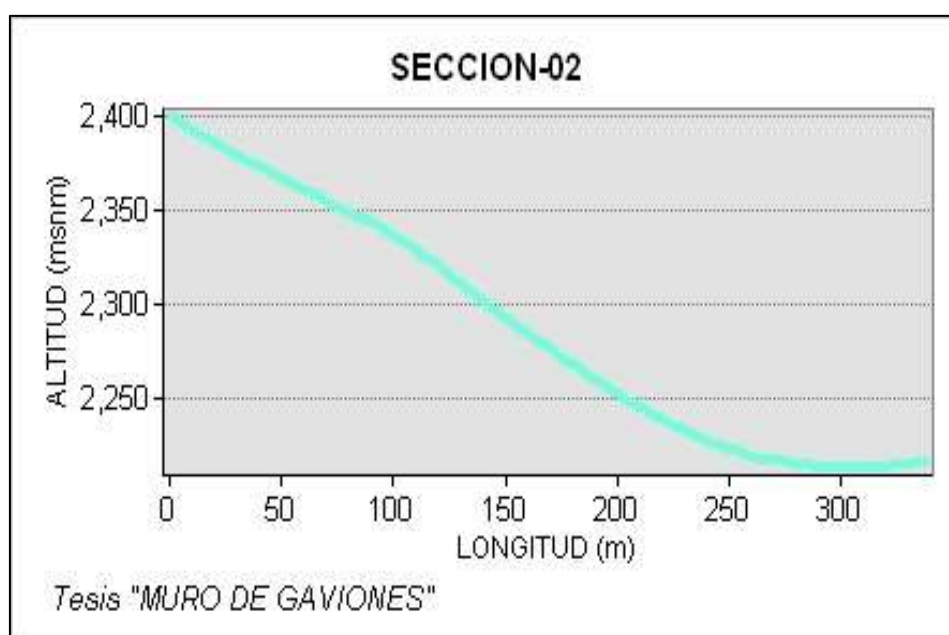


Figura 22

Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-03

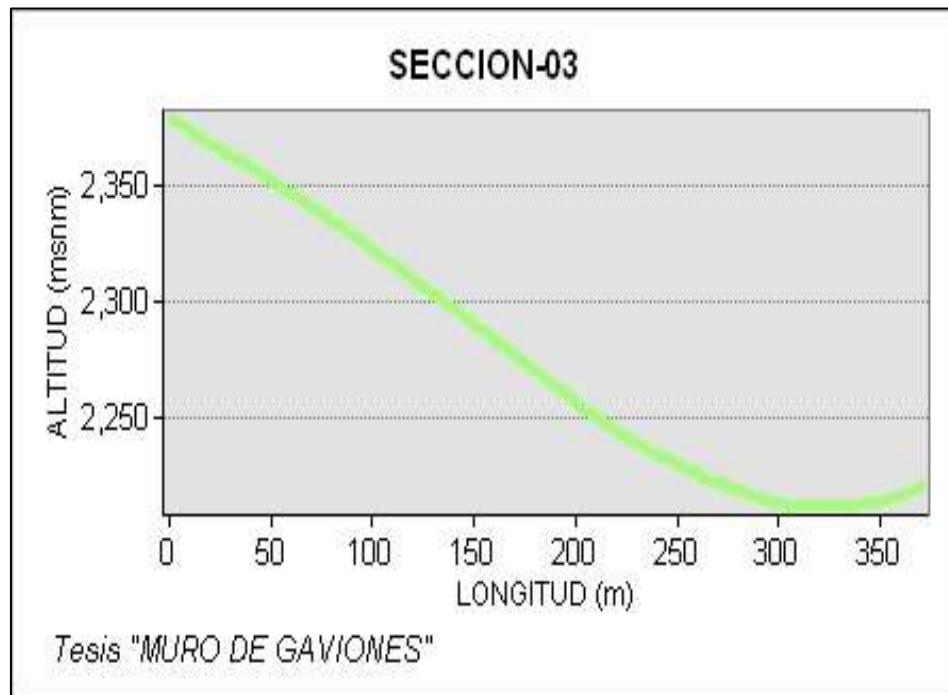


Figura 23

Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-04

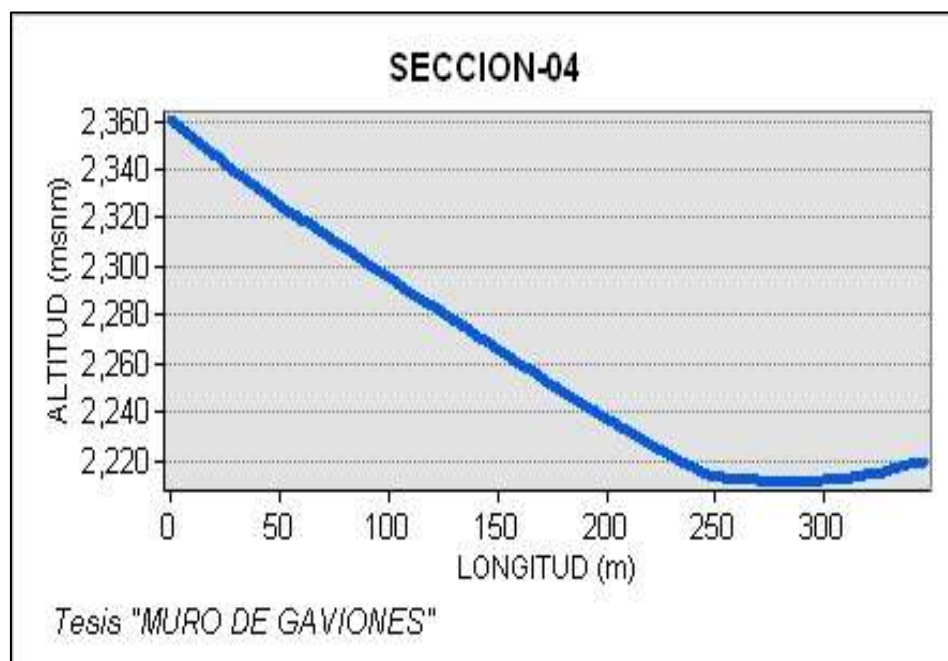
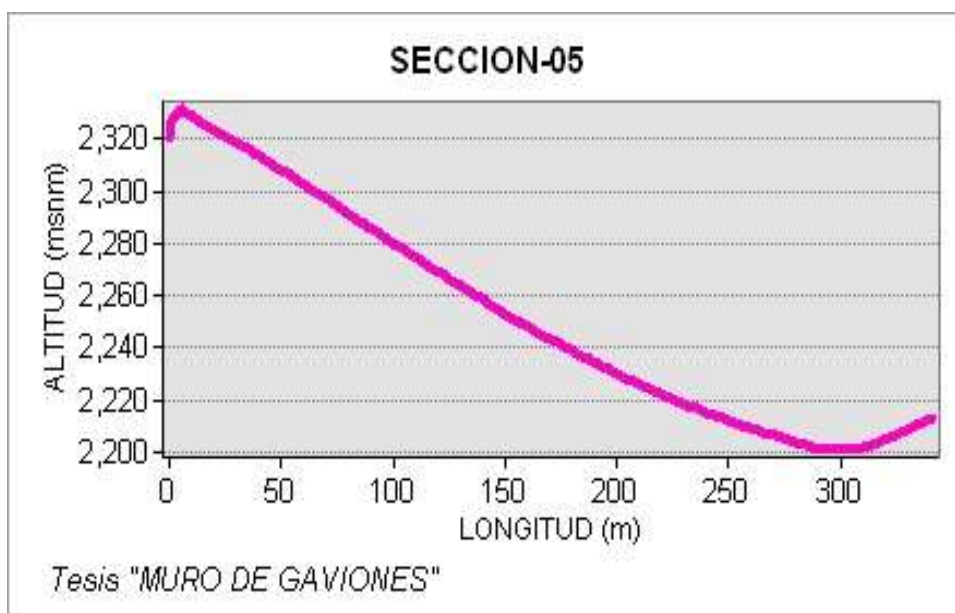


Figura 24

Perfil longitudinal del corte del talud de la sección-05



Interpretación: En las figuras 20, 21, 22, 23 y 24 se observa los perfiles longitudinales de las cinco secciones del lugar de estudio, que se obtuvo del programa ArcGIS

Tabla 8

Resumen de las características de las 5 secciones

SECCIONES	Pendiente (°)	Antecedentes (Reportes)	UTM	
			ESTE	NORTE
S-01	32	Deslizamiento en 2021 (INDECI)	370027	8874797
S-02	28	No	370020	8874804
S-03	30	No	370013	8874808
S-04	26	No	370006	8874814
S-05	27	No	369999	8874819

Interpretación: En tabla 8 se muestra el resumen de las características de las 5 secciones, en la cual el perfil de la sección-01 es la más representativa entre todas ellas, la cual se obtuvo en base a la observación del levantamiento topográfico y al reporte realizado por la INDECI y la COEN que dicho kilómetro de la carretera se produjo un deslizamiento que afectó carretera central Huánuco - La Oroya a una altura aproximadamente del km 217, centro poblado de Huaracalla, distrito y provincia de Ambo.

Para el correcto análisis en los softwares SLIDE y GEO5, se necesita las coordenadas de la sección elegida en este caso la sección-01.

Tabla 9

Las coordenadas del talud de la sección-01

PUNTOS	X	Y
1	0.00	2194.96
2	333.05	2195.78
3	333.54	2214.82
4	268.06	2214.83
5	260.10	2215.95
6	222.25	2227.10
7	191.88	2245.82
8	173.22	2262.90
9	158.78	2273.60
10	155.07	2273.60
11	138.14	2287.08
12	71.76	2341.45
13	68.99	2346.21
14	52.55	2357.03
15	14.84	2389.21
16	7.73	2392.49
17	0.00	2395.00
18	0.00	2195.00

Interpretación: En la siguiente tabla 9 se muestra las coordenadas de los ejes X e Y de los puntos exteriores del corte del talud de la sección-01, obtenidos por modelado del software ArcGIS; la cual es la más representativa, se observa en el anexo 3 del estudio topográfico.

Posteriormente realizamos un metrado de las cargas peatonales y vehiculares más representativas, en el metrado de cargas peatonales se considerará 5 Kn/m² debido que en el Manual de Diseño de Caminos y Puentes (2003) lo recomienda.

Tabla 10

Metrados de los tipos de vehículos más representativos que circulan por la zona

CATEGORIAS DE VEHICULOS		CARGA	aprox.	
L1		menos a 0.15 tn	0.15	
L3		menos a 0.25 tn	0.25	
L5		menor a 1 tn	0.9	
M1		casi una 1 tn	1	
M2		hasta 5 tn	5	
M3		más de 5 tn	6	
N1		de 3.5 tn o menos	3.5	
N2		mayor de 3.5 tn hasta 12 tn	5	
N3		mayor a 12 tn	12	
		Promedio	33.8	tn/m2
			338	Kn/m2

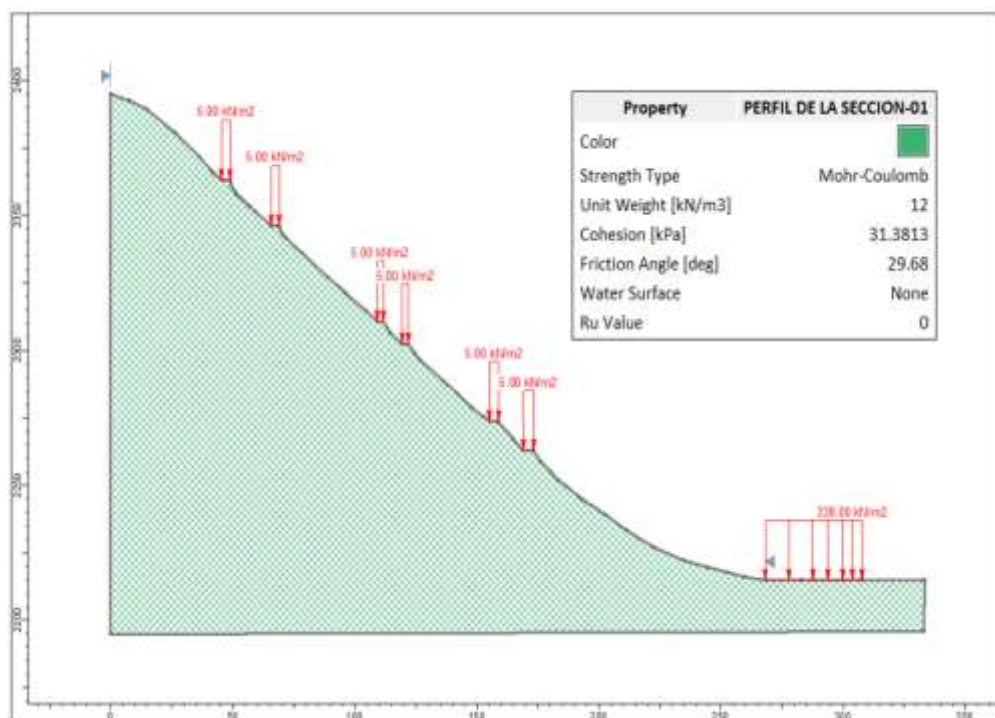
Interpretación: En la tabla 10 se observa el metrados básico de las cargas vehiculares que circulan por una carretera central, la cual se extrae del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG (2018) para los vehículos de categoría L, N y M; que circulan por zona de estudio resultando 338 kN/m2. Cabe recalcar que en el caso de las viviendas no está tomando en cuenta ya que en la altura del km 117 no se ubica ninguna.

4.1.1. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN SLIDE V.6

Teniendo en cuenta las peculiaridades del lugar de estudio, utilizaremos el formula de equilibrio límite o dovelas, y dentro de ellas utilizaremos los siguientes formulas: Fellenius, Spenser, Bishop Simplified, Janbu Simplified, Morgenstern y Price. Además, es importante mencionar que este análisis requirió datos del levantamiento topográfico (ver anexo 3 y 5) y datos del estudio mecánico de suelos como el peso específico ($\gamma=12\text{KN/m}^3$), la cohesión (31.38 KN/m^2) y el ángulo de fricción interna ($\Phi=29,68^\circ$) de la zona en estudio la cual se observa mejor en el anexo 5 (estudio de mecánica de suelo), con el propósito de modelar e insertar dichos parámetros.

Figura 25

Modelamiento de la sección más crítica (corte 01)



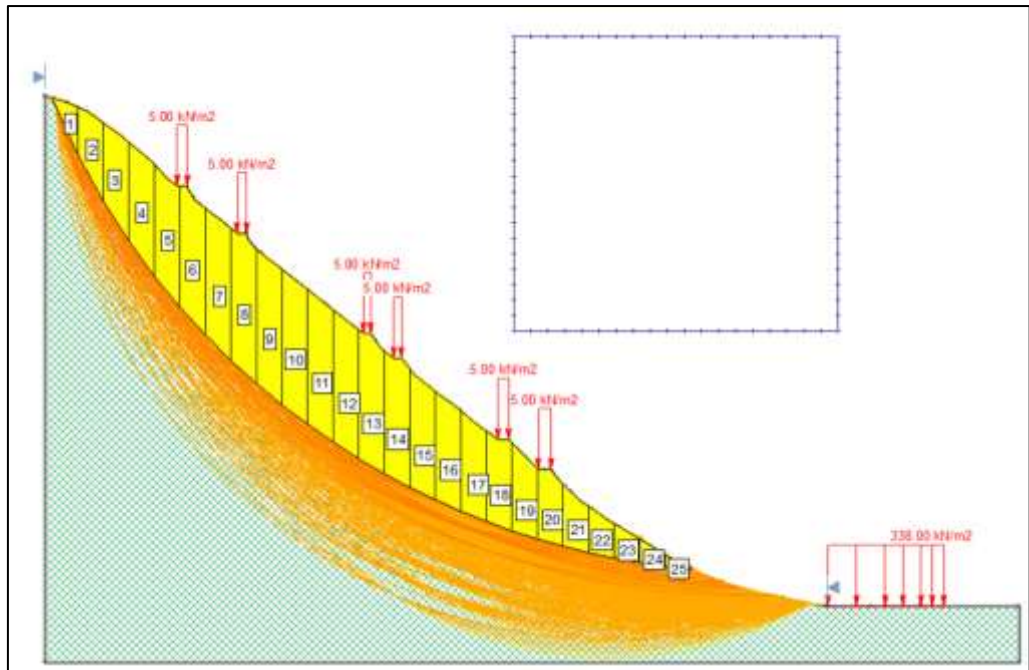
Interpretación

Como se observa la figura 25, es el modelamiento del perfil del talud más crítico de la sección-01 en el software Slide versión 6, utilizando las coordenadas del talud de la sección-01 Tabla 9 (Las coordenadas del talud de la sección-01), lo cual se obtuvo de exportar

del software ArcGIS; también se utilizó la información de la Tabla 10 respecto al metrado básico de las cargas peatonales y vehiculares más representativas, considerando 5 Kn/m² y 338 Kn/m² respectivamente. Además, se introdujo los parámetros básicos del estudio de suelo.

Figura 26

Formula de las dovelas en la sección-01(25 rebanadas)



Interpretación

Como se observa en la figura 26 se presenta el formula de las dovelas y se está usando 25 rebanadas para una mayor exactitud de análisis y el modelamiento de las cargas peatonales y vehiculares en el software Slide versión 6, posteriormente se va a analizar el deslizamiento rotacional empleando los formulas: Fellenius, Spenser, Bishop Simplified, Janbu Simplified, Morgenstern y Price respectivamente

Coeficiente de seguridad por Fellenius (sección-01)



Figura 29

Coficiente de seguridad por Bishop Simplified (sección-01)

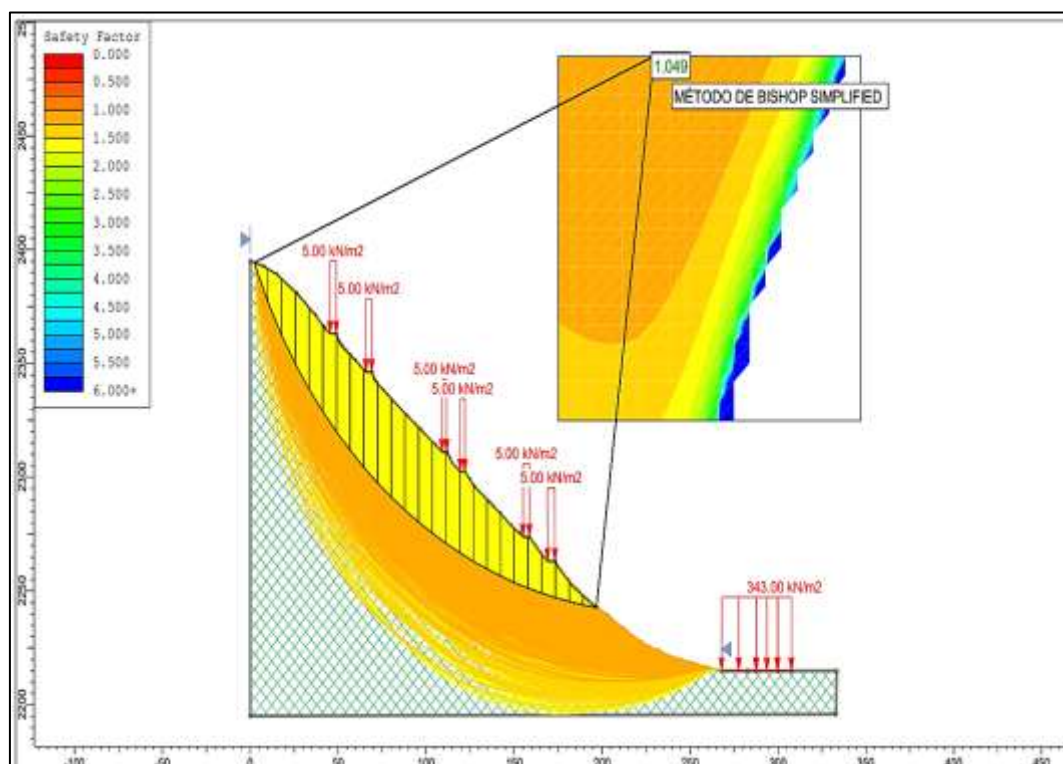


Figura 30

Coficiente de seguridad por Janbu Simplified (sección-01)

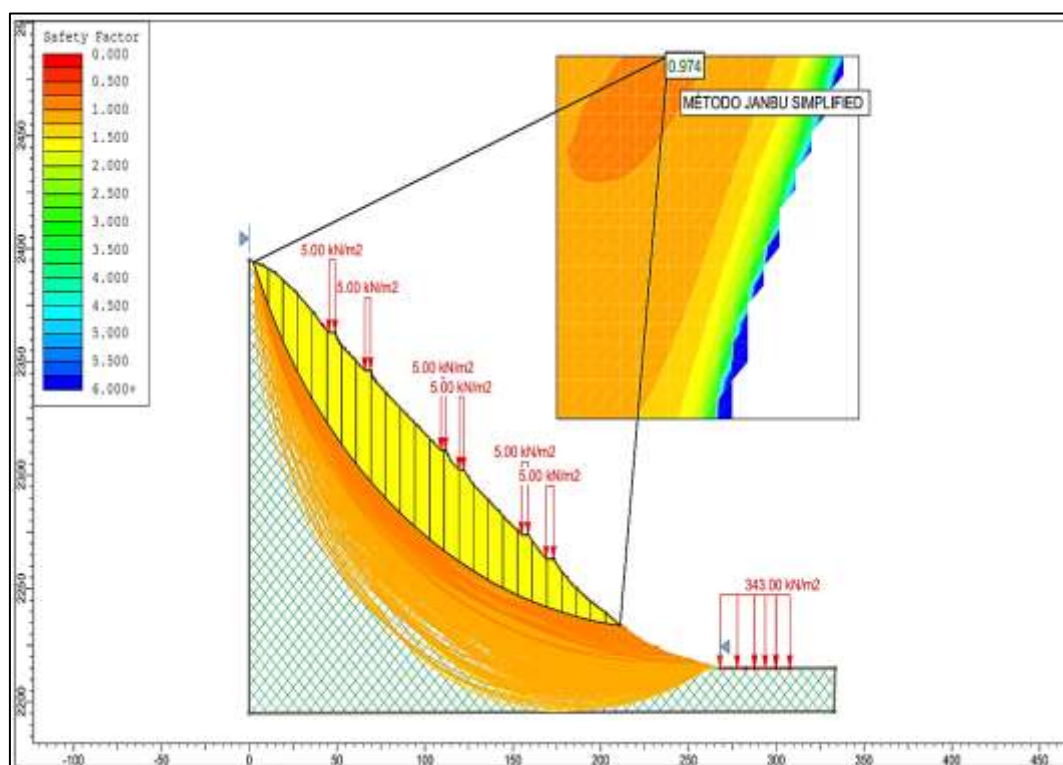
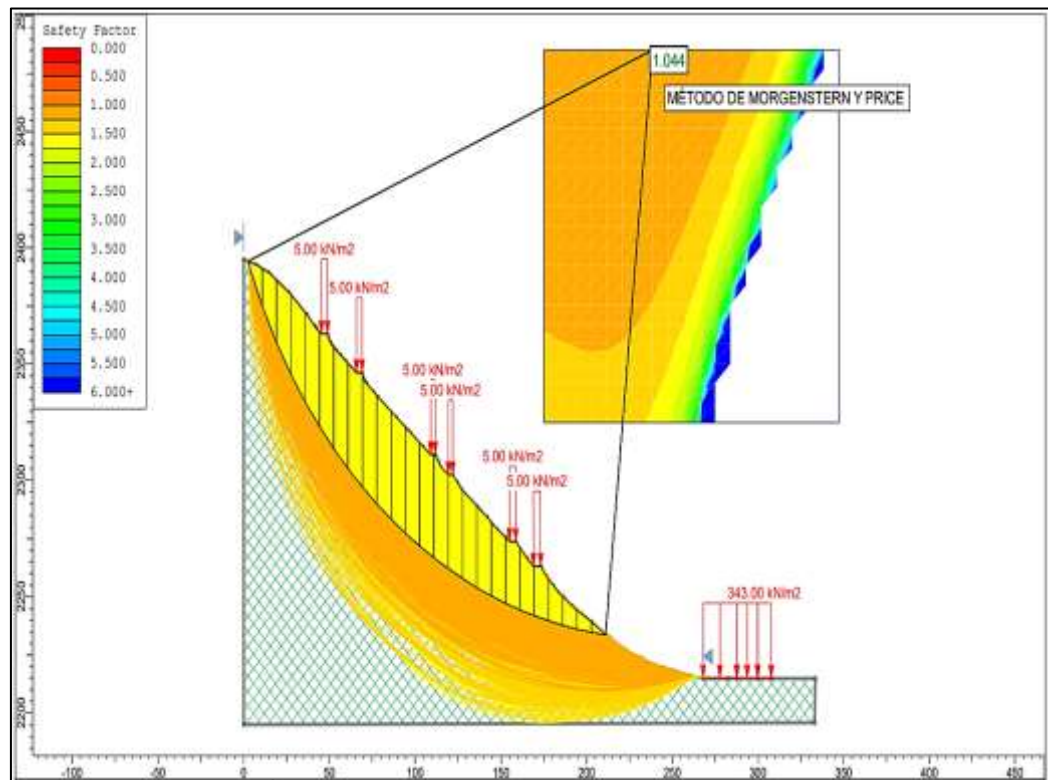


Figura 31

Coefficiente de seguridad por Morgenstern y Price (sección-01)



Interpretación

Como se observa en las figuras 27, 28, 29, 30 y 31 al realizar el análisis de la estabilidad de la sección-01 en el software Slide v.6, los coeficientes de seguridad que se obtienen, ninguno cumple con la norma CE. 020 es decir, las rebanas que se observa en el talud suelo de la sección-01 en caso de experimentar deslizamientos y volcamientos fallaría con el pasar del tiempo.

Posteriormente del análisis se calculó los siguientes coeficientes de seguridad por los 5 formulas del formula de las rebanadas: Según el Fellenius se obtuvo 0.982, según Spenser se obtuvo 1.041, por Bishop Simplified se calculó 1.049, a base de Janbu Simplified resulto 0.974 y finalmente por Morgenstern y Price se obtuvo 1.044.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados de los coeficientes de seguridad de la Sección-01 alrededor del tramo km 117.

Tabla 11

Resumen de los coeficientes de seguridad sin la influencia del muro de gaviones de la sección-01

Formulas Usados	Coeficiente de seguridad
Fellenius	0.982
Spencer	1.041
Bishop Simplified	1.049
Janbu Simplified	0.974
Morgenstern y Price	1.044

Interpretación

Con la intención de poder resumir y observar mejor los resultados de los coeficientes de seguridad que se obtuvieron en las figuras 27, 28, 29, 30 y 31, se realiza la tabla 11.

Como se muestra en ella se observa el resumen los coeficientes de seguridad al analizar por: Fellenius, Spenser, Bishop Simplified, Janbu Simplified y Morgenstern y Price respectivamente, dando como máximo coeficiente de 1.044 y un mínimo de 0.974.

4.1.2. ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES INTERIORES EN GEO5

Propuesta con el uso de gavión

Predimensionamiento

Con respecto a la base del muro, como se vio en la parte del marco teórico De Avilés (2014) sugiere y recomienda criterios para la base es conveniente que sea $B \geq 0.5H$. Se va a considerar la altura del muro de gaviones de 4 metros, por siguiente la base es $B \geq 2m$, por lo que el modelo actual tiene una base de 4 metros.

Cabe señalar que el ancho de la parte superior del muro de gaviones es de al menos 1 metro.

Empotramiento

Por otro lado, Avilés (2014) recomienda que la profundización o empotramiento de la estructura de soporte con el muro de gaviones es de al menos 0,30 m o $H/10$.

Como designamos la altura del muro de gaviones de 4 m, por lo siguiente el empotramiento nos resultaría $Emp \geq 0.40$ m y se considera bajo criterio el empotramiento de 0.50 m para este muro de gaviones.

Diseño del muro con escalones internos usando el software GEO5

Como se mencionó el análisis del proyecto se está realizando con el programa o software GEO5 por lo tanto necesitamos el estudio de mecánica de suelos del talud y del material del relleno que se va a usar en el muro de gaviones. Es muy importante recalcar que se está diseñado para una condición adversa y un análisis únicamente estático.

Características y datos del material de relleno

Según Almeida (2005) los parámetros de la piedra o material de relleno que se debe usar para el llenado de las cajas de gaviones son fundamentales para el proceso constructivo y su análisis de estabilidad, por lo tanto, se va a considerar el material de relleno el canto rodado del río cercano del lugar de estudio.

Tabla 12

Parámetros del material de relleno

Parámetros	Resultado
	28 (KN/m ³) -2800
Peso unitario de la piedra	kg/m ³
Coefficiente de fricción estructura-suelo	$\phi=0.7^\circ$
Porosidad	0.30 - 0.40

Las dimensiones	1,5 a 2 veces (la dimensión de la malla de red)
-----------------	---

Interpretación: Como se observa en la tabla 12, se está utilizando los parámetros sugeridos por autores respecto al material de relleno de las cajas de gaviones que vendría a ser el canto rodado, coeficiente entre fricción de la estructura y el suelo será de 0.7°, con una porosidad de que varía de 0.30-0.40 entre los más destacados.

Por otro lado, de igual forma en base a Almeida (2005), se toman en cuenta que las propiedades físicas de la malla que se usa en el muro de gaviones mediante el modelado en el programa Geo5 es:

Tabla 13

Propiedades de la malla de caras reforzadas 8x12

Parámetros	Especificaciones
Revestimientos metálicos	Zn90Al10-MM (245 a 265 g/m ²)
Resistencia a la corrosión y envejecimiento	Menos del 5% de oxidación después de 56 ciclos
Diámetro de los alambres de la malla	φ= 3.4 mm
Resistencia a la tracción de la malla	53 (KN/m) 36 (KN/m)
Resistencia de la conexión en el borde	

Interpretación: En la tabla 13, la malla metálica que mejor cumple con estos requisitos de resistencia mecánica, resistencia contra la corrosión y muy buena flexibilidad; es un tipo de malla hexagonal de doble torsión (reforzadas 8x12) fabricada con alambres de bajo carbono recubiertos con un 95% de zinc, 5% de aluminio y aleación de tierras raras (Zn 5Al MM = Galfan ®), cabe mencionar que con o sin recubrimiento plástico sugerido por el autor mencionado.

Características y datos del suelo en estudio

Las propiedades del suelo en el programa GEO5 son un requisito fundamental para el análisis de la estabilidad de los taludes con el muro de gaviones, por ello se realizó en el estudio de suelo como se observa en el anexo 6.

Tabla 14

Propiedades físicas del suelo con gravas y arenas arcillosas (sw)

Parámetros Geomecánicas	Resultado
Peso unitario	12 (KN/m3)
Angulo de fricción interna	$\phi=29.68^\circ$
Cohesión	31.38 (KN/m2)

Interpretación: En la tabla 14, se observa las propiedades del suelo como el peso unitario, ángulo interna y cohesión del suelo con gravas y arenas arcillosas con la clasificación SUCS (SW).

Geometría de la estructura del muro del gavión

Los datos para el diseño en el software GEO5 fueron a base del predimensionamiento del manual técnico de Obras de Contención de Almeida (2005).

Tabla 15

Predimensionamiento de la estructura del gavión

Numero	Ancho (m)	Altura (m)	Corrimiento (m)	Material de relleno
1	4.00	1.00	-	Canto rodado
2	4.00	1.00	0.00	Canto rodado
3	2.50	1.00	0.00	Canto rodado

4	2.50	1.00	0.00	Canto rodado
---	------	------	------	--------------

Interpretación: A base de ello se propone el cuadro de predimensionamiento de la estructura de gaviones con escalones interiores que el primer cajón es de 4 m de ancho y el ultimo es de 2.5 m; como se observa en la tabla 15.

Figura 32

Predimensionamiento del muro

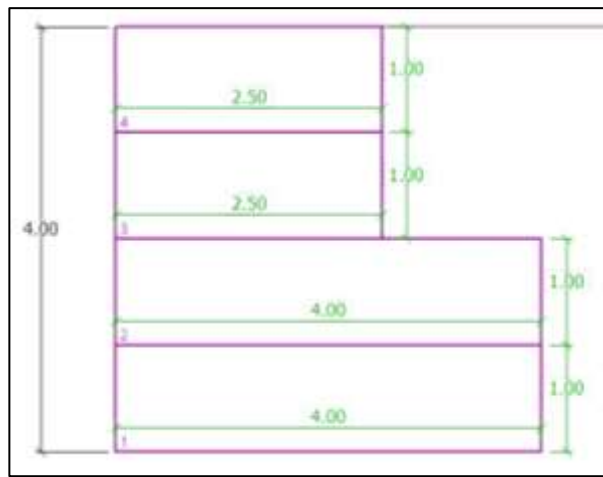


Figura 33

El muro y el terreno en estudio

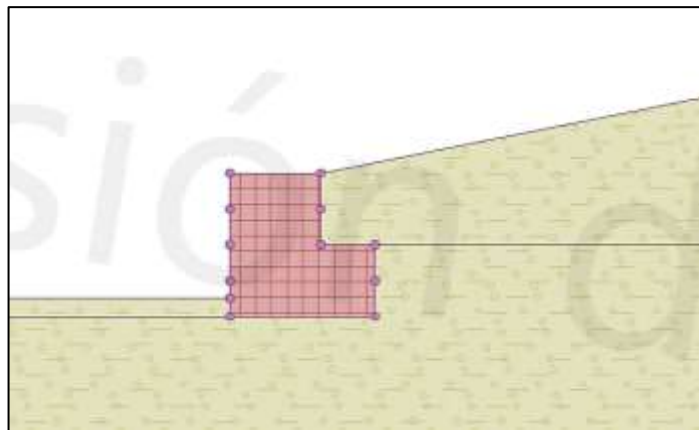
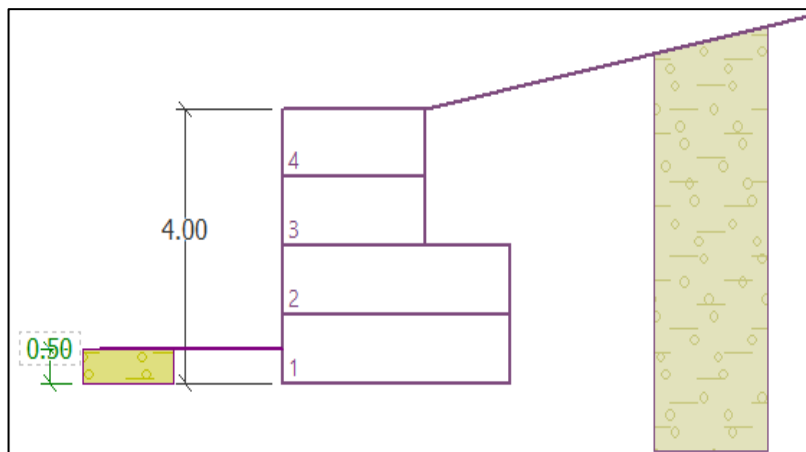


Figura 34

El empotramiento del muro



Interpretación

En la figura 32 se puede observar el modelamiento completo del predimensionamiento del muro con escalones interiores con 2 cajones de 4 m y 2 con 2.50 m de ancho; todos con un metro de altura y la figura 33 se observa la interacción del muro de gaviones con escalones interiores con terreno.

En la figura en la figura 34 se observa el empotramiento que se le asignó al muro de gaviones y el terreno según consideración del apoyo del manual de gaviones.

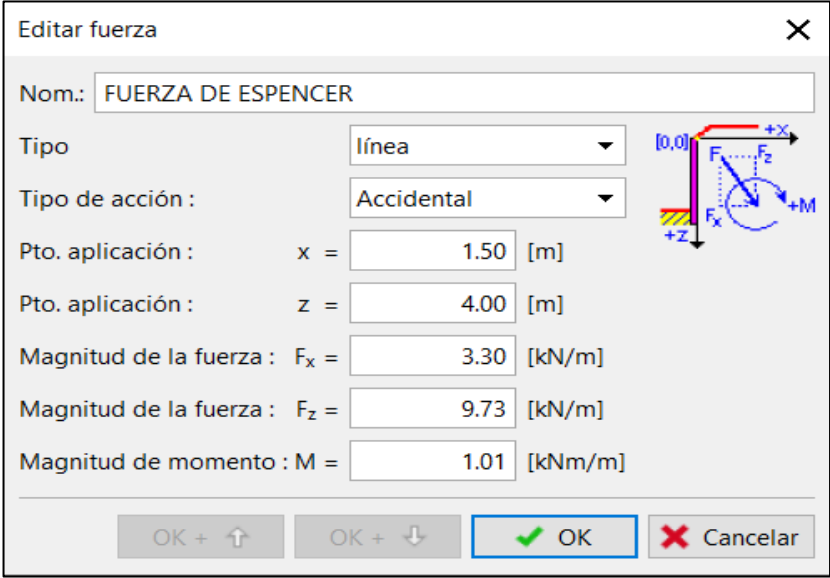
Datos del formula Spencer

En este punto es importante los datos obtenidos del formula de Spencer en el software SLIDEV.6, ya que este formula concuerda o sigue los parámetros del análisis estático de momentos y fuerzas, por tal motivo se utilizará para el análisis del uso de gaviones en el software GEO5; los parámetros que se requiere son: El momento de resistencia, el momento actuante y los esfuerzos horizontales tanto la fuerza resistente como la fuerza actuante.

Tabla 16*Información obtenida por el formula de Spenser en la seccion-01*

Descripción	Resultados del software Slide v.6
El coeficiente de seguridad	1.044
El momento de resistencia	1.01 KN-m
El momento actuante	9.7278 KN-m
Fuerza horizontal resistente	32959.6 KN
Fuerza horizontal actuante	31742.9 KN

Interpretación: Como se observa en la tabla 16 se muestra la información obtenida en el análisis de estabilidad por la formula Spenser a base del formula de las rebanadas en el software Slide versión 6. Los parámetros que se van a utilizar son el momento de resistencia que equivale 1.01 KN-m, el momento actuante con un valor 9.7278 KN-m y la fuerza horizontal resistente de 32959.6 KN.

Figura 35*Fuerzas del método Spencer en el muro*


Editar fuerza

Nom.:

Tipo:

Tipo de acción:

Pto. aplicación: x = [m]

Pto. aplicación: z = [m]

Magnitud de la fuerza: F_x = [kN/m]

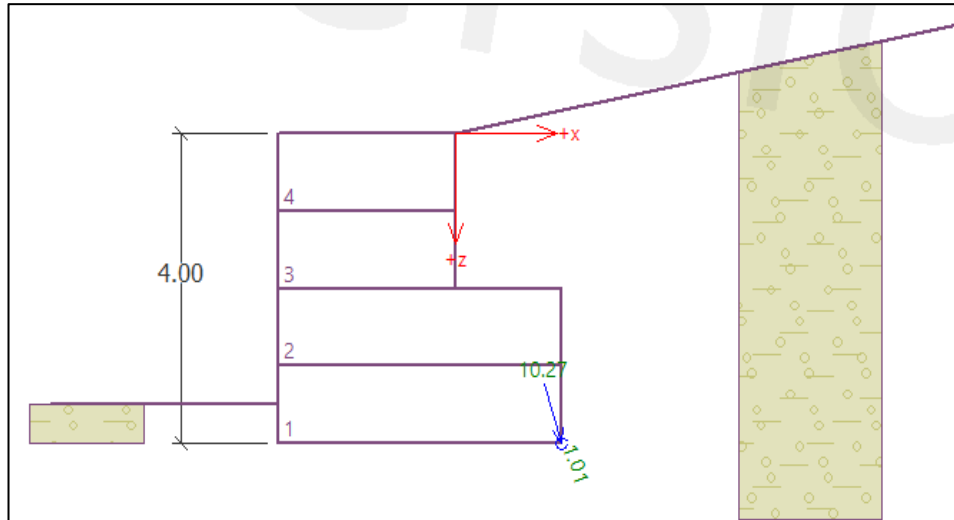
Magnitud de la fuerza: F_z = [kN/m]

Magnitud de momento: M = [kNm/m]

OK +  OK + 

Figura 36

Aplicación de las fuerzas en el muro



Interpretación

Posteriormente en la figura 35 se observa la aplicación de los parámetros ya mencionados en el software Geo5, con su respectivo punto de aplicación en el muro de gaviones, respecto al eje “x” de 1.50 y en el eje “z” 4.00.

Por último, la figura 36 muestra el modelamiento de las fuerzas aplicadas al muro junto con su dimensionamiento correspondiente.

4.1.3. VERIFICACIONES DEL ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES INTERIORES

Verificación del equilibrio del muro completo.

Se verifica el equilibrio de la estabilidad del muro y por siguiente se obtuvo resultados óptimos como se muestran las figuras.

Figura 37

Obtención de las fuerzas aplicadas sobre el muro

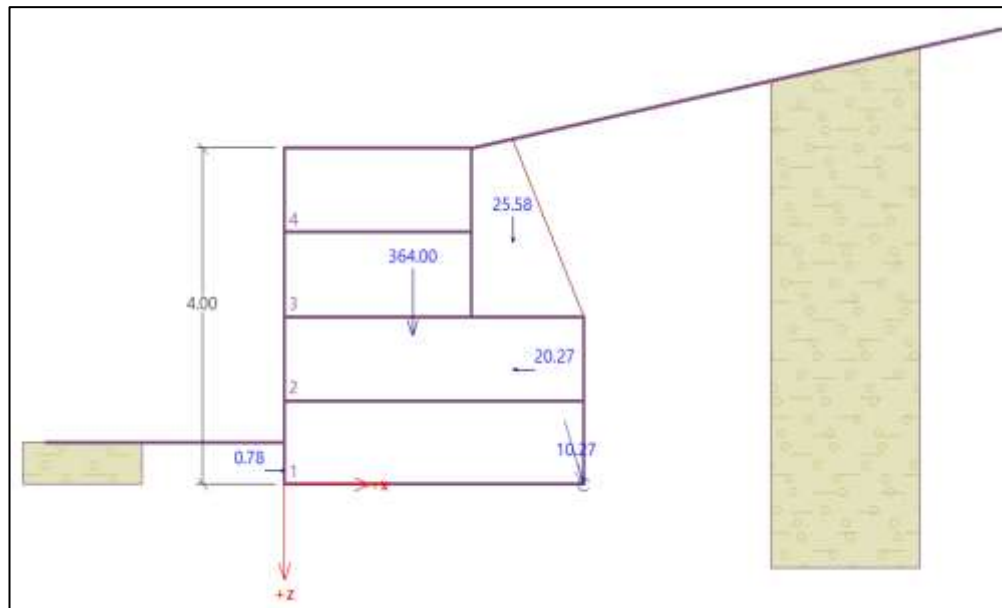


Tabla 17

Verificación y control de equilibrio del muro interno

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Y (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0.00	364.00	1.71	-1.77	1.000
Resistencia del frente	0.78	0.00	0.00	-0.17	1.000
Peso-cuña de tierra	0.00	25.58	3.05	-2.88	1.000
Presión activa	-20.27	0.00	3.05	-1.37	1.000

Interpretación

En la figura 37 se puede observar el modelamiento completo del muro de gaviones con escalones interiores y el resultado de la aplicación de las fuerzas de Spencer.

También en la tabla 17 se observa mucho mejor el resultado de las fuerzas aplicadas, respecto a la relación Peso-Muro en el punto de aplicación (1.71, -1.77) resulto 364 KN/m solo en la fuerza "Fy" mientras

en el eje “x” es de 0 KN/m. Igualmente para la resistencia del frente, el peso-cuña de tierra y la presión activa se interpreta de la misma manera.

Figura 38

Verificación de los resultados en la estabilidad de vuelco y deslizamiento

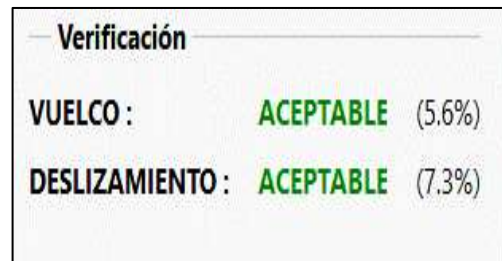


Figura 39

Efectos de la comprobación más detallado



Interpretación

En la figura 38 y 39 se observa el resultado de la verificación de las fuerzas aplicadas en el muro de gaviones con escalones interiores en el software Geo5, por lo tanto, para la verificación del muro completo respecto a la estabilidad por vuelco se obtiene un coeficiente de seguridad de 26.81 y para la verificación de estabilidad por deslizamiento un coeficiente de 20.42, lo cual es satisfactoria con un 5.6% y 7.3% de aprobación para el vuelco y deslizamiento respectivamente.

Verificación de la capacidad portante del suelo

Figura 40

Modelamiento las fuerzas en el base del muro y suelo

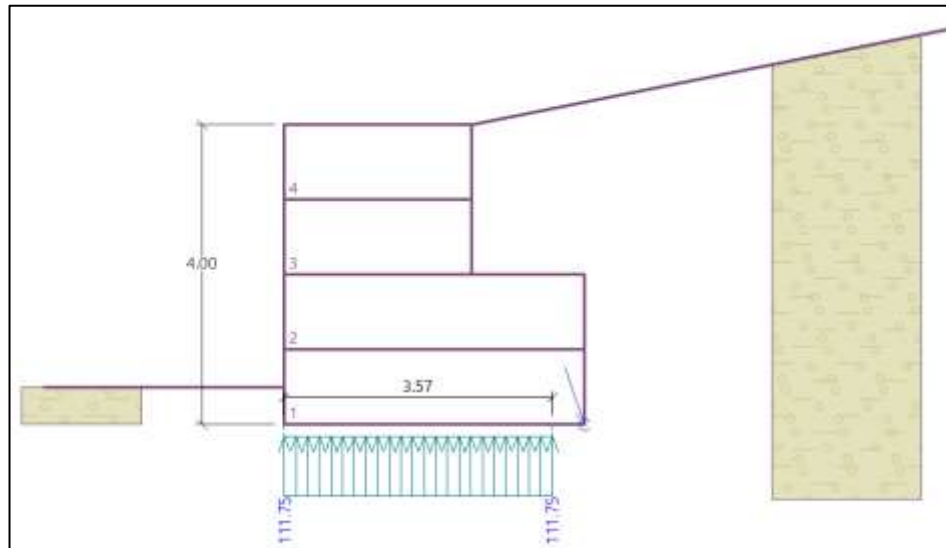


Figura 41

Verificación de la estructura del muro de gavión de la capacidad portante

Verificación	
EXCENTRICIDAD:	ACEPTABLE (16.0%)
CAPACIDAD PORTANTE :	ACEPTABLE (93.1%)

Interpretación

En la figura 40 se observa el resultado del modelamiento de la aplicación de las fuerzas Spencer para la verificación de la capacidad portante del suelo.

Posteriormente en la figura 41 se observa el resultado de aceptación tanto para la Excentricidad como para la Capacidad Portante en el software Geo5, lo cual es satisfactoria o aceptable con un 16.00% y 93.10% para la excentricidad y la Capacidad Portante respectivamente.

Tabla 18*Fuerzas y momentos que actúan en la base del muro interno*

Numero	Momento (KNm/m)	Fuerza Normal (Nm/m)	Resistencia al corte (KN/m)	Excentricidad (-)	Tensión (KPa)
1	85.2	399.31	16.19	0.053	111.75

Tabla 19*Carga de servicio en la base del muro*

Numero	Momento (KNm/m)	Fuerza Normal (Nm/m)	Resistencia al corte (KN/m)
1	85.2	399.31	16.19

Interpretación

En la tabla 18 se muestra la verificación del diseño, pero actuando en el centro del fondo de la zapata con un momento de 85.20 Kn/m, una fuerza normal de 399.31 Km/m, una resistencia al corte de 16.19 KN/m y una tensión de 111.75 KPa; la cual se demuestra que satisface en la estabilidad.

De igual manera en la tabla 19 se observa el resultado de aceptación para la carga de servicio en el centro del fondo de la zapata con un momento de 85.20 Kn/m, una fuerza normal de 399.31 Km/m y resistencia al corte de 16.19 KN/m la cual concuerda con verificación del diseño.

Figura 42

Efectos de la comprobación más detallado de la capacidad portante



Interpretación

En la figura 42 se observa de una manera más detallada el resultado de los efectos de la comprobación de la Capacidad Portante, por lo tanto, para la verificación de la excentricidad se obtiene la máxima excentricidad de la fuerza normal $e=0.053$ la cual es aceptable y satisfactoria, en el caso para la verificación de la Capacidad Portante resulto un coeficiente de 1.61 lo cual es satisfactoria ya que está por encima del mínimo que es 1.50.

Verificación del muro de gavión

Figura 43

Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque número 1

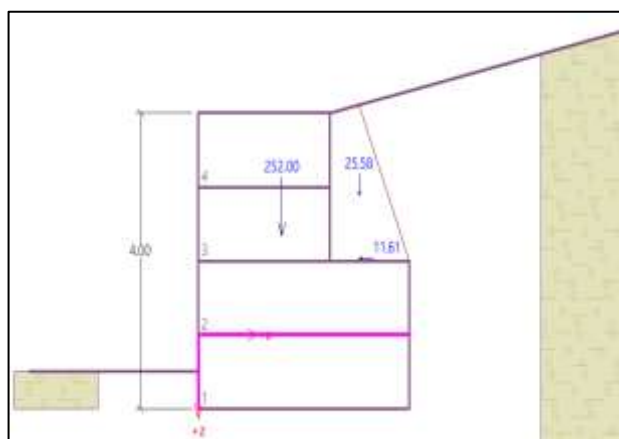


Tabla 20

Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número 1

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	252	1.58	-1.33	1
Peso-cuña de tierra	0	25.58	3.05	-1.88	1
Presión activa	-11.61	0	3.05	-1.04	1

Figura 44

Verificación automática en la junta debajo del bloque número 1

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro. :

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (3.8%)

DESLIZAMIENTO : ACEPTABLE (17.1%)

PRESIÓN HORIZONTAL : ACEPTABLE (57.4%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : ACEPTABLE (78.4%)

Interpretación

En la figura 43 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número “1”. Posteriormente en la tabla 20 se muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número “1” respecto a las fuerzas aplicadas. Finalmente, en la figura 44

se observa un resumen de las verificaciones por vuelco con un 3.8% de aceptación, ante el deslizamiento con 17.1% de aceptación, para la presión horizontal con un 57.4% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 78.4% de aceptación.

Figura 45

Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 2

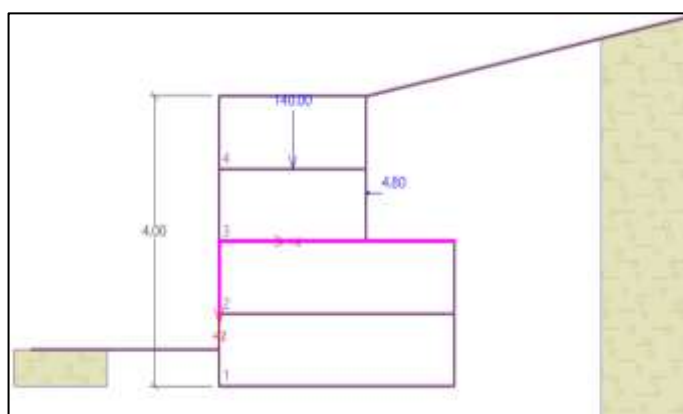


Tabla 21

Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 2

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	140	1.25	-1	1
Presión activa	-4.8	0	2.5	-0.67	1

Figura 46

Verificación automática en la junta debajo del bloque numero 2

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro. :

Verificación

VUELCO : **ACEPTABLE** (2.7%)

DESIZAMIENTO : **ACEPTABLE** (13.9%)

PRESIÓN HORIZONTAL : **ACEPTABLE** (84.5%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : **ACEPTABLE** (57.4%)

Interpretación:

En la figura 45 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número "2". Posteriormente en la tabla 21 se muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque

número “2” respecto a las fuerzas aplicadas como: Peso-muro y la presión activa.

Finalmente, en la figura 46 se observa un resumen de las verificaciones por vuelco con un 2.70% de aceptación, ante el deslizamiento con 13.90% de aceptación, para la presión horizontal con un 84.50% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 57.40% de aceptación.

Figura 47

Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 3

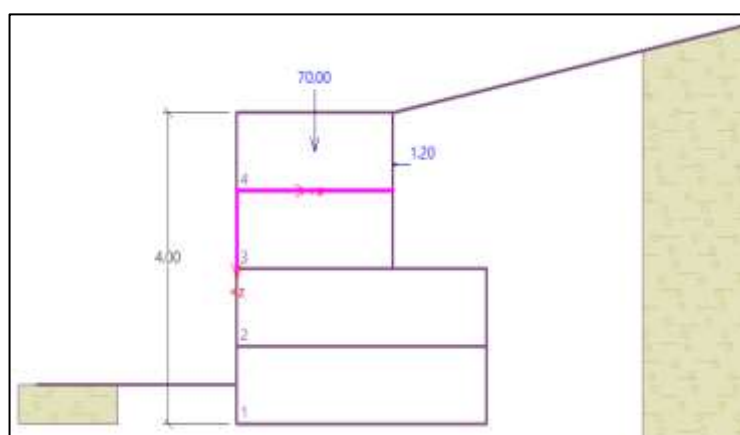


Tabla 22

Efectos de la comprobación más detallado

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	70	1.25	-0.5	1
Presión activa	-1.2	0	2.5	-0.33	1

Figura 48

Verificación automática en la junta debajo del bloque numero 3

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro. :

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (0.7%)

DESLIZAMIENTO : ACEPTABLE (6.9%)

PRESIÓN HORIZONTAL : ACEPTABLE (50.0%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : ACEPTABLE (33.9%)

Interpretación

En la figura 47 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número “3”. Posteriormente en la tabla 22 se muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número “3” respecto a las fuerzas aplicadas como: Peso-muro y la presión activa.

Finalmente, en la figura 48 se observa un resumen de las verificaciones por vuelco con un 0.70% de aceptación, ante el deslizamiento con 6.90% de aceptación, para la presión horizontal con un 50.00% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 33.90% de aceptación.

4.1.4. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN GEO5 CON ESCALONES INTERIORES

Figura 49

Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Fellenius

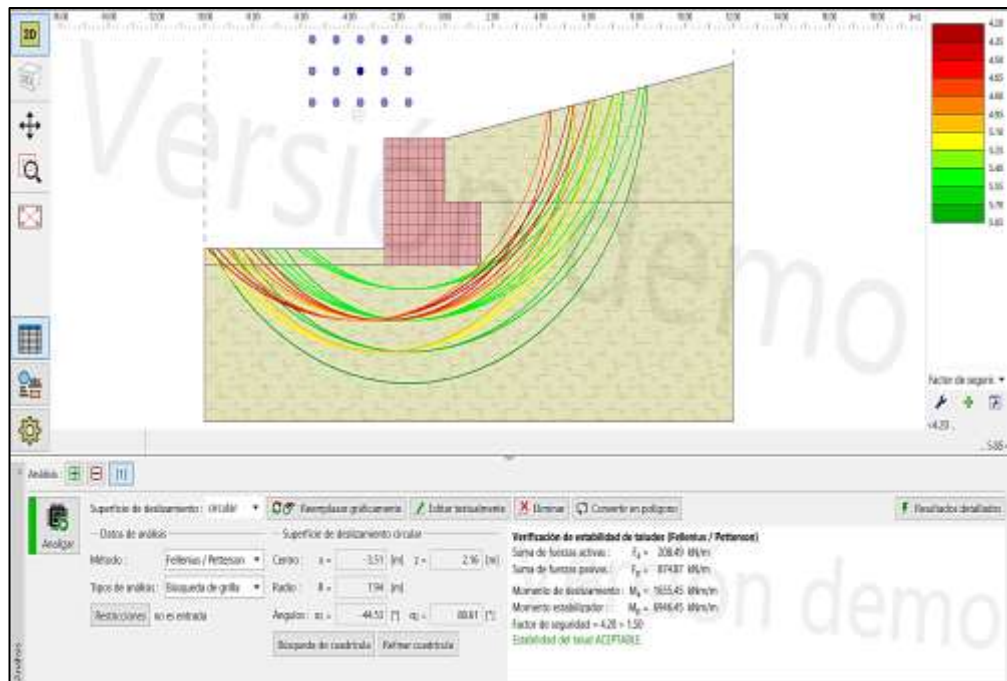


Figura 50

Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Spencer

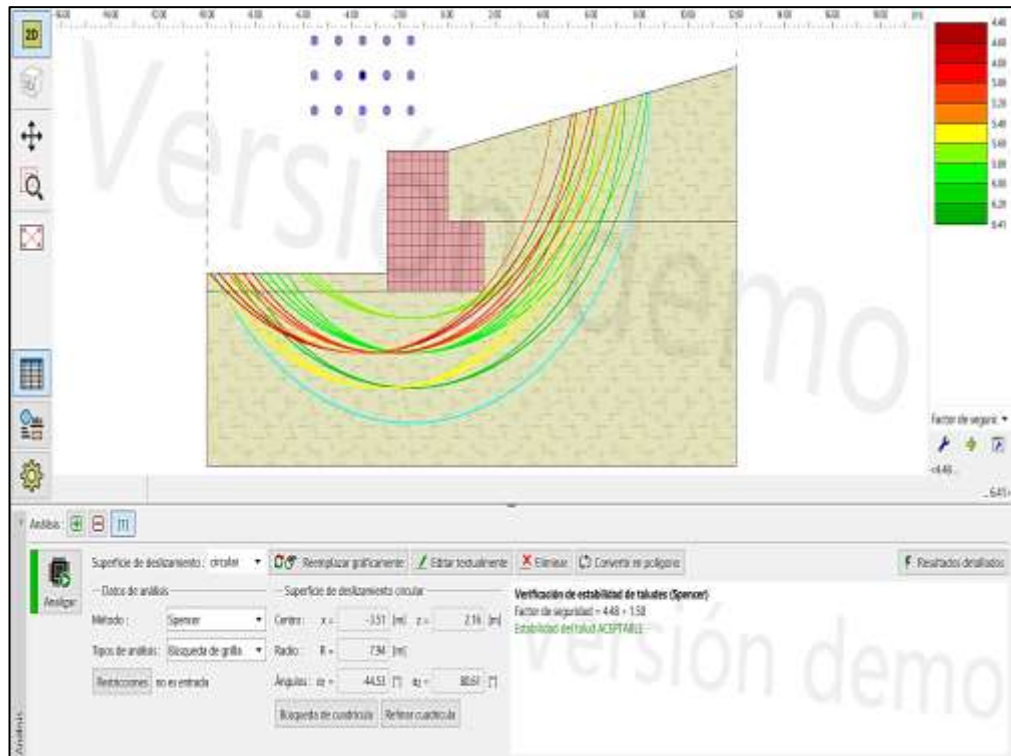


Figura 51

Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Bishop.

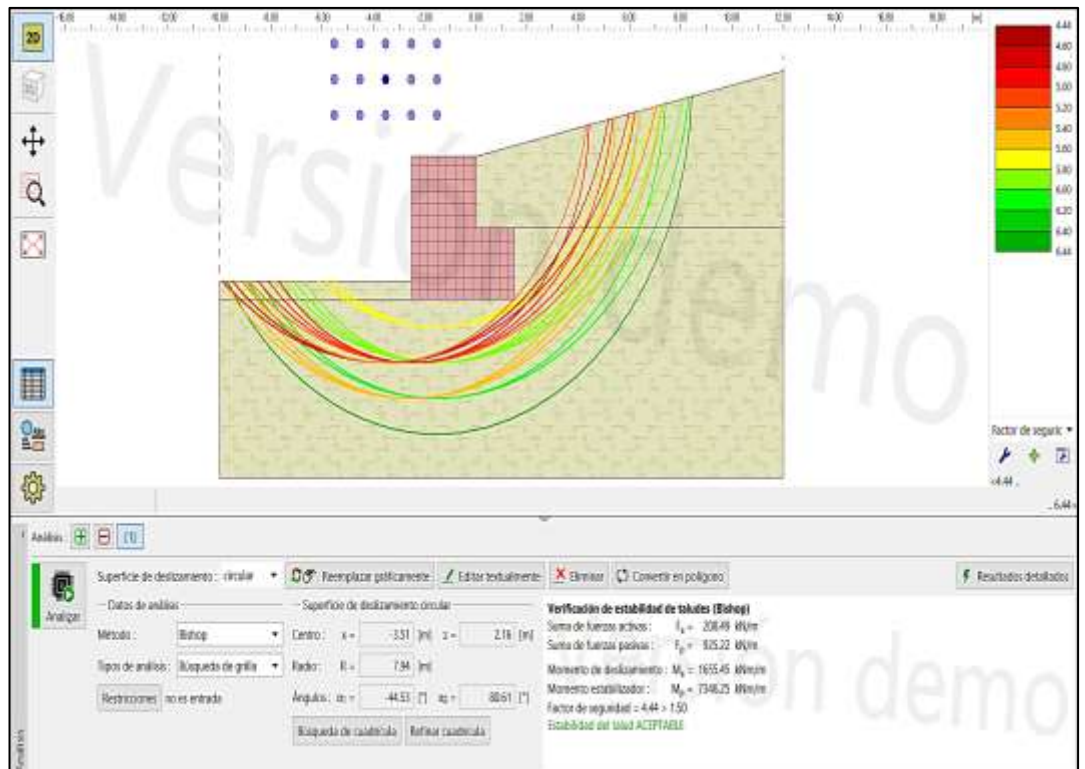


Figura 52

Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Janbu.

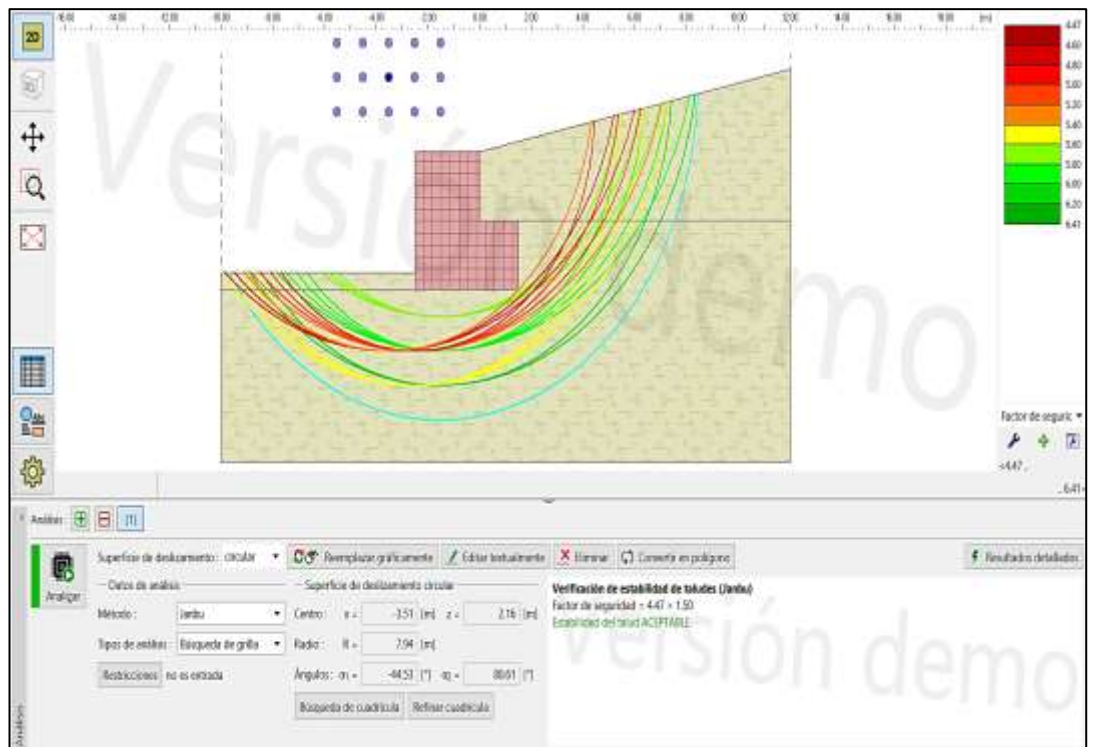
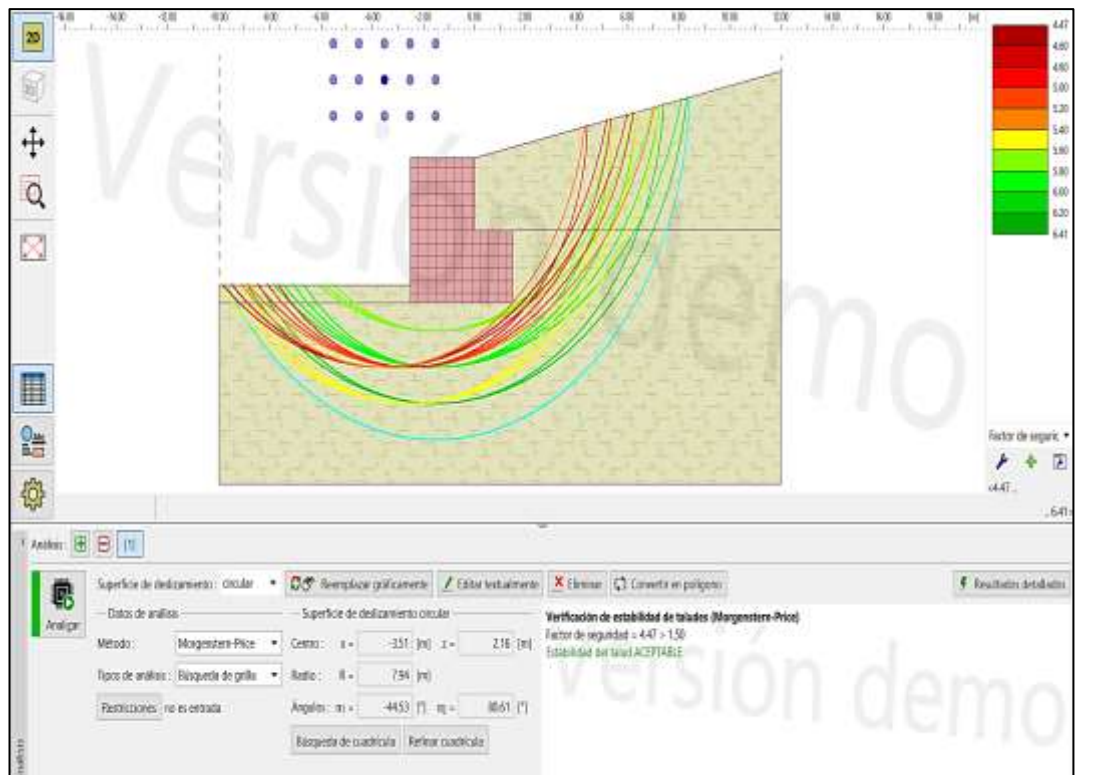


Figura 53

Análisis del coeficiente de seguridad con la influencia del muro, formula Morgenstern y Price



Interpretación

Como se observa las figuras 49, 50, 51, 52 y 53 se realizó en análisis de la estabilidad de la sección-01 con la influencia del muro de gaviones con escalonamiento interno, como resultado se obtuvo los coeficientes de seguridad; según el formula de Fellenius se obtuvo 4.20, según Spenser se obtuvo 4.48, por Bishop Simplified se calculó 4.44, a base de Janbu Simplified resulto 4.47 y finalmente por Morgenstern y Price se obtuvo 4.44.

Tabla 23

Resumen de los coeficientes de seguridad con la influencia del muro con escalones internos

Métodos	FS
Bishop	4.44
Fellenius	4.2
Spencer	4.48
Janbu	4.47
Morgenstern-Price	4.47

Interpretación: Se observa también en la tabla 23 un resumen de verificaciones de la estabilidad del talud de la sección-01 critica por lo diferentes métodos, la cual se obtiene coeficientes de seguridad aceptables por el software Geo5, que son mayores a 1.5.

4.1.5. ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES EXTERNOS EN GEO5

Geometría de la estructura del muro del gavión

Los datos para el diseño en el software GEO5 fueron a base del predimensionamiento del manual técnico de Obras de Contención de Maccaferri Do Brasil (2005). A base de ello se propone el cuadro de predimensionamiento de la estructura de gaviones con escalones interiores como la siguiente tabla.

Tabla 24

Predimensionamiento de la estructura del gavión con escalones externos

Numero	Ancho (m)	Altura (m)	Corrimiento (m)	Material de relleno
1	4	1	0	Canto rodado
2	3.5	1	0.5	Canto rodado
3	3	1	0.5	Canto rodado
4	2.5	1	0.5	Canto rodado

Interpretación: De igual forma se propone el cuadro de predimensionamiento de la estructura de gaviones con escalones exteriores que el primer cajón es de 4 m de ancho y el ultimo es de 2.5 m; como se observa en la tabla 24.

Figura 54

Predimensionamiento de la estructura con escalones externos

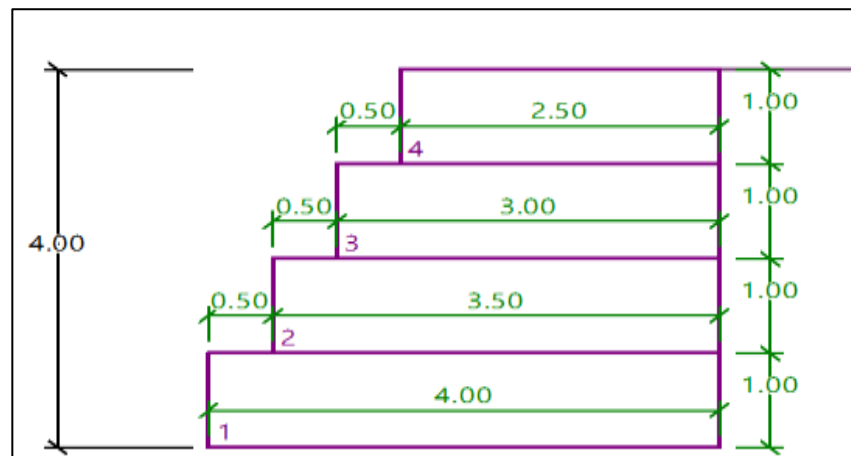


Figura 55

Modelamiento de la estructura del muro con escalones externos y el terreno en estudio

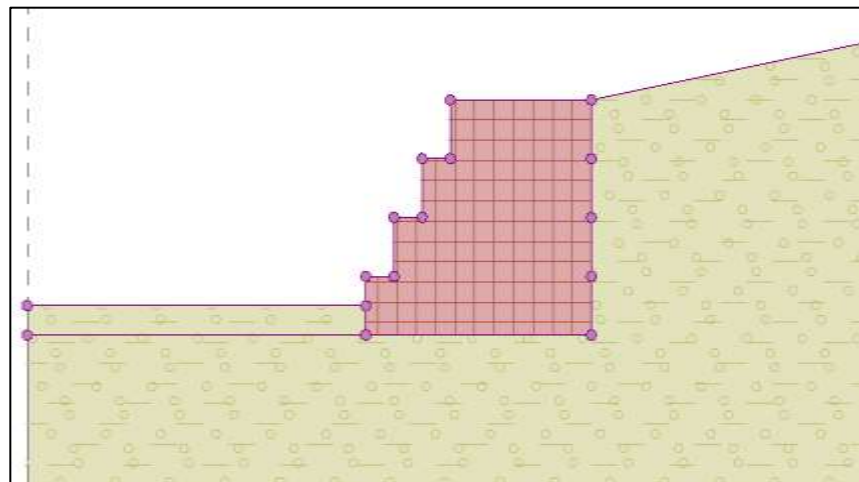
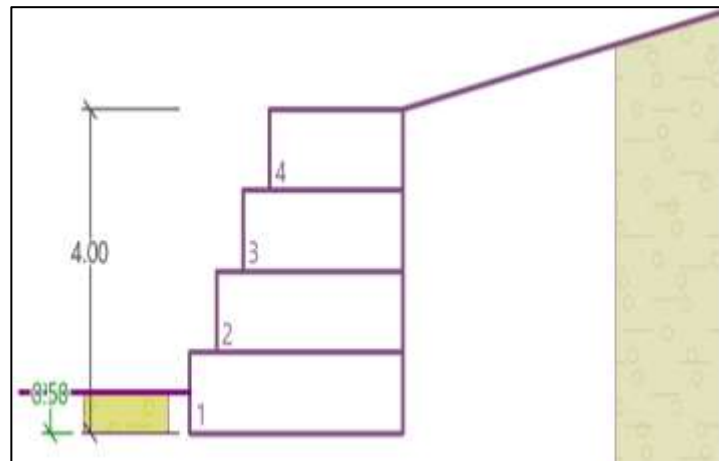


Figura 56

El empotramiento y la estructura del muro de gavión



Interpretación

En la figura 54 se puede observar el modelamiento completo del predimensionamiento del muro con escalones externos y la figura 55 se observa la interacción del muro de gaviones con escalones interiores con terreno.

En la figura en la figura 56 se observa el empotramiento que se le asignó al muro de gaviones y el terreno según consideración del apoyo del manual de gaviones del software Geo5.

Figura 57

Fuerzas aplicadas con el formula Spencer en la estructura del gavión con escaleras externas

Nueva fuerza

Nom.: FUERZA DEL METODO SPENCER

Tipo: línea

Tipo de acción: Accidental

Pto. aplicación: x = 0.00 [m]

Pto. aplicación: z = 4.00 [m]

Magnitud de la fuerza: F_x = 3.30 [kN/m]

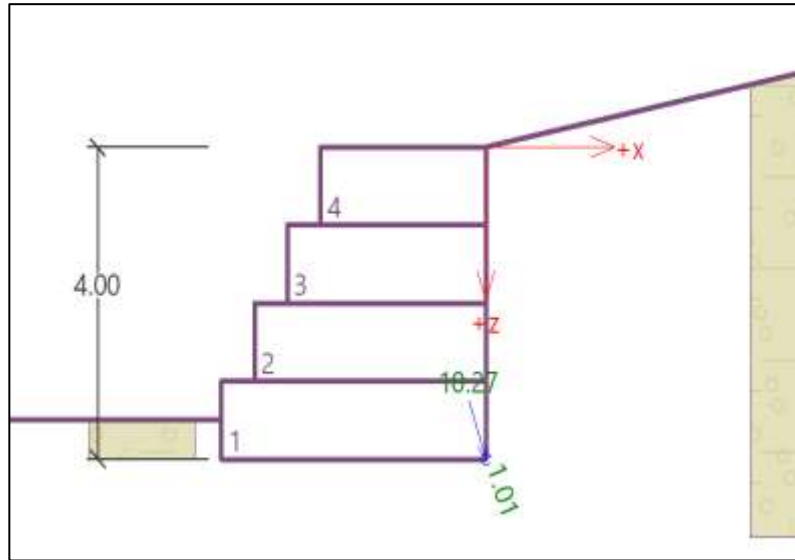
Magnitud de la fuerza: F_z = 9.73 [kN/m]

Magnitud de momento: M = 1.01 [kNm/m]

+ Añadir - Cancelar

Figura 58

Modelamiento de las fuerzas en el muro



Interpretación

Posteriormente en la figura 57 se observa el punto de aplicación en el muro de gaviones, respecto al eje "x" de 0 y en el eje "z" 4.00. Por último, la figura 58 muestra el modelamiento de las fuerzas en el muro con escalones externos.

4.1.6. VERIFICACIONES DEL ANÁLISIS CON GAVIONES DE ESCALONES EXTERIORES

Verificación del equilibrio del muro completo

Se verifica el equilibrio de la estabilidad del muro con escalones externos en GEO5 y por siguiente se obtuvo resultados óptimos como se muestran las figuras.

Figura 59

Modelamiento de las fuerzas aplicadas sobre el muro

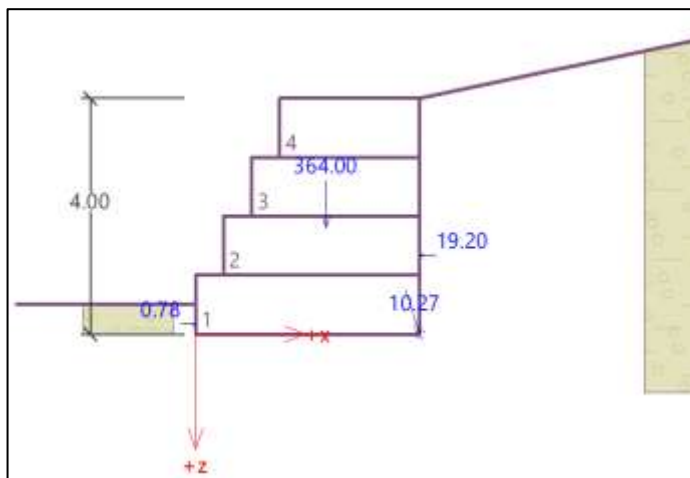


Tabla 25

Verificación y control de equilibrio del muro con escalones externos

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	364	2.33	-1.1	1
Resistencia del frente	0.78	0	0	-0.17	1
Presión activa	-19.2	0	4	-1.33	1

Interpretación:

En la figura 59 se puede observar el modelamiento completo del muro de gaviones con escalones externos y el resultado de la aplicación de las fuerzas de Spencer.

También en la tabla 25 se observa mucho mejor el resultado de las fuerzas aplicadas, sobre la verificación y control de equilibrio de la estabilidad de la estructura respecto a la relación Peso-Muro en el punto de aplicación (2.33, -1.10) resultado 364 KN/m solo en la fuerza “Fy” mientras en el eje “x” es de 0 KN/m.

Figura 60

Verificación de los resultados en la estabilidad de vuelco y deslizamiento

Verificación		
VUELCO :	ACEPTABLE	(4.3%)
DESlizAMIENTO :	ACEPTABLE	(6.9%)

Figura 61

Efectos de la comprobación más detallado

Verificación del muro completo	
Verificación de la estabilidad de vuelco	
Momento estabilizador M_{res}	= 886.93 kNm/m
Momento de vuelco M_{ovr}	= 25.47 kNm/m
Factor de seguridad = 34.82 > 1.50	
Muro para vuelco ES SATISFACTORIA	
Verificación del deslizamiento	
Fuerza horizontal resistente H_{res}	= 330.05 kN/m
Fuerza horizontal activa H_{act}	= 15.12 kN/m
Factor de seguridad = 21.83 > 1.50	
Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA	
Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA	

Interpretación

En la figura 60 y 61 se observa el resultado de la verificación de las fuerzas aplicadas y los efectos de comprobación más detallado respectivamente, con respecto al muro de gaviones con escalones exteriores en el software Geo5, por lo tanto, para la verificación del muro completo respecto a la estabilidad por vuelco se obtiene un coeficiente de seguridad de 34.82 y para la verificación de estabilidad por deslizamiento un coeficiente de 21.83, lo cual es satisfactoria con un 4.3% y 6.9% de aprobación para el vuelco y deslizamiento respectivamente.

Verificación de la capacidad portante del suelo

Figura 62

Resultados del modelamiento las fuerzas de resistencia en el suelo

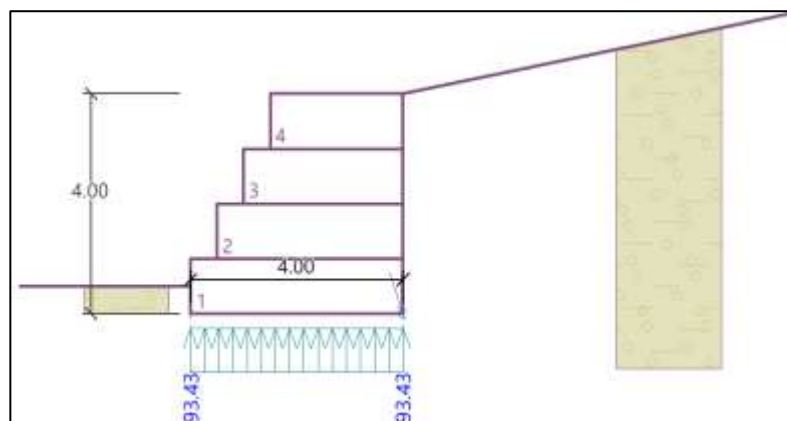


Figura 63

Verificación de la excentricidad y de la capacidad admisible

Verificación		
EXCENTRICIDAD:	ACCEPTABLE	(0.0%)
CAPACIDAD PORTANTE :	ACCEPTABLE	(77.9%)

Interpretación

En la figura 62 se observa el resultado del modelamiento de la aplicación de las fuerzas Spencer para la verificación de la capacidad portante del suelo.

Posteriormente en la figura 63 se observa el resultado de aceptación tanto para la Excentricidad como para la Capacidad Portante en el software Geo5, lo cual es satisfactoria o aceptable con un 0.00% y 77.90% para la excentricidad y la Capacidad Portante respectivamente.

Tabla 26

Verificación de diseño en la base del muro externo

Numero	Momento (KNm/m)	Fuerza Normal (Nm/m)	Resistencia al corte (KN/m)	Excentricidad (-)	Tensión (KPa)
1	-114	373.73	15.12	0	93.43

Tabla 27

Carga de servicio que actúan en la base del muro externos

Numero	Momento (KNm/m)	Fuerza Normal (Nm/m)	Resistencia al corte (KN/m)
1	-114	373.73	15.12

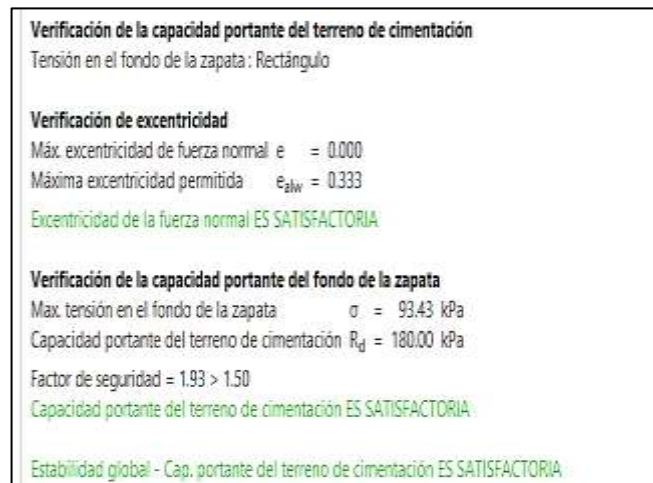
Interpretación

En la tabla 26 se muestra la verificación del diseño, actuando en el centro de la zapata con un momento de -144.00 Kn/m, una fuerza normal de 373.73 Km/m, una resistencia al corte de 15.12 KN/m, una excentricidad de 0.0 y una tensión de 93.43 KPa; la cual se demuestra que satisface en la estabilidad.

De igual manera en la tabla 27 se acepta para la carga de servicio en el centro del fondo de la zapata con un momento de -144.00 Kn/m, una fuerza normal de 373.73 Km/m y resistencia al corte de 15.12 KN/m la cual concuerda con verificación del diseño.

Figura 64

Efectos de la comprobación más detallado de la capacidad portante



Interpretación

En la figura 64 se observa de una manera más detallada el resultado de los efectos de la comprobación de la capacidad portante del terreno de cimentación, por lo tanto, para la verificación de la excentricidad se obtiene la máxima excentricidad de la fuerza normal de la fuerza normal $e=0.00$ la cual es aceptable y satisfactoria ante la máxima de la permitida $e_{alw}=0.333$, en el caso para la verificación de la capacidad portante en fondo de la zapata resulto un coeficiente de seguridad de 1.93 lo cual es satisfactoria ya que está por encima del mínimo que es 1.50.

Verificación del muro de gavión

Figura 65

Fuerzas en la junta debajo del bloque numero 1

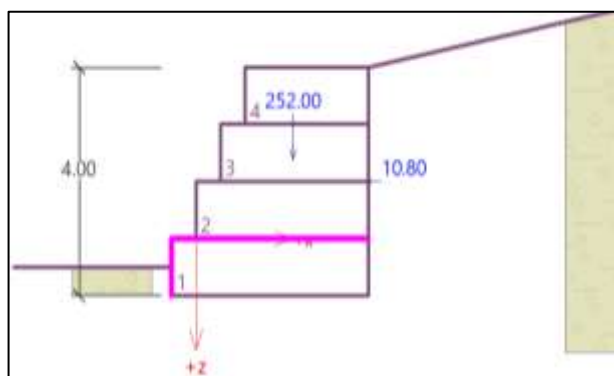


Tabla 28

Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 1

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	252	1.97	-1.39	1
Presión activa	-10.8	0	3.5	-1	1

Figura 66

Efectos de la comprobación más detallado

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro.:

Verificación

VUELCO : **ACEPTABLE** (3.3%)

DESLIZAMIENTO : **ACEPTABLE** (17.5%)

PRESIÓN HORIZONTAL : **ACEPTABLE** (16.5%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : **ACEPTABLE** (11.2%)

Interpretación

En la figura 65 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número “1”. Posteriormente en la tabla 28 se muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número “1” respecto a las fuerzas aplicadas del peso-muro y presión.

Finalmente, en la figura 66 se muestra un resumen de las verificaciones por vuelco con un 3.3% de aceptación, ante el deslizamiento con 17.5% de aceptación, para la presión horizontal con

un 16.5% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 11.2% de aceptación.

Figura 67

Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque numero 2

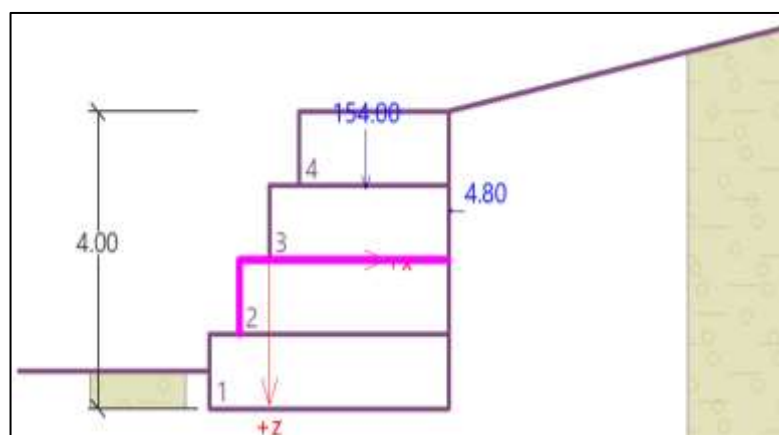


Tabla 29

Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque numero 2

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	154	1.61	-0.95	1
Presión activa	-4.8	0	3	-0.67	1

Figura 68

Efectos de la comprobación más detallado

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro.:

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (1.9%)

DESIZAMIENTO : ACEPTABLE (12.6%)

PRESIÓN HORIZONTAL : ACEPTABLE (16.5%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : ACEPTABLE (11.2%)

Interpretación

En la figura 67 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número “2”. Posteriormente en la tabla 29 se muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número “2” respecto a las fuerzas aplicadas como: Peso-muro y la presión activa.

Finalmente, en la figura 68 se muestra un resumen de las verificaciones por vuelco con un 1.90% de aceptación, ante el deslizamiento con 12.60% de aceptación, para la presión horizontal con un 16.50% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 11.20% de aceptación.

Figura 69

Modelamiento de las fuerzas en la junta debajo del bloque número 3

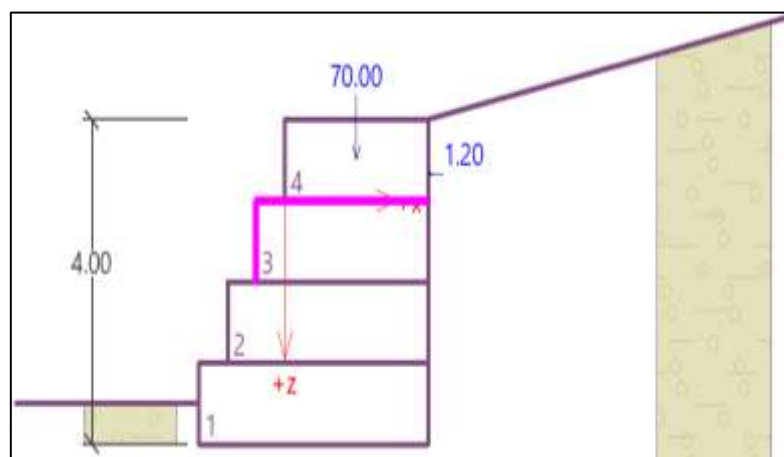


Tabla 30

Verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número 3

Fuerza Aplicada	Fx (KN/m)	Fy (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			x (m)	z (m)	
Peso-Muro	0	70	1.25	-0.5	1
Presión activa	-1.2	0	2.5	-0.33	1

Figura 70

Verificación automática en la junta debajo del bloque número 3

☐ Verificación automática

Junta debajo del bloque Nro.:

Verificación

VUELCO : ACEPTABLE (0.7%)

DESLIZAMIENTO : ACEPTABLE (6.9%)

PRESIÓN HORIZONTAL : ACEPTABLE (16.5%)

DIACLASA ENTRE BLOQUES : ACEPTABLE (11.2%)

Interpretación

En la figura 69 se observa las fuerzas aplicadas en el muro de la junta debajo del bloque número "3". Posteriormente en la tabla 30 se

muestra la verificación y control del muro en la junta debajo del bloque número “3” respecto a las fuerzas aplicadas como: Peso-muro y la presión activa.

Finalmente, en la figura 70 se muestra un resumen de las verificaciones por vuelco con un 0.70% de aceptación, ante el deslizamiento con 6.90% de aceptación, para la presión horizontal con un 16.50% de aceptación y para la diaclasa o rotura entre bloques con un 11.20% de aceptación.

4.1.7. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN GEO5 CON ESCALONES EXTERIORES

Figura 71

Coefficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Fellenius

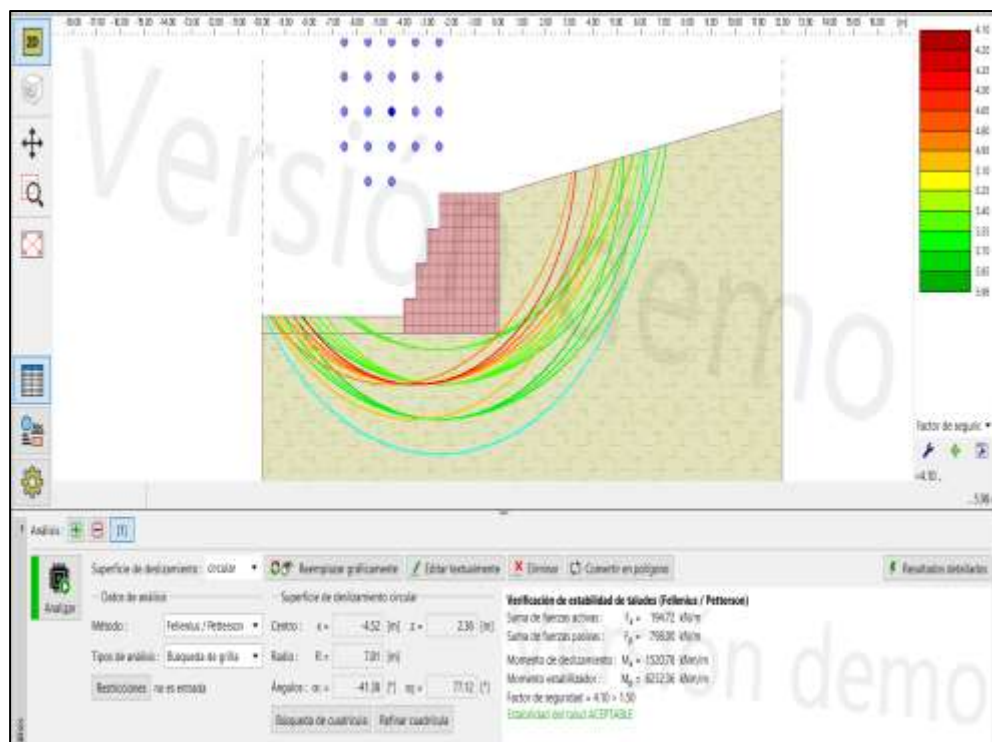


Figura 72

Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Spencer

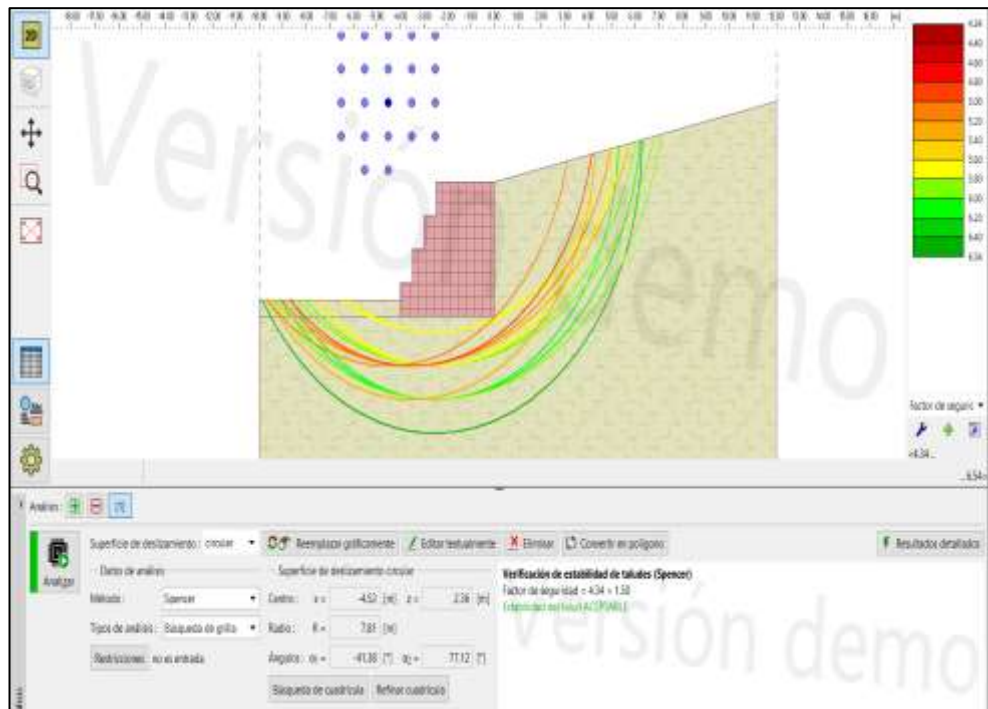


Figura 73

Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Bishop

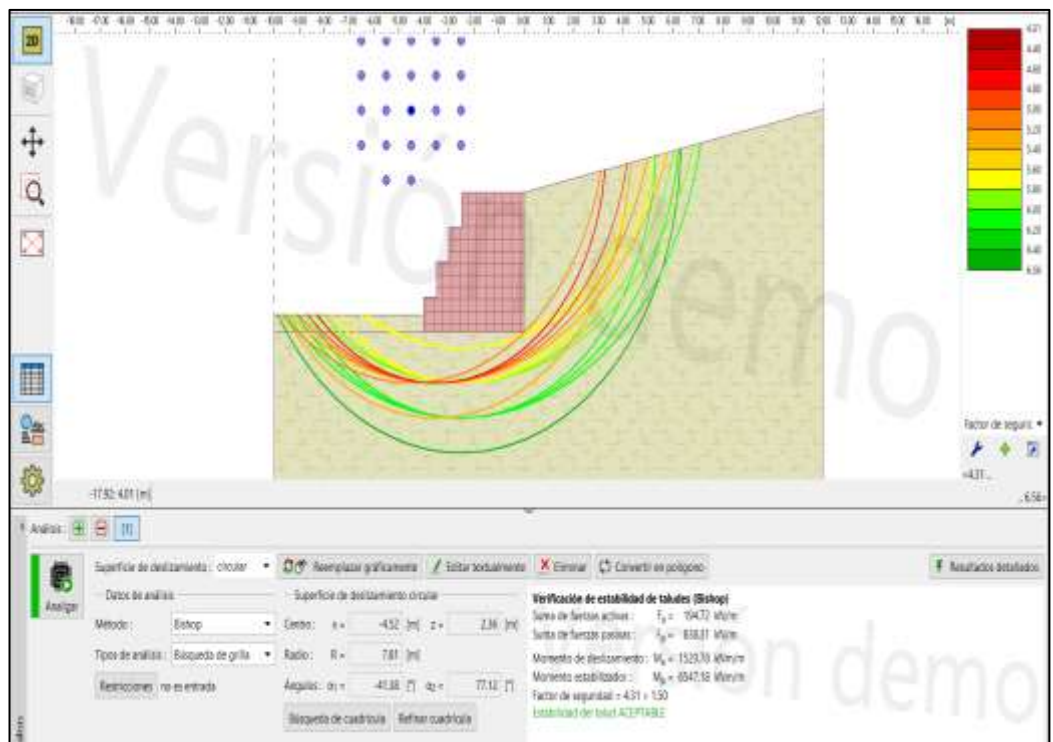


Figura 74

Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Janbu

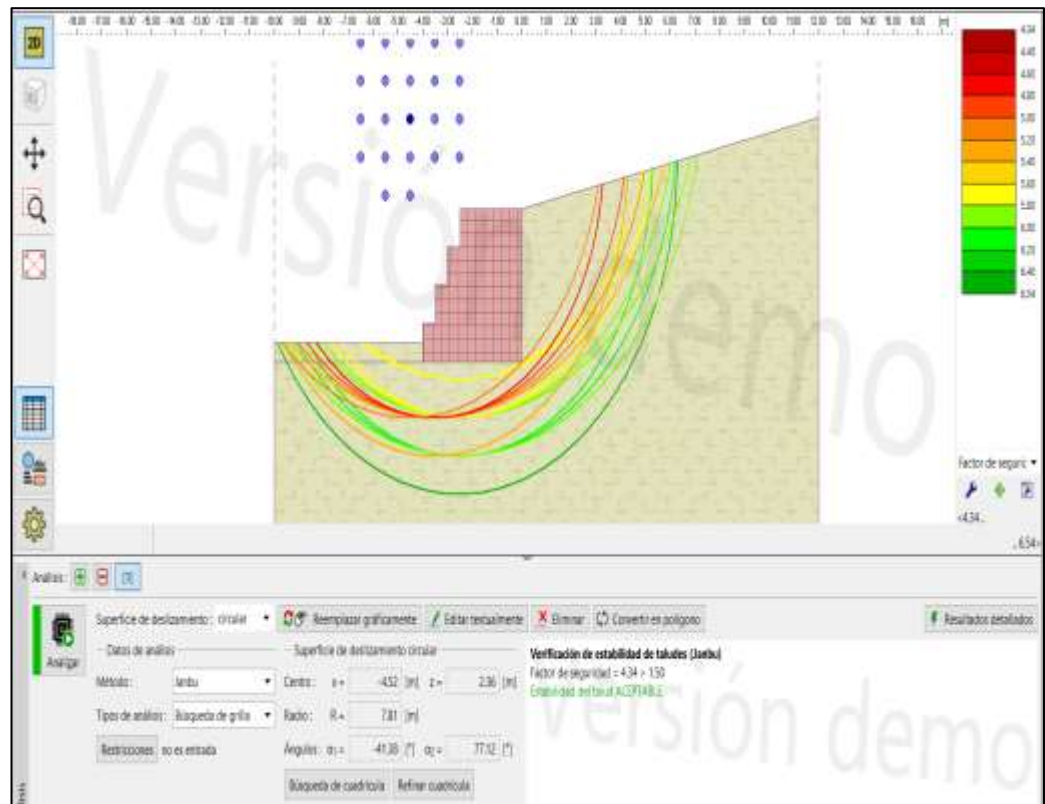
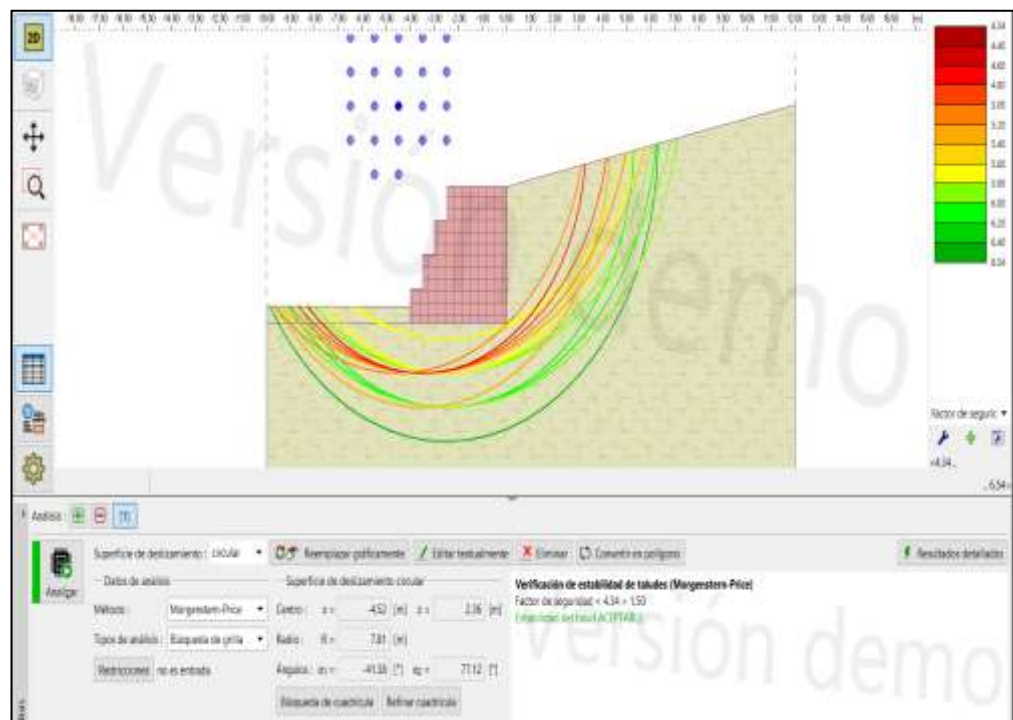


Figura 75

Coeficiente de seguridad con la influencia del muro con escalones externos, formula Morgenstern y Price



Interpretación

Como se observa las figuras 72, 73, 74, 75 y 76 se realizó en análisis de la estabilidad del talud del perfil de la sección-01 en el software Geo5 con la influencia del muro de gaviones con escalones externos, como resultado se obtuvo los coeficientes de seguridad, por los diferentes métodos ya mencionados; según el formula de Fellenius se obtuvo 4.10, según Spenser se obtuvo 4.34, por Bishop Simplified se calculó 4.31, a base de Janbu Simplified resulto 4.34 y finalmente por Morgenstern y Price se obtuvo 4.34.

Tabla 31

Resumen de los coeficientes de seguridad con la influencia del muro de gaviones con escalones externos

Métodos	FS
Bishop	4.31
Fellenius	4.10
Spencer	4.34
Janbu	4.34
Morgenstern-Price	4.34

Interpretación: Se observa en la tabla 31 un resumen de verificaciones de la estabilidad del talud de la sección-01 critica con la influencia del muro de gaviones con escalones externos por lo diferentes métodos, la cual se obtiene coeficientes de seguridad “ACEPTABLES” por el software Geo5 ya que son mayores a 1.5.

4.1.8. RESUMEN DE CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Tabla 32

Resumen de todos los FS por los cinco enfoques

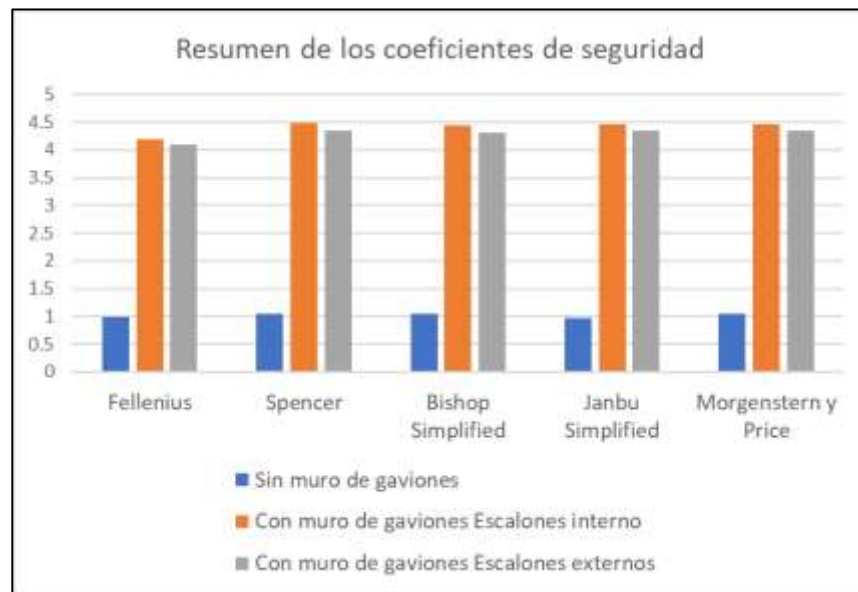
Formulas Usados	Sin muro de gaviones	Con muro de gaviones	
		Escalones internos	Escalones externos
Fellenius	0.982	4.200	4.100
Spencer	1.041	4.480	4.340
Bishop Simplified	1.049	4.440	4.310
Janbu Simplified	0.974	4.470	4.340

Morgenstern y Price	1.044	4.470	4.340
---------------------	-------	-------	-------

Interpretación: En la tabla 32 se observa todo el resumen de los coeficientes que se obtuvo en el análisis de estabilidad sin la influencia del muro y con ellas, tanto escalones internos como externas.

Figura 76

Columnas agrupadas de los resúmenes de los FS



Interpretación: En la figura 76 se muestra la gráfica de columnas agrupadas de los coeficientes de seguridad obtenidos sin el muro de gaviones y con muro de gaviones (con escalones externos e internos) donde se puede observar claramente que los coeficientes de seguridad con la influencia de gaviones superan por mucho a la de las condiciones normales.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Prueba de Hipótesis

Utilizamos el método estadístico de Shapiro-Wilks. Para ello, se utilizaron cinco factores de seguridad, y solo se tomó en cuenta un perfil, que se encuentra en la sección 01 dando como (N=5). Es así que en el primer análisis se evaluó el talud sin el uso de la propuesta del muro de gaviones.

Continuamos con la prueba para determinar si los datos tenían una distribución normal o no normal.

Para lograrlo, se propone una hipótesis nula y una hipótesis alternativa que es:

H₀: Si p-valor es mayor a 0.05, tiene una distribución normal

H₁: Si p-valor es menor a 0.05, tiene una distribución no-normal

Tabla 33

Prueba de normalidad para los datos sin considerar la influencia del muro de gaviones

	SHAPIRO-WILK			MEDIDAS DE TENDENCIA CENTR.		
	Estadístico	Sig	gl	Media	Mediana	Desviación Estandar
FS sin muro de gaviones	0.778	0.043	5	1.04	1.02	0.037

Interpretación: Los FS sin muro de gaviones se observan en la tabla 32 (resumen general) o también en la tabla 11; por lo tanto, en base al cálculo se observa que la media es mayor a la mediana, podemos ver que el comportamiento de los datos es asimétrico a partir de los cálculos realizados en el programa IBM SPSS Statistics.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que afirma que los datos tienen una distribución no-normal. Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestran un valor p (estadístico) de 0,778 y una sig de 0,043, lo que es inferior a 0,05.

Como resultado, compararemos las hipótesis con la prueba Wilcoxon, que se considera una prueba no paramétrica para datos asimétricos con una distribución no normal.

Prueba de Hipótesis

Utilizamos el método estadístico de Shapiro-Wilks. Para ello, se utilizaron cinco factores de seguridad, y solo se tomó en cuenta un perfil, que se encuentra en la sección 01 dando como (N=5). Es así que en el segundo

análisis se evaluó el talud con el uso de la propuesta del muro de gaviones. Continuamos con la prueba para determinar si los datos tenían una distribución normal o no normal.

Para lograrlo, se propone una hipótesis nula y una hipótesis alternativa que es:

H₀: Si p-valor es mayor a 0.05, tiene una distribución normal

H₁: Si p-valor es menor a 0.05, tiene una distribución no-normal

Tabla 34

Prueba de normalidad para los datos considerando la influencia del muro de gaviones con escalones internos

	SHAPIRO-WILK			MEDIDAS DE TENDENCIA CENTR.		
	Estadístico	Sig	gl	Media	Mediana	Desviacion Estandar
FS con muro de gaviones internos	0.655	0.003	5	4.47	4.41	0.119

Tabla 35

Prueba de normalidad para los datos considerando la influencia del muro de gaviones con escalones externos

	SHAPIRO-WILK			MEDIDAS DE TENDENCIA CENTR.		
	Estadístico	Sig	gl	Media	Mediana	Desviacion Estandar
FS con muro de gaviones externos	0.633	0.002	5	4.34	4.29	0.105

Interpretación: Los FS con muro de gaviones interno y externos se observan en la tabla 32 (resumen general) o también en las tablas 23 y 31; por lo tanto, en base al cálculo se observa que la media es mayor a la mediana en ambas pruebas, podemos ver que el comportamiento de los datos es asimétrico a partir de los cálculos realizados en el programa IBM SPSS Statistics.

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, que afirma que los datos tienen una distribución no-normal. Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestran un valor p (estadístico) de 0,655 y

0.633 respectivamente y una sig de 0,003 y 0.002 también respectivamente para las tablas 29 y 30; lo que son inferiores a 0,05.

Como resultado, compararemos las hipótesis con la prueba Wilcoxon, que se considera una prueba no paramétrica para datos asimétricos con una distribución no normal.

Contrastación de hipótesis

Para la muestra original, realizamos la prueba de Wilcoxon sin tener en cuenta la propuesta del muro de gaviones.

Para la hipótesis general

- **Método:** La mediana obtenida de los factores de seguridad sin tener en cuenta la implementación del muro de gaviones propuesto.

- **hipótesis planteada**

- **Ho:** El uso de la propuesta de muro de gaviones **repercute significativamente** en el análisis de estabilidad de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco- 2022.

$H_i \geq 1.5$

- **Hi:** El uso de la propuesta de muro de gaviones **no repercute significativamente** en el análisis de estabilidad de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco- 2022.

$H_o < 1.5$

- **Prueba:**

Si p-valor es mayor a 0.05, entonces se acepta la **Ho**

Si p-valor es menor a 0.05 entonces se rechaza la **H₀**

Tabla 36

Resumen de la Prueba de Wilcoxon para la hipótesis general

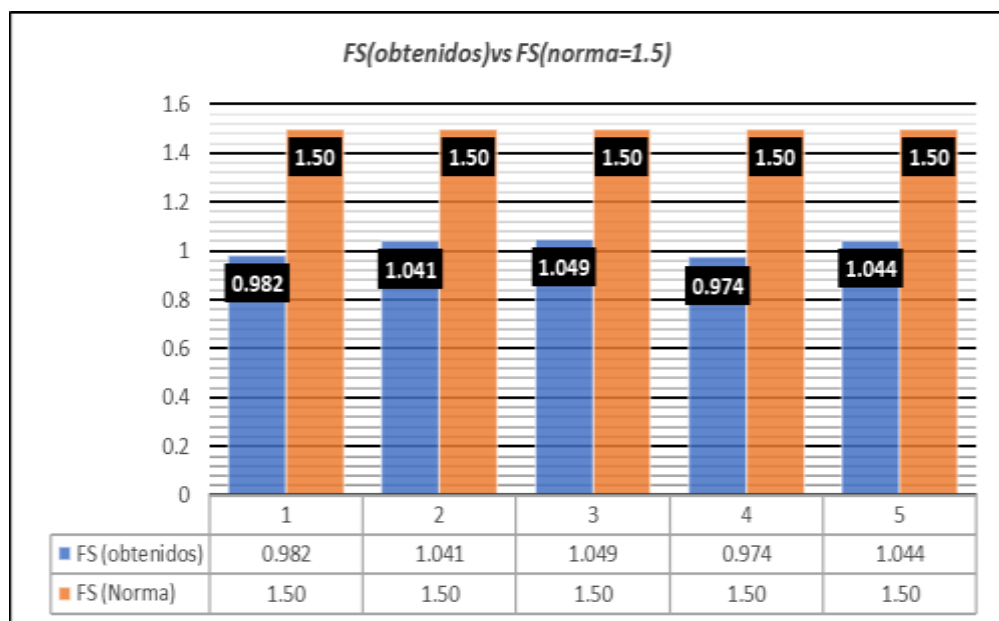
Hipotesis Nula	Mediana	Sig	Valores criticos		Decisión	N
FS con muro de gaviones internos	4.41>1.5	0.05	T(0.05)=20	T(+)=100	T(+)>T(0.05) Aceptar la Hipotesis Nula	5

Interpretación: De la tabla 36 realizado se muestra que $T(+) > T(0.05)$, la cual empleamos la prueba de Wilcoxon de signos, podemos decir se acepta la hipótesis nula **H₀** y rechaza la hipótesis alterna **H_i**.

Por ello podemos observar en la figura 77 y 78:

Figura 77

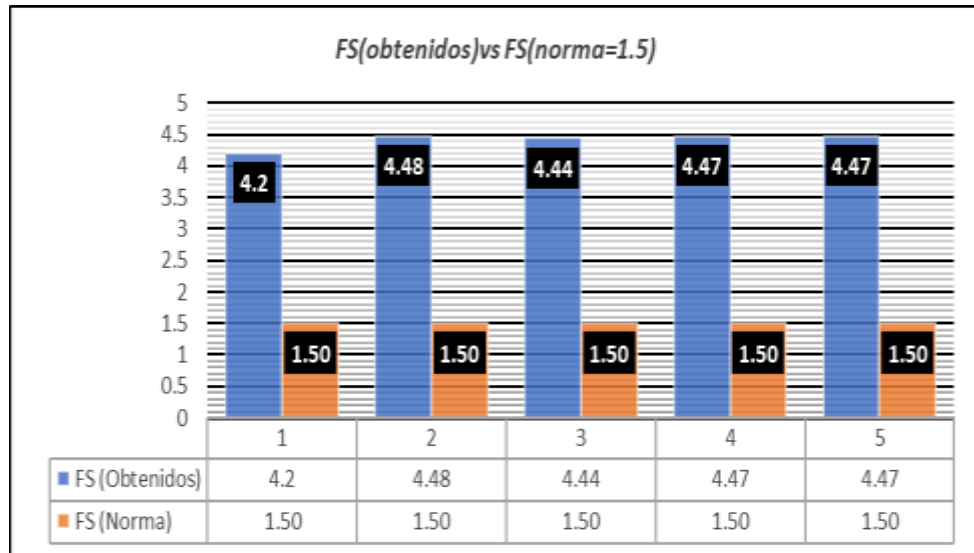
Comparativo de los coeficientes obtenidos y establecido sin la incidencia del muro de gaviones



Interpretación: Es decir, es falsa o rechazada la **H_i** en el sentido que ninguno de los coeficientes de seguridad empleados por los 5 enfoques del método de equilibrio limite supera o son iguales que lo establecido por la norma (1.5) por ende el talud es inestable.

Figura 78

Comparativo de los coeficientes obtenidos y establecidos con la incidencia del muro de gaviones con escalones internos



Interpretación: Es decir, es aceptada o es verdad la **Ho**, en el sentido que todos de los coeficientes de seguridad empleados por los 5 enfoques del método de equilibrio limite supera a lo establecido por la norma (1.5) por ende repercute significativamente estabilizando el talud.

Finalmente se puede observar claramente que cuando se implemente la propuesta del uso de muro de gaviones se da un incremento significativo en el análisis de estabilidad mediante los coeficientes de seguridad. Por lo tanto, se puede afirmar con seguridad que la hipótesis alterna es aceptada: El uso de la propuesta de muro de gaviones repercute significativamente en el análisis de estabilidad de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco- 2022.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis tiene como principal objetivo determinar la influencia del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.

Por lo tanto, procedemos a comparar los resultados obtenidos en relación con el procesamiento de datos con los resultados de trabajos o estudios anteriores.

En base a los datos obtenidos sobre el cálculo de los coeficientes de seguridad que se realizó bajo condiciones estáticas, resultó inicialmente un valor de 1.049 para la fórmula simplificada de Bishop y un coeficiente de 4.48 con la propuesta del muro de gaviones para la fórmula Spencer.

La cual estamos de acuerdo con **Pozo (2021)** donde tuvo el objetivo de evaluar la estabilidad de los 17 perfiles mediante el método Bishop, las cuales las primeras ocho perfiles tuvo un factor promedio de 1.06 la cual es inestable, pero los nueve perfiles restantes tuvieron factores mayores a 1.5, con un promedio de 1.76. Posteriormente de estabilizar los ocho perfiles mediante banquetas, se logró aumentar los coeficientes en un promedio de 1.86, la cual si son estables.

También con **Vilca (2019)** ya que el talud analizado en un inicio era inestable, posteriormente el coeficiente de seguridad en condición estática fue de 2,72 por el enfoque Spencer, superior a 1,5, mientras que en condición pseudoestática fue de 1,42 también por el enfoque Spencer, superior a 1,3 logrando estabilizar la pendiente.

De igual manera, concordamos con **Lugo (2018)**, ya que la propuesta que presentaron en su tesis también es los muros de gaviones, donde

obtuvieron coeficientes con un valor de 1.80 para estático ($FS > 1.50$) y 1.53 para el sísmico ($FS > 1.25$), la cual cumple con los establecido por las normas.

Sin embargo no estamos de acuerdo con **Padro et al., (2020)** ya que en su tesis realizo un análisis de estabilidad con la intención de conocer el coeficiente de seguridad inicial con método Janbu y Spencer de 4.06 para ambos (la cual resulto ser inestable), luego propuso el escalonamiento del talud como medida de mitigación, les arrojo el valor de los coeficientes de seguridad de 0.338 y 3.096 siendo valores menores del deseado, los cuales siguen siendo inestables, pero con una cantidad significativamente menor de masa desprendida.

CONCLUSIONES

- Podemos concluir que se determinó la influencia del uso de muro de gaviones a través del incremento o variación positiva de los coeficientes de seguridad, ya que en un inicio en el análisis del talud alrededor de la altura del Km 217, se obtuvo FS menos a 1.5 y con la implementación del muro de gaviones se observó que los FS se incrementaron considerablemente superando a 1.5; en base a la norma CE0.30. Además, la solución de propuesta de muros de gaviones al problema de la inestabilidad de taludes es muy útiles porque son duraderos, flexibles, de larga duración, permeables, de proceso de construcción muy ventajoso a comparación con otras estructuras y sobre todo son amigables al ambiente.
- **E1:** Después de analizar el control de deslizamiento y volcamiento **sin tener en cuenta el muro de gaviones** en la sección crítica del perfil 01 se obtuvo a los coeficientes de seguridad por los cinco métodos: Por Fellenius un valor de 0.982, Spenser 1.041, Bishop Simplified 1.049, Janbu Simplified 0.974 y Morgenstern-Price 1.044; por lo que se demuestra que los coeficientes de seguridad están por debajo de lo establecido en la norma ($FS < 1.5$) lo cual hace que el talud es susceptible a deslizamientos y vuelcos, con el pasar del tiempo.
- **E2:** Respecto al control de deslizamiento y volcamiento **teniendo en cuenta el muro de gaviones** con escalones interiores y exteriores; donde arrojó efectos positivos con valores de 4.20 y 4.10 por Fellenius, 4.48 y 4.34 por Spenser, 4.44 y 4.31 por Bishop Simplified, 4.47 y 4.34 por Janbu Simplified, finalmente 4.44 y 4.34 por Morgenstern y Price respectivamente para todos. Por lo que se demuestra que los coeficientes de seguridad están por encima de lo establecido en la norma ($FS > 1.5$) lo cual hace que el talud ya no sea susceptible a deslizamientos y vuelcos. Con 5.6% y 4.3% de aceptación para el vuelco y con 7.3% y 6.9% de aceptación al deslizamiento respectivamente para muros con escalones interiores y exteriores.

- **E3:** Las características de los suelos del talud inciden significativamente porque nos proporciona información crucial sobre sus propiedades geotécnicas, como la cohesión (31.38 KN/m²), el ángulo de fricción interna ($\Phi=29,68^\circ$), el peso específico ($\gamma=12\text{KN/m}^3$), entre otras. La cual corresponde a un suelo con grava y arena arcillosa (sw). Estos datos fueron esenciales para la simulación del comportamiento del talud y evaluar la estabilidad en los programas Slide y Geo5; con la intención de calcular los coeficientes de seguridad del talud, tanto sin la propuesta del muro de gaviones como con esta implementada.
- **E4:** El levantamiento topográfico es un componente crucial que repercute en el análisis de estabilidad porque proporciona datos precisos sobre la topografía del área, lo que es esencial para comprender la geometría del talud en estudio, y permitieron obtener el perfil detallado del talud, lo que es esencial para la modelización y simulación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para las siguientes tesis, puedan sugerir otros tipos de soluciones, como un muro de retención en voladizo o Cantiléver, quizás muros de retención de Semi-gravedad, entre otras; con la finalidad de comparar los costos en su fabricación y construcción, así poder tener una idea de que propuesta de solución es la más factible y viable.
- En el presente trabajo se realizó el análisis del talud alrededor del Km 117, por lo que en próximos estudios se recomienda que se realice el estudio en los tramos posteriores al KM 117+500 a 118+500 de la Carretera Central Huánuco-La Oroya, debido a que casi todos los tramos presentan fallas de deslizamientos continuos.
- Para que el análisis sea adecuado y de severidad en el talud, así como el diseño del muro de gaviones en los programas SLIDE V.6 y GEO5, se recomienda y es necesario contar un estudio de mecánica de suelo y levantamiento topográfico del área de estudio para tener una mayor precisión en el análisis.
- Finalmente, se recomienda realizar el análisis utilizando el método de elementos finitos (MEF) ya que este método permite modelar de manera realista las propiedades del suelo y tomar en cuenta el comportamiento no lineal del suelo. Además, es adecuado para analizar taludes con geometrías y condiciones de frontera complejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, P. L. (2005). *Obras de Contencion, Manual Tecnico*. MACCAFERRI.
<https://doi.org/https://es.scribd.com/doc/130780686/Muros-de-Contencion-Manual-tecnico-MACCAFERRY-Todo-lo-que-necesita-saber>
- Andino, M. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Ingemmet.
<https://doi.org/https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf>
- Arango, I. (2014). *DESPRENDIMIENTO DE ROCAS EN LADERAS UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN VÍAS*. [Tesis de pregrado, Universidad privada en Medellín] Repositorio institucional EAFIT.
https://doi.org/https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4491/IsmaelFernando_ArangoVelez_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Avilés, M. J. (2014). *Análisis Técnico y Económico para Muros de Contención de Hormigón Armado comparado con Muros de Gaviones y Sistemas de Suelo Reforzado para alturas $h=5m$, $h=7.5m$, $h=10m$, $h=15m$, para una longitud de 80 m*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador] Repositorio institucional UCE .
<https://doi.org/http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2555>
- Braja, D. (2001). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. International Thomson Learning.
https://doi.org/https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingenier%C3%ADa_De_Cimentaciones_Braja_M_Das_4ta_Edici%C3%B3n
- CE.020. (2016). *Estabilización de suelos y taludes*. SENCISO.
https://doi.org/https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf

- DG. (2013). *Manual de carreteras*. Ministerio de transporte y comunicaciones.
<https://doi.org/https://es.slideshare.net/ALBERTOTINOCOUSUA1/dise-o-geometrico-de-carreteras-dg-2013-57901294>
- DG. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Ministerio de transporte y comunicaciones.
https://doi.org/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Fine. (2019). *Manual de programas GEO5 para ingenieros: Verificación de muro de gravedad*. Fine.
<https://doi.org/https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/manual-ingenieria/>
- Hernández, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
<https://doi.org/https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Lugo, E. D. (2018). *Combinación de los Métodos Janbú – Spencer en el Análisis de Estabilidad de Taludes para el Empleo de Sistemas Flexibles de Alta Resistencia en la Construcción de Carreteras*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal] Repositorio institucional UNFV.
<https://doi.org/http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2272>
- Padro, Aguilar y Cruz. (2020). *Análisis de Estabilidad de Talud de la Carretera Nic.7 en el Km 176, Municipio de Santo Tomas, del Departamento de Chontales*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Nicaragua, Managua] Repositorio institucional UNAN.
<https://doi.org/https://repositorio.unan.edu.ni/12506/1/ADAN%20ALBERTO%20PRADO%20GONZ%C3%81LEZ.pdf>

Pozo, V. C. (2021). *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE UNA EXTENSIÓN DE 260 METROS EN LA VÍA PAPALLACTA BAEZA, SECTOR CUYUJA*. Quito: [Tesis de pregrado, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL] Repositorio institucional EPN. <https://doi.org/https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21881/3/CD%2011374.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.030. NORMA E.030*: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISEÑO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

Rocscience. (2016). *Guía del usuario – Inicio Rápido*. Rocscience . [https://doi.org/https://www.rocscience.com/downloads/slide/spanish/Tutorial%201%20-%20Quick%20Start%20\(Spanish\).pdf](https://doi.org/https://www.rocscience.com/downloads/slide/spanish/Tutorial%201%20-%20Quick%20Start%20(Spanish).pdf)

Sierra, C. J. (2019). *Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el km 79 + 625 del tramo seis: Ampliación del tercer carril vía Anapoima -Mosquera Cundinamarca*. Colombia-Bogota: [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granda] Repositorio institucional UNIMILITAR. <https://doi.org/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36768/SierraCastroJohnEricsson2020.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Suarez, J. (2009). *Nomenclatura y Clasificación de los Movimientos*. Erosion. <https://doi.org/https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>

Vilca, A. C. (2019). *Estudio Geotécnico para la Estabilidad del Talud del Depósito de Desmonte Santa Rosa del Proyecto Santa Rosa - Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco] Repositorio institucional UNSACC. https://doi.org/https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20500.12918/4166/253T20190297_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zambrano y Barboza. (2021). *Análisis Comparativo de la Aplicación de los Métodos Bishop Simplificado y Morgenstern Price para la Determinación de la Estabilidad de Taludes*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] Repositorio institucional UPN. <https://doi.org/https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27636/Barboza%20Nu%c3%b1ez%2c%20Humberto-%20Zambrano%20Chil%c3%b3n%2c%20Williams%20Justo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Iturri León, B. (2024). *Propuesta del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central Huánuco - La Oroya, altura del km 217, Ambo-Huánuco-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCION DE APROBACION ASESOR



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
P.A DE INGENIERIA CIVIL

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



INFORME N° 022-2023- PAIC-UDH/IDDAE

A : Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas
Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil

DE : Mg. Arteaga Espinoza, Ingrid Della Dignarda,
Asesora

ASUNTO : Aprobación Informe Final de Tesis, para Título profesional de Ingeniero Civil

"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO-2022"

Referencia : RESOLUCIÓN N° 2195-2023-D-FI-UDH

FECHA : Huánuco, 10 de octubre del 2023

De mi especial consideración:

Por medio del presente me dirijo a usted, enviándole un cordial saludo y aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento **Aprobación** del Informe Final de Tesis del Bachiller **BACH. ITURRI LEÓN BROLIN** del Programa Académico de Ingeniería Civil, Intitulado **"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO-2022"**

Realizada la revisión del Informe Final de Tesis se sugiere al Interesado siga con el trámite que establece el Reglamento General de Grados y Títulos de la UDH, por lo que informo a usted para los fines pertinentes.

Se hace de conocimiento también que la tesis tiene una similitud del 19 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Cabe recalcar que se tuvieron las siguientes consideraciones para llegar a dicho porcentaje: Se excluyó; La referencia bibliográfica, Fuentes que sean menores a 15 palabras.

Atentamente:

M. Sc. Ing. Ingrid Della D. Arteaga Espinoza
Asesor

DOCENTE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL-MSC. ING. IDDAE

ANEXO 2

RESOLUCION DE APROBACION DE PROYECTO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1079-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 756-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUÁNUCO-2023"**, presentado por el (la) Bach. **Brolin ITURRI LEON**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 2104-2022-D-FI-UDH, de fecha 24 de octubre de 2022, perteneciente al Bach. **Brolin ITURRI LEON** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 756-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUÁNUCO-2023"**, presentado por el (la) Bach. **Brolin ITURRI LEON**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Martín Cesar Valdivieso Echevarría (Secretario) y Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUÁNUCO-2023"**, presentado por el (la) Bach. **Brolin ITURRI LEON** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Inocencio Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Intercambi - Archivo.
BCE/EJML/nta.

ANEXO 3

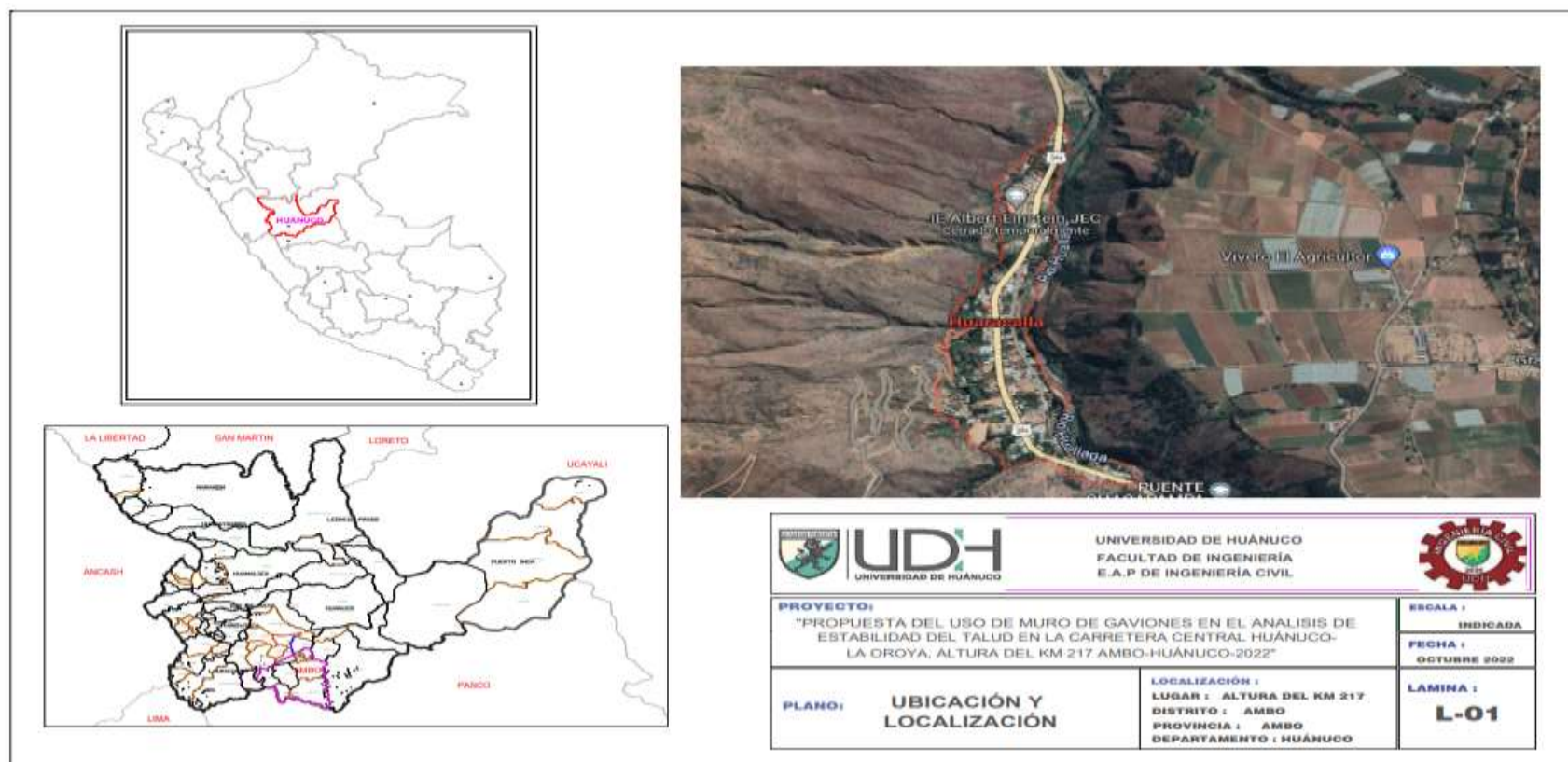
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO 2022”					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿Como determinar la influencia del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud por medio de softwares geotécnicos en la carretera central altura del km 217 Huánuco-La Oroya, Ambo- Huánuco? Problema específico: • ¿Cómo evaluar control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad sin la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya? • ¿Cómo evaluar control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad con la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya?	Objetivo General Determinar la influencia del uso de muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud por medio de softwares geotécnicos en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco. Objetivos específicos • Analizar el control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad sin la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco • Analizar el control al volcamiento y al deslizamiento a través del coeficiente de seguridad con la incidencia del muro de gaviones en el análisis de estabilidad en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco	Hipótesis General H0: El uso de muro de gaviones repercute significativamente en el análisis de estabilidad de taludes por medio de software geotécnicos en la carretera central Huánuco - La Oroya altura del km 217 (Ambo- Huánuco-2022) Hi: El uso de muro de gaviones no repercute significativamente en el análisis de estabilidad de taludes por medio de software geotécnicos en la carretera central Huánuco - La Oroya altura del km 217	Variable dependiente: La estabilidad de Talud Variable independiente: Muro de gaviones	Enfoque Será cuantitativo Alcance o nivel El alcance de la tesis es correlacional. Diseño Es no experimental	Población En la presente tesis se está considerando como población a la carretera central Huánuco - La Oroya, colindante al centro poblado de Huaracalla, distrito y provincia de Ambo. Muestra En la presente tesis se está considerando como muestra a la carretera central específicamente a la altura del km 217 +000, Huánuco - La Oroya.

• ¿Cómo inciden los estudios de las características de los suelos en la propuesta del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya? • ¿En qué medida repercutirá el levantamiento topográfico en la propuesta del muro de gaviones en el análisis de estabilidad del talud en la carretera central en la altura del km 217 Huánuco - La Oroya?	• Desarrollar un estudio de mecánica de suelos para diseñar la alternativa de estabilización de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco. • Elaborar un levantamiento topográfico para diseñar la propuesta de estabilización de taludes en la carretera central altura del km 217 Huánuco - La Oroya, Ambo- Huánuco.	(Ambo- Huánuco- 2022)
--	---	-----------------------

ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO



ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO DEL ESTUDIO TOPOGRAFICO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



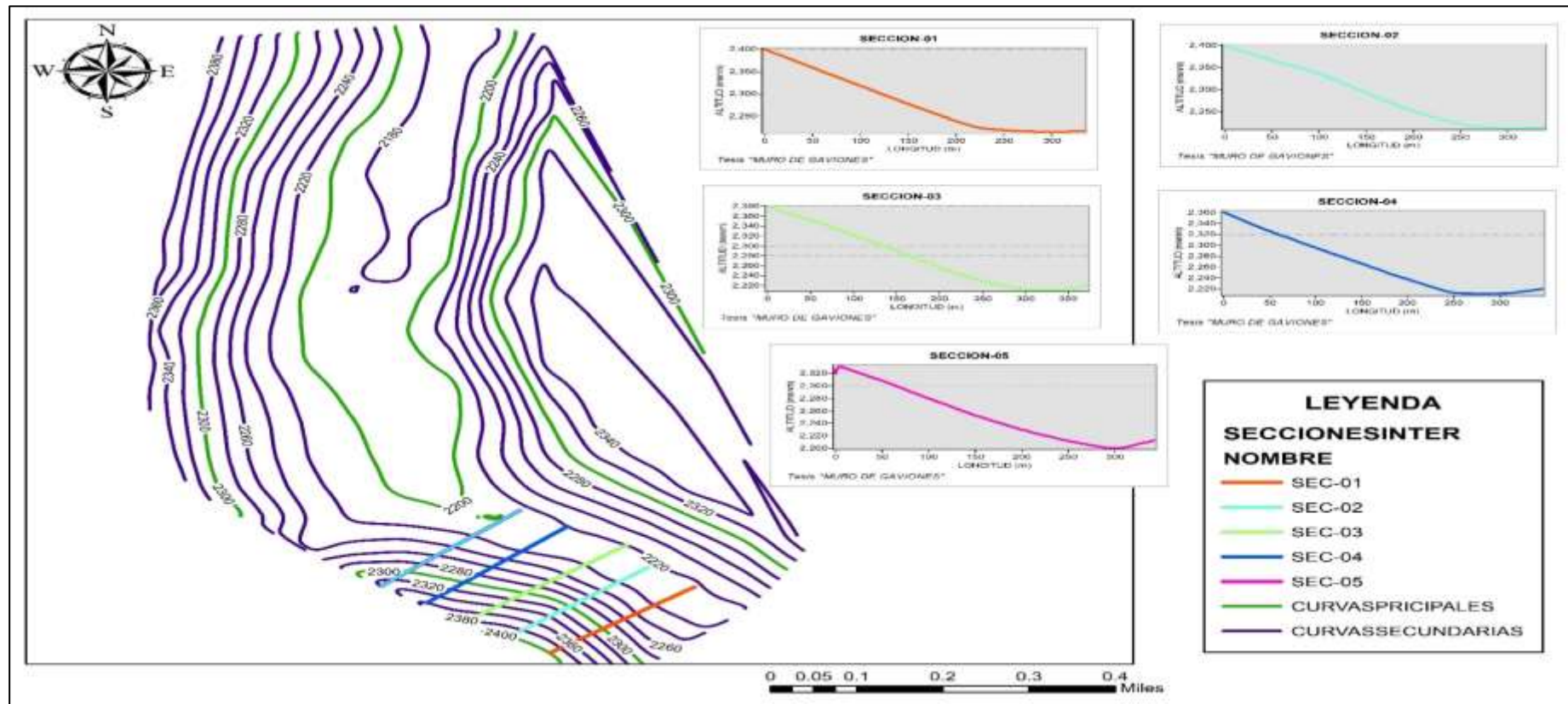
En la imagen se aprecia la realización del levantamiento topográfico con estación total.



Se realizó el levantamiento en todo el tramo en estudio de la tesis

ANEXO 6

LAS CURVAS DE NIVEL Y LOS PERFILES DE LAS SECCIONES CRÍTICAS



ANEXO 7

PANEL FOTOGRAFICO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO DEL KM 217+000

CALICATA



En la imagen se aprecia la realización de la calicata para obtener la muestra.



En la imagen se muestra la extracción de muestra para llevar al laboratorio para su respectivo estudio



En la imagen se aprecia el tipo de suelo, es un terreno con relleno que realizaron para reestructurar la plataforma de la carretera dañada.



El terreno se dejó tal y como encontramos para no tener accidentes



LABORATORIO



En la imagen se aprecia la realización del secado de la muestra en el horno



Se aprecia la realización del tamizado de la muestra



Se aprecia la realización del ensayo de limite liquido con el instrumento Casagrande



Se aprecia la realización de los golpes en la Casagrande



Se aprecia la realización de los choricitos para determinar el límite plástico



Se aprecia la colocación en el horno de la muestra para determinar el límite plástico

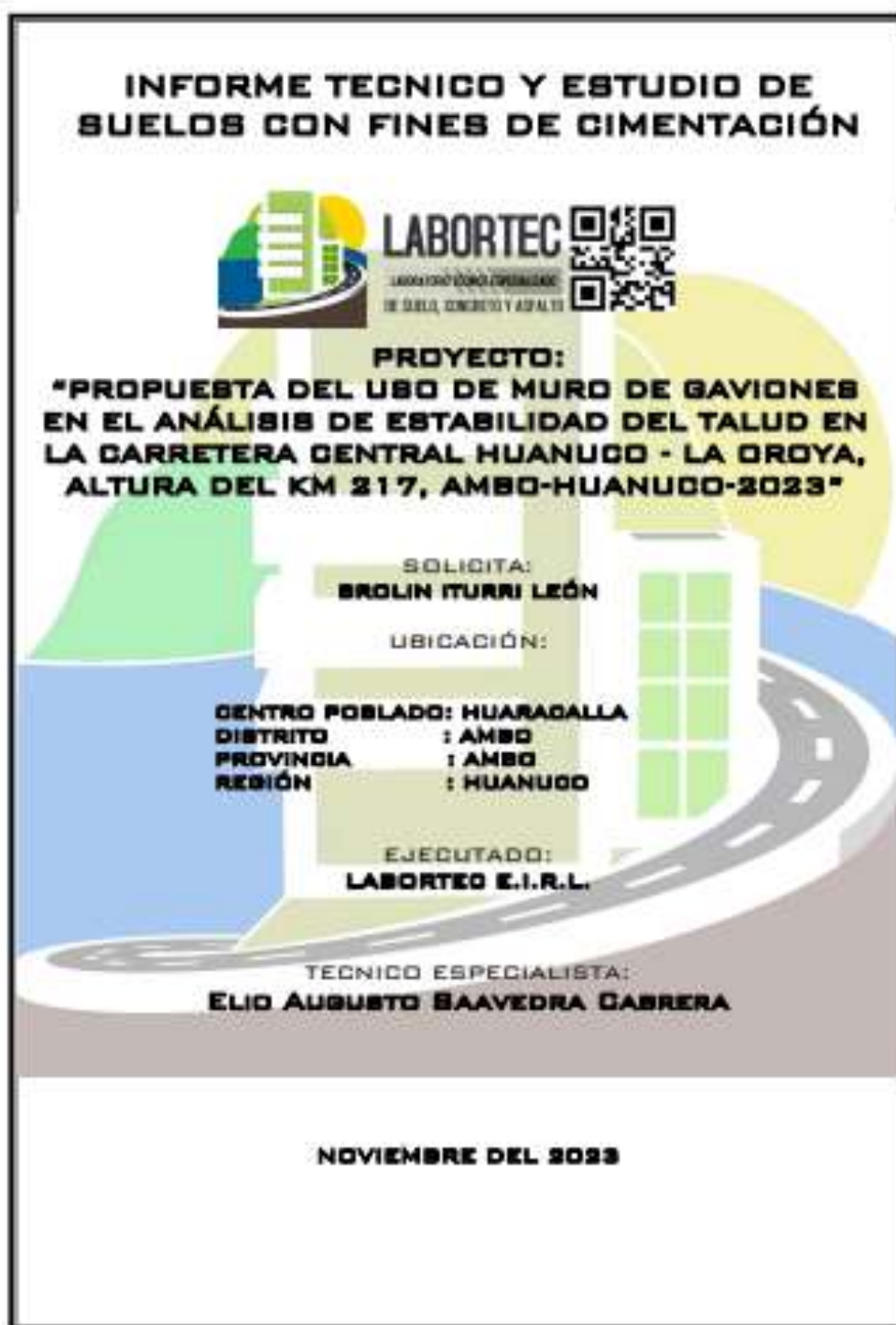


Se aprecia el pesaje de la muestra



Se aprecia el lavado de la muestra para realizar los ensayos

ANEXO 8
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS





LABORTEC
LABORATORIO CONSULTORÍA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



INFORME TECNICO

1. GENERALIDADES

- 1.1 Objetivo del Estudio
- 1.2 Características Estructurales de la Obra a Cimentar
- 1.3 Ubicación y Descripción del Área en Estudio

2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología
 - 2.2.1 Lito estratigrafía
- 2.3 Geodinámica Externa
- 2.4 Geodinámica Interna
- 2.5 Sismicidad

3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

- 3.1 Metodología
- 3.2 Registro de calicatas
- 3.3 Muestreo de suelos

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

- 4.1 Ensayos Estándar
- 4.2 Trabajos en Laboratorio
 - 4.2.1 Secado
 - 4.2.2 Identificación
 - 4.2.3 Granulometría
 - 4.2.4 Clasificación de Suelos
 - 4.2.5 Contenido de Humedad
 - 4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

5. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

- 6.1 Tipo de Cimentación.
- 6.2 Profundidad de la Cimentación.
- 6.3 Capacidad admisible de carga
 - 6.3.1 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C-01
- 6.4 Cálculo de Asentamientos totales
 - 6.4.1 Cálculo Asentamientos totales C-01



LABORTEC
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



7. CALCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

8. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

8.1 Recomendaciones Para Pisos Interiores, Losas Y Veredas

9. AGUA EN EL SUELO

9.1 Introducción

9.2 Reconocimiento de Aguas Freáticas

10. PARAMETROS DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS

11. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALZADURAS O MURO DE ANCLADO

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



LABORTEC
LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



INFORME TÉCNICO

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto "PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO-2023". Ubicado en el Distrito de Ambo, Provincia de Ambo y Departamento de Huánuco; para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño de la estructura. Dichos parámetros son: profundidad, tipo de cimentación, capacidad portante admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, pautas generales de diseño y construcción en relación con los suelos.

1.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del Estudio de Mecánica de Suelos, las edificaciones serán calificadas, según la Tabla 1, donde I, II y III designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el II y éste que el III.

TABLA N°01 - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA Metros entre Anchura * 300	N° DE PUNTOS (RELACION ESTIMADA)			
		I < 3	4 a 6	8 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	18	18	18	11
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	18	18	11	1
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	<12	8	1	—	—
BASE DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	1	—	—	—
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	1	1	1	1
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	8	1	1	1
*Cuando la distancia sobrepase la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de		> 9 m de altura		
	8		1		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA			18		
ES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OB			14		

Fuente E-050



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Por información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta la siguiente característica:

- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, muros de contención.

Por lo que la edificación califica en una categoría III*

Tabla 02 - Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación (tabla 01)	Números de puntos de investigación (n)
I	Uno por cada 225 m ² de área techada
II	Uno por cada 450 m ² de área techada
III	Uno por cada 900 m ² de área techada
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determinará en función del área techada en planta del primer piso de esta; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno.

Sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" se tiene que el número de calicatas será de 1 cada 900 m² a investigar.

Según lo calculado se deberían realizar una (1) calicata con lo cual cubrimos el requerimiento mínimo de número de calicatas.

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO:

El terreno en estudio se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Huaracalla, presenta un área de una topografía plana. La extensión del proyecto se ubica en el distrito Ambo, provincia de Ambo y departamento de Huánuco.



LABORTEC
Laboratorio Especializado
de SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



IMAGEN N° 01 – VISTA SATELITAL DEL AREA EN ESTUDIOS



El Distrito peruano de Ambo es uno de los diez que conforman la Provincia de Ambo, en el Departamento de Huánuco.

MAPA N° 01 – DEPARTAMENTO DE HUANUCO



El departamento de Huánuco tiene una superficie de 36 848,85 KMP.



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



MAPA N° 02 – PROVINCIA DE AMBO



La provincia de Ambo tiene una superficie de 1.581 km².

MAPA N° 03 – DISTRITO DE AMBO



El distrito de Ambo tiene una superficie de 288.8 km².



LABORTEC

LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El distrito de Ambo limita con los siguientes distritos:

Por el Norte: con el distrito de Huánuco.

Por el Sur: con el departamento de Pasco.

Por el Este: con el distrito de Pachitea.

Por el Oeste: con la provincia de Lauricocha.

La vía de acceso más corta desde la ciudad de Lima – al área en estudio es a Través de la Ruta:

Cuadro 01 – Distancia desde la ciudad de Lima al área en estudio

TRAMO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO
Lima - Huaracalla	Asfaltado - Alameda	328.00 Km.	6 h 56 m

IMAGEN N° 02 – Recorrido de Lima a Huaracalla



Desde Lima (capital de Perú) al área en estudio, existe una distancia aproximada de 328 km y el tiempo aproximado en recorrerlo es de 6 horas con 56 min en automóvil.



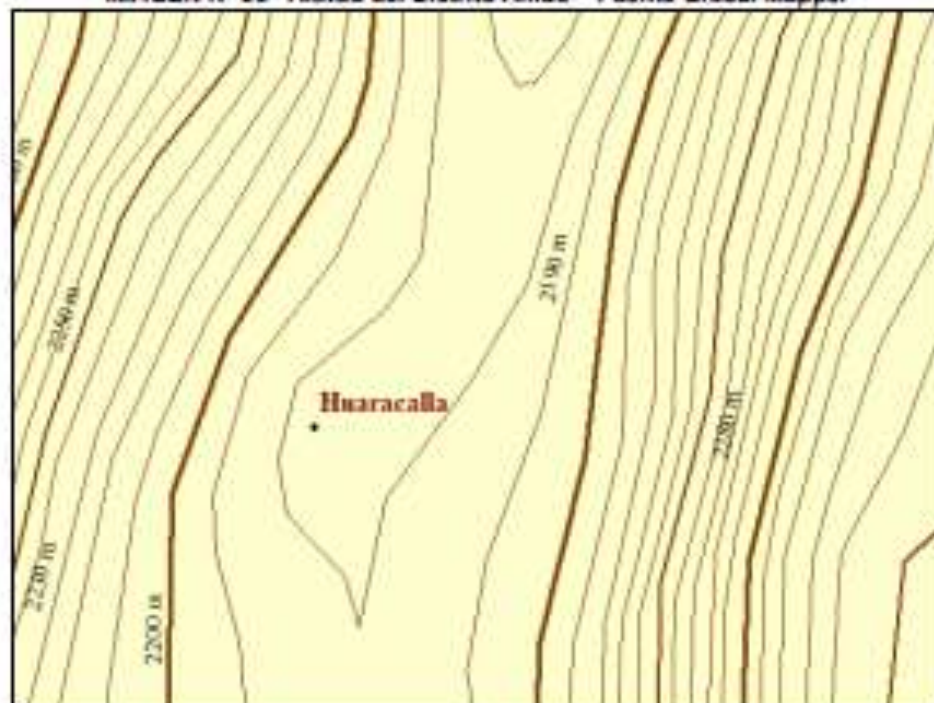
LABORTEC

LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



IMAGEN N° 03- Altitud del Distrito Ambo - Fuente Global Mapper



Por la ubicación del distrito de Ambo y el área en estudio según el Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la región:

Región Quechua.

La región quechua constituye la zona medular de la región andina y se extiende desde los 2000m. a los 3500 m.s.n.m. El relieve de esta región es escarpado conformado por los valles interandinos y los flancos de suave pendiente. Este relieve por efecto de la obra humana ha sido modificado a través de los siglos mediante sistemas de andenería y terraplenes. Sin embargo, la región se encuentra en los valles interandinos. Esta región es la más poblada de la Sierra, debido a las condiciones que presenta para el poblador andino, que se dedica a la agricultura y a la ganadería extensiva, a tal punto que podemos considerarla como la zona en donde la población peruana se ha adaptado mejor.

El clima de esta región es templado-seco, con lluvias periódicas de diciembre a marzo, con variaciones sensibles de temperatura entre el día y la noche, pero con la moderación apropiada y permisible para la vida humana. Durante los meses que corresponden al invierno y a la primavera se produce una fuerte insolación debido a la transparencia de la atmósfera. De otro lado, durante la noche la temperatura baja súbitamente por la escasa humedad



LABORTEC
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



existente en el aire. En consecuencia, podemos decir que hay un gran contraste térmico entre el día y la noche, entre las áreas expuestas al sol y la sombra.

GRAFICO N° 01 – REGIONES NATURALES DEL PERU



2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geomorfología

La Geomorfología peruana, es el estudio de los relieves que tiene el Perú a lo largo y ancho de su territorio. Geomorfológicamente la forma estructural del área en estudio presenta una topografía plana y moderadamente accidentada.

• Geomorfología Andina:

La sierra, conformada por las altitudes del macizo andino es un conjunto de elevaciones que corren alineadas en cadenas paralelas: tres en el norte, tres en el centro, dos en el sur.

Los Andes del norte confluyen con los del centro en el Nudo de Pasco y los de centro confluyen con los del sur en el Nudo de Vilcanota.

La región andina del Perú se divide en tres sectores:

Los Andes del norte: son más bajos y húmedos que el promedio. Ello ha permitido que parte de la humedad y vegetación de la selva norte pueda trasladarse a la costa. Además, en los Andes del norte podemos encontrar el punto más bajo de toda la Cordillera Andina: el Abra de Porculla que con 2145 metros permite pasar al otro lado de la vertiente.



LABORTEC
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Los Andes del centro: son los más altos y empinados y ello hace del centro un lugar de difícil acceso sólo impulsado por la dinámica que la ciudad de Lima genera.

Los Andes del sur: son de mayor espesor que los Andes del norte y del centro. En este paisaje se instalan los pueblos de mayor acervo y tradición de nuestro país. Si hacemos un corte transversal que vaya de Arequipa hasta la frontera con Bolivia, veremos que tenemos más de 500 km. de longitud a una gran altitud que sobrepasa los 4.000 m. El territorio andino del Perú muestra una gran diversidad de unidades geomorfológicas, siendo los más importantes:

Las montañas: (nevados y volcanes) Ejemplos: Nevado de Husacarán (el más alto del Perú), Jerupaja el segundo más alto, Alpamayo el más bello de los picos del mundo. Coropuna, el volcán más alto del Perú, volcán Ubinas en Moquegua actualmente activo al igual que Sabancaya, que se encuentra en Arequipa.

Las altiplanicies: (mesetas y llanura intramontanas), son extensas llanuras frías, donde se desarrolla la ganadería de ovinos y camélidos. Las más importantes son: Colfao en Puno la más extensa, Bon bon en Junín, Parinacochas en Ayacucho y Castrovirreina en Huncavelica.

Las cordilleras: importantes por contener glaciares. Ejemplos: Cordillera Blanca, cordillera de Carabaya, cordillera de La Chila, etc.

Los pasos o abras: son aberturas entre montañas, son valles en forma de U formado por los glaciares y tienen gran importancia para el trazado de redes viales transversalmente a la cordillera. Los más conocidos del Perú, son: el paso de Ticlio o Anticona, el paso de Porculla, el paso de Cruero Alto y el paso de La Raya.

Los cañones: son quebradas profundas y estrechas con condiciones para producir energía hidroeléctrica. Destacan el cañón del Pato en Ancash, el cañón de Colca en Arequipa, el cañón del Infiernillo en Lima y el cañón de Cotahausi el más profundo de América en Arequipa.

Los valles interandinos: son los relieves que se encuentran entre las cordilleras. Presenta dos partes bien diferenciados: vertiente y planicie. La planicie aluvial concentra las grandes urbes del territorio andino. Los valles interandinos más importantes son: el valle de Mantaro en Junín, el valle Callejón de Huaylas en Ancash, el valle de Urubamba en el Cuzco, el valle de Huancabamba en Piura.



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.2 Geología

La Geología actual del área de estudio es producto de millones de años de desarrollo y modificaciones a lo largo de diferentes procesos y la geodinámica externa como son los huaycos, deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, y migraciones de arena por efecto tectónico – Neoproterozoico del Complejo Marañón y los depósitos Aluviales, sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural de la región sierra central del Perú, donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización del Neoproterozoico del Grupo Ambo que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas. Así mismo, la erosión, los deslizamientos producidos por drenaje y acumulación de agua dando el desplazamiento de estas sobre grandes extensiones de la zona, dándole la configuración actual de su relieve.

2.2.1 Litoestratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de estudio está definida por el basamento de rocas metamórficas Neoproterozoico del Grupo Ambo y los depósitos Aluviales sobre las cuales se distribuyen en el área de estudios. Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 21 - k - Ambo.

Depósitos Aluviales (Qp-a)

Se ubican en las partes bajas del área de estudio, generalmente por debajo de los 4.100 msnm. Presenta capas de grava gruesa y fina con cierta clasificación y elementos redondeados a subredondeados, asociados en capas de arena, limo y proporciones variables; buenos ejemplos se observan en ambas márgenes de los ríos: Huallaga (Ambo), San Juan (cerro de Pasco) y Mantaro (Ondores). Estos depósitos forman típicos "conos aluviales" de variada amplitud, ubicándose en el lado oriental del lago de Junín (Chinchaycocha) y que a la vez ha servido para el desarrollo de centros poblados y terrenos de cultivo.

Grupo Ambo (Ci-a)

Los afloramientos típicos se ven en la provincia de Ambo constituidos en la base por un conglomerado basal que se reporta en discordancia angular sobre el Complejo marañón o Paleozoico inferior, el conglomerado esta constituido por elementos bien redondeados a sub angulosos de cuarcitas, areniscas, esquistos y micaesquistos, concentrado por un matriz de arenisca feldespática y micácea; el espesor varia de 0.50 (Nausa) a 150m (Buena Vista); luego continua areniscas gris marrón a verdes, con intercalaciones de lutitas gris oscuras a bituminosas, esporádicamente se presentan capas de carbón de 30 a 50 cm (Huaracalla). En la parte media se tienen areniscas finas en estratos medios



LABORTEC
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



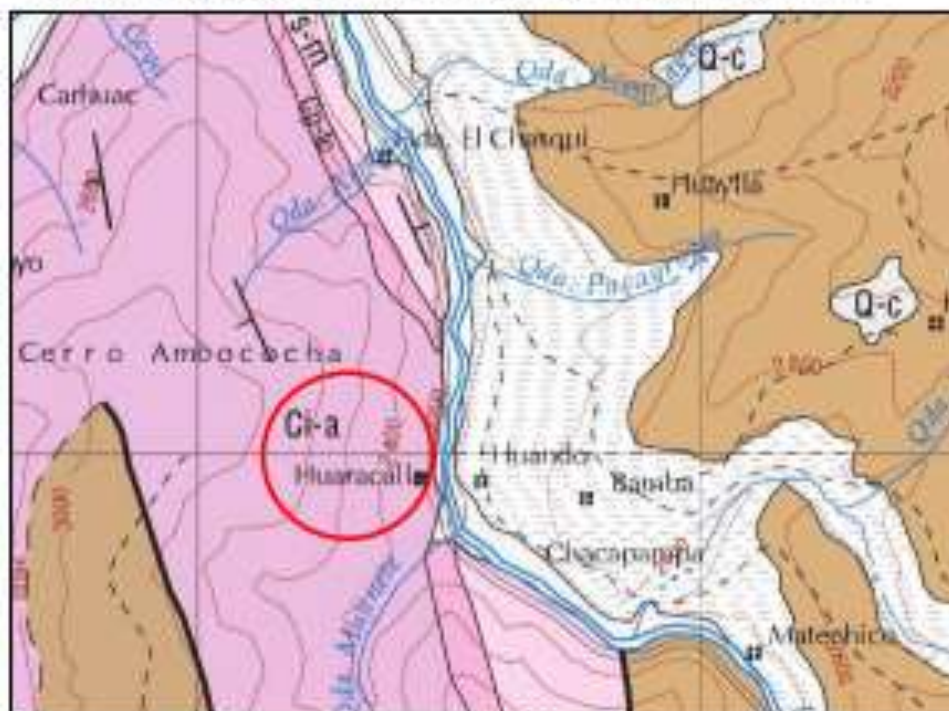
a gruesos, compactos de color gris humo, que por interperismo se disgrega en "bolas" a manera de nódulos se intercalan areniscas de grano medio, con lutitas negras a gris verdosas, bastante fracturadas. Hacia el tope se encuentran areniscas gris claras con lutitas gris oscuras a bituminosas con plantas.

Cuadro 02 - LEYENDA MAPA GEOLOGICO - INGENMET

SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	REGION ANDINA CORDILLERA OCCIDENTAL Y ORIENTAL
Qf-a	DEPOSITOS ALLUVIALES
Ca-a	GRUPO AMBO

♦ Leyenda del mapa geológico del Departamento Huánuco -, INGENMET.

♦ Mapa N° 04 - Geología del Cuadrángulo - 21 - k - Ambo -INGENMET.



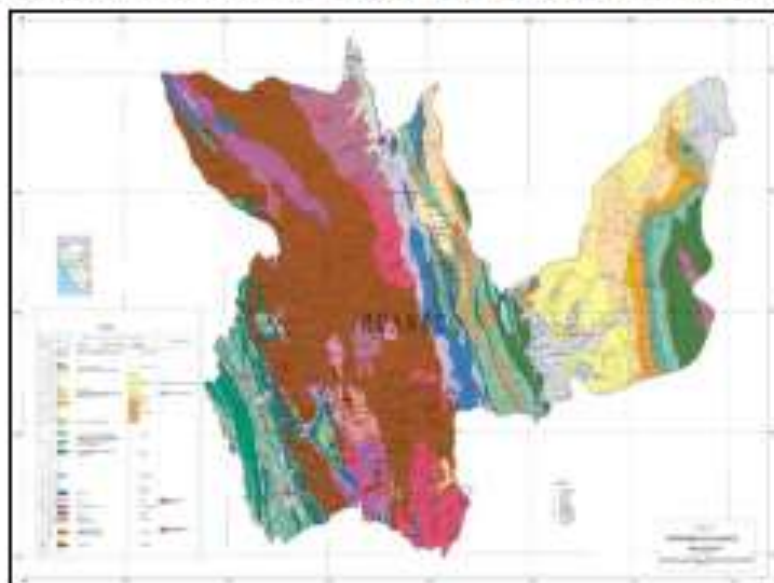


LABORTEC
LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



♦ Mapa N° 05 - Geología del Cuadrángulo de la región Huánuco - INGEMMET.



2.3 Geodinámica Externa

Los riesgos geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos. En la zona de Estudio no se observan:

- **Erosión de laderas.** - Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca). Ello se produce por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, etc., que tienden a degradar la superficie natural del terreno. El terreno es producto del proceso de intemperización de estas montañas rocosas y al corte realizado en el área en estudio existente. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Derrumbes.** - Es la caída repentina de una porción de suelo y/o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- **Huaycos.** - Son avenidas intempestivas de agua turbia y turbulenta, y/o flujos viscosos rápidos, cargados de barro, sólidos de diferentes tamaños provenientes de rocas y suelos aguas arriba de la quebrada, a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial de corto periodo. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Deslizamientos.** - Es la ruptura o desplazamiento pendiente abajo y hacia fuera, de pequeñas a grandes masas de suelo, rocas o combinaciones de estos en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento. Durante la etapa de exploración, NO se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Inundaciones.** - Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por desbordamiento de ríos, ramblas, por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por maremotos, etc. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura. Durante la etapa de exploración, NO se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.

2.4 Geodinámica Interna

De acuerdo con el análisis sísmico tectónico se considera que en la tierra existen dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Circumpacífico. En esta última zona está localizado nuestro país, considerado como una región de alta actividad sísmica. El área que comprende el Proyecto no se mapeó presencia de estructuras geológicas importantes, tales como fallas geológicas activas o inactivas, discordancias, fracturas y grietas de gran potencia, sin embargo, se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona.

2.5 SISMICIDAD

El área que comprende el Proyecto no se mapeó presencia de estructuras geológicas importantes, tales como fallas geológicas activas o inactivas, discordancias, fracturas y grietas de gran potencia, sin embargo, se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona.



3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

3.1 METODOLOGIA

La técnica empleada para el presente estudio está según la NPT 339.162-2018. Del reglamento nacional de construcción norma técnica de edificación e.050 suelos y cimentaciones, el profesional responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

Se excavaron una (01) Calicata o Pozo a cielo abierto, la cual se profundizó hasta un máximo de 3.00 mts.

Estos sondeos se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (colegios, edificios, hospitales, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis.

De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas con doble tarjeta de registro fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar los ensayos de sus características físicas, llevándose un registro correlativo de muestras, que permitió controlar la procedencia y ubicación de cada muestra.

3.2 REGISTRO DE CALICATAS.

Como parte de la evaluación geotécnica del suelo de subrasante existente a lo largo del área del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, mediante la excavación de calicatas a cielo abierto y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

3.3 MUESTREO DE SUELOS

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas. Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración. El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten. No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones. A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

b) Muestras alteradas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

Muestras en bolsas: Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

c) Muestras inalteradas.

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida.

Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.

- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.

- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.

- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado.

Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrometro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.

- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.

- **Nombre local:** El uso de nombres típicos tales como caliche, maicillo, pumicita, canchagua, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelo LABORTEC E.I.R.L., a cargo del Técnico FAVIO DAVID SAAVEDRA CABRERA y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Ángulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.



LABORTEC
LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

CUADRO N° 06

- Análisis Granulométrico por tamizado	(NTP 339.128)
- Límite Líquido	(NTP 339.129)
- Límite Plástico	(NTP 339.129)
- Contenido de Humedad	(NTP 339.127)
- Peso volumétrico	(NTP 339.139:1999)
- Densidad Natural	(Norma ASTM D1556)4.
- Clasificación SUCS.	(NTP 339.134)4.
- Ensayo de corte directo	(NTP 339.171:2002)
- Sales solubles en los suelos	(NTP 339.152:2002)

4.2 TRABAJOS EN LABORATORIO

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

4.2.1 Secado

Las muestras que se piensen almacenar durante algún tiempo antes de concluirlos análisis se deben secar previamente para evitar cambios químicos que se puedan producir al almacenarlas húmedas durante mucho tiempo. Debido a las rápidas variaciones que se producen en las condiciones químicas del suelo durante la desecación, algunos análisis se recomiendan hacerlos usando muestras húmedas poco después de haber sido tomadas en el campo.

Los valores que pueden sufrir cambios durante el secado son los que corresponden a pH. Muchas determinaciones no se afectan significativamente al ser secadas al aire con el fin de almacenarlas. Para el secado, las muestras se extienden en una superficie plana sobre bandejas o papel limpio, en un local bien ventilado. Se debe evitar el secado brusco utilizando altas temperaturas.

4.2.2 Identificación

Una vez homogenizadas las muestras se envasan adecuadamente en bolsas de plástico o papel, selladas adecuadamente y se identifican con toda la información necesaria para ser procesado en los ensayos básicos de clasificación de suelos.



LABORTEC
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



4.2.3 Granulometría

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.

IMAGEN N° 04 – ENSAYO GRANULOMETRICO



Distribución Granulométrica: Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división de este en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

4.2.4 Clasificación de Suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra. Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos.

Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm. A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena

revisión: 01 - Versión: 01 - 01/01/2020



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

4.2.5 Contenido de Humedad

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno. Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas. Se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado con la alteración del cociente de la determinación del contenido de humedad. El material debe permanecer un periodo de doce horas en el horno, por esta razón se acostumbra a iniciar el calentamiento de la muestra de suelo al final del día, para que así se deshidrate durante toda la noche. El objetivo del estudio es conocer y determinar el porcentaje de humedad de suelo.

Es la proporción porcentual entre la fase líquida (agua) y la parte sólida del suelo (partículas minerales del suelo).

Se muestra en la siguiente expresión:

$$w(\%) = \frac{W_w * 100}{W_s}$$

W_w = Peso del agua en la muestra

W_s = Peso del suelo seco

4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

• Determinación del límite líquido, plástico e índice plástico.

El objetivo del ensayo es determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo.

Una vez realizado el análisis granulométrico el cual nos permite estudiar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen (gruesos, gravas, arenas, limos y arcillas). Si bien un análisis granulométrico es suficiente para gravas y arenas, cuando se trata de arcillas y limos,



LABORTEC

Laboratorio Único/Compartido
de SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



turbas y margas se debe completar el estudio con ensayos que definan la plasticidad del material.

Límite Líquido LL: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo.

Límite Plástico LP: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

Índice de Plasticidad IP: Atterberg definió el índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico. El índice de plasticidad IP, es por tanto numéricamente igual a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP$$

5. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a la calicata, luego del estudio obtenido de los récords de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162:2018. del Reglamento Nacional De Construcción NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. El Profesional Responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.
- Se realizó una descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – Manual según NTP 339.150:2018.



LABORTEC
LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Calicata C-01

- De 0.00 a 0.10 m. – PT - Suelo disturbado
- De 0.10 a 3.00 m. – SW – Arena arcillosa.

Contenido de Humedad	(%)	13.99
Límite Líquido (LL)	(%)	27
Límite Plástico (LP)	(%)	24
Índice Plástico (IP)	(%)	3
Clasificación (S.U.C.S.)		SW
Clasificación (AASHTO)		A-1-a
Color		Marrón - Claro
Consistencia		Plástica
Índice de Grupo		0

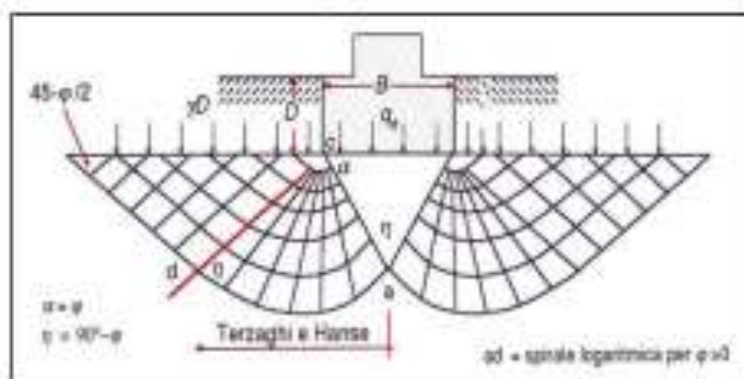
6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: "PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO-2023". Se va a emplear un sistema estructural conformado por zapatas cuadradas aisladas.

El concepto estructural de las zapatas cuadradas aisladas; es un tipo de cimentación superficial, su función es anclar y transmitir las tensiones que genera una estructura al terreno sobre el que se encuentra.

$$q_u = 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Figura N° 01





LABORTEC
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- D_f = Profundidad de desplante
 γ_m = Peso específico volumétrico del suelo (cada estrato)
 B = Ancho de cimentación
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga que depende de la fricción (ϕ).
 $F.S.$ = Factor de seguridad

6.1 TIPO DE CIMENTACIÓN.

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas se recomienda utilizar una cimentación con zapatas cuadradas aisladas.

6.2 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad:

$D_f = 1.50$ m. Del nivel de la cota 0.00 m.

6.3 CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

6.3.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE C - 01

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic. De acuerdo con las dimensiones las zapatas cuadradas empleadas en los sistemas de diseño, se ha considerado un ancho de cimentación de 1.40 m. para las zapatas cuadradas.

De acuerdo con lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

Ángulo de fricción interna: $\phi = 29.68^\circ$, y cohesión $c = 0.31$ kg/cm²

Del análisis de los resultados, de la revisión y verificación de los datos de campo y aplicando la experiencia del suscrito en este tipo de suelos, se ha seleccionado como representativa para los cálculos de la capacidad portante los resultados indicados y se ha considerado el criterio de falla local para los presentes cálculos.

Para los cálculos de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones 01 y 02 de Terzaghi, para zapatas cuadradas y cimiento corrido respectivamente.

$$q_u = 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_u = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$



LABORTEC
LABORATORIO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



• Zapatas Cuadradas

$$q_p = 1.3C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

□	Peso volumétrico seco	(γ)	=	1.260	ton/m ³
□	Ángulo de fricción interna	(ϕ)	=	29.7	°
□	Ángulo de fricción interna	(ϕ)	=	20.8	°
□	Cohesión	(c)	=	2.10	ton/m ²
□	Ancho de Zapata	(B)	=	1.40	m.
□	Profundidad de cimentación	(D _f)	=	1.60	m.
□	Presencia de nivel freático		=	NO	
□	Considerando Falla Local		=	SI	
□	Factor de seguridad	(F _s)	=	3.0	
□	Factores de carga adimensionales				

$$N_c' = 18.68$$

$$N_q' = 9.145$$

$$N_\gamma' = 6.41$$

$$q_p = 1.3 * 2.10 * 18.7 + 1.260 * 1.60 * 9.14 + 0.40 * 1.260 * 1.40 * 6.41$$

$$q_p = 50.92 + 18.44 + 4.53$$

$$q_h = 73.89 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{73.89}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 24.63 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$$

• Cimiento Corrido

Aplicando la fórmula 02 de Terzaghi, para cimiento corrido.

$$q_p = C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

□	Peso volumétrico seco	(γ)	=	1.260	ton/cm ³
□	Ángulo de fricción interna	(ϕ)	=	29.7	°
□	Cohesión	(c)	=	2.10	ton/cm ²
□	Ancho de Zapata	(B)	=	1.40	m.
□	Profundidad de cimentación	(D _f)	=	1.60	m.
□	Presencia de nivel freático		=	NO	
□	Factor de seguridad	(F _s)	=	3.0	
□	Factores de carga adimensionales				

$$N_c' = 18.68$$

$$N_q' = 9.145$$

$$N_\gamma' = 6.414$$



LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



$$\begin{aligned}
 q_h &= 2.10 * 18.7 + 1.260 * 1.60 * 9.14 + 0.50 * 1.260 * 1.40 * 6.41 \\
 q_h &= 39.17 + 18.439 + 5.656 \\
 q_h &= 63.27 \text{ ton/m}^2 \\
 q_h &= \frac{63.27}{3.0} \text{ ton/m}^2 \\
 q_h &= 21.09 \text{ ton/m}^2 \\
 q_h &= 2.11 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

TABLA 03 – RESULTADOS DE CAPACIDAD DE CARGA C-01

Las siguientes tablas muestran los diferentes valores posibles a diferente ancho y profundidad de cimentación de los suelos en el cual se ejecutará el proyecto en estudio.

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)					
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRA				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20
0.20	1.84	1.88	1.93	1.97	2.01
0.40	1.92	1.96	2.00	2.05	2.09
0.60	2.07	2.11	2.16	2.20	2.24
1.20	2.22	2.27	2.31	2.35	2.40
1.60	2.38	2.42	2.46	2.51	2.55
2.00	2.53	2.57	2.62	2.66	2.70
2.40	2.68	2.73	2.77	2.81	2.86
2.80	2.84	2.88	2.92	2.97	3.01
3.20	2.99	3.03	3.08	3.12	3.16
3.60	3.15	3.19	3.23	3.27	3.32
4.00	3.30	3.34	3.39	3.43	3.47

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)					
PROFUNDIDAD (m)	CIMENTO CORRIDO				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20
0.40	1.54	1.59	1.65	1.70	1.76
0.80	1.69	1.75	1.80	1.86	1.91
1.20	1.85	1.90	1.96	2.01	2.06
1.60	2.00	2.05	2.11	2.16	2.22
2.00	2.15	2.21	2.26	2.32	2.37
2.40	2.31	2.36	2.42	2.47	2.52
2.80	2.46	2.52	2.57	2.62	2.68



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



6.4 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES

6.4.1 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES C-01

Tratándose de un suelo con arena bien graduada con grava, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por: El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad:

$$S_e = q_n \cdot B^2 (1 - \mu_s)^2 I_e / E_s$$

Dónde:

Capacidad admisible de carga (ton/m ²)	=	73.89
Ancho de zapata (m)	=	1.40
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	=	6500
Relación de Poison	=	0.30
Factor de Forma L/B (cimentación flexible) (cm/m)	=	82.00
Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m)	=	82.00
Asentamiento Permisible Flexible (cm)	=	1.19
Asentamiento Permisible Rígido (cm)	=	1.188

Remplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.258 \text{ cm.}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967). Luego:

$$S_e (1.258 \text{ cm}) < 1'' (2.54 \text{ cm})$$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

$$Q_{ad} = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con las características de los estratos del subsuelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como subterránea.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tipo de Cimentación:

Zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimentación

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

SW: Arena bien graduada con grava



LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CÍVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Parámetros de diseño:

Df	=	1.60 m.
Qadm.	=	2.46 Kg/cm ²
F.S.	=	3.0
Asent. Difer.	=	1.188 cm.

7. CALCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modernizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos -muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (K_s), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento -en su caso asiento- (δ):

A partir de la determinación de parámetros característicos del suelo (módulo de deformación, tensión admisible, etc.) que se relacionan con el módulo de balasto mediante fórmulas dadas por varios autores.

Es conocida, por ejemplo, la fórmula de Vesic en función del módulo de deformación o elasticidad (E_s) y coeficiente de Poisson (ν_s) el terreno, que en su forma reducida tiene la siguiente expresión:

$$k_s = E_s / [B (1 - \nu_s^2)]$$

Donde B es el ancho de la cimentación. 2.2 La fórmula de Kiepikov:

Calicata 01

Capacidad admisible de carga (ton/m ²)	=	73.89
Ancho de zapata (m)	=	1.40
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	=	6500
Relación de Poison	=	0.30
Modulo de Balato (Modulus of subgrade reaction)	=	5102



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



8. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

De los resultados de las muestras obtenidas de la calicata para efectos de este informe se han seleccionado las muestras representativas de cada calicata en donde arroja los siguientes valores:

CALICATA 01

REPORTE DE RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	
	%	VALOR	UNIDADES
Sulfatos como $\text{ión } \text{SO}_4$	0,06	0,0481	%
Cloruros como $\text{ión } \text{Cl}$	0,10	0,0198	%
pH a 15.9°C	≥ 4	7,2	

Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento respectivamente.

TABLA N°08 - ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
*SULFATOS	0-1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	LEVE MODERADO SEVERO MUY SEVERO	OCASIONA UN ATAQUE QUIMICO AL CONCRETO DE LA CIMENTACION
**CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE CORROSION DE ARMADURAS O ELEMENTOS METALICOS
**SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE PERDIDA DE RESISTENCIA MECANICA POR PROBLEMA DE LIXIVIACION

* Comité 318-83 ACI

** Experiencia existente

Observamos que la concentración de sales cloruros en la calicata, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo el valor máximo obtenido igual a = 198 ppm que corresponde a la calicata C-01, menor que 6000ppm (valor permisible para cloruros), por lo que no ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. De igual manera observamos concentraciones de sales sulfatos por debajo del valor permisible, siendo el valor máximo obtenido igual a = 481 ppm SO_4 que corresponde a la calicata C-01, menor que 1000 ppm SO_4 (valor permisible para sulfatos) por lo que va a ocasionar un ataque insignificante a leve al concreto de la cimentación.



LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



9. AGUA EN EL SUELO

9.1. INTRODUCCIÓN

Después de haber analizado las propiedades más importantes y necesarias para una identificación y clasificación de los suelos, se sigue con el estudio de las propiedades mecánicas relacionadas con una de sus fases, la fase líquida, que generalmente se refiere al agua en sus diferentes formas o estados. Las aguas Freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo está saturado, y están por debajo de este nivel freático. Este nivel freático es muy variable, y encontramos que, en el verano, cuando el calor se hace más intenso, el nivel freático baja, por el proceso de evaporación que genera el calor en el verano. Así también encontramos que el nivel freático en el tiempo de lluvia, sube, y puede llegar hasta muy altos niveles, es decir a muy poca profundidad, el sitio donde empiezan las aguas freáticas, pudiendo ser un factor importante en la construcción.

9.2. RECONOCIMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS

En el campo podemos conocer el nivel del agua freática abriendo un hueco en la tierra, de tal manera que podamos ver dentro del (50 x 50 centímetros), y esperar que el nivel del agua se estabilice.

De esta forma podemos después de una hora más o menos, que el nivel donde tenemos el agua será el nivel freático, para poder saber dónde se encuentra el nivel freático simplemente se toma la distancia de la superficie de la tierra, al punto donde el suelo está saturado, hallamos el Nivel Freático.

El punto donde el suelo está saturado de agua se puede hallar por medio del ensayo de Contenido de Humedad, el cual nos permite saber, que porcentaje de agua hay en los vacíos del suelo, y cuando este porcentaje sea el 70% al 80%, querrá decir que este suelo está saturado, estando dentro de las aguas freáticas.

Durante la realización del presente informe se realizó una calicata con el fin de determinar la profundidad del nivel freático con respecto a la topografía del terreno y no se detectó la presencia de la misma hasta la profundidad máxima prospectada que fue de 3.00 m.

Cuadro N° 07 – UBICACIÓN DE NIVEL FREÁTICO

UBICACIÓN	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD
C-01	NO	-

Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan.



LABORTEC
LABORATORIO CONSULTORÍA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



10. PARÁMETROS DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS

Para definir el empuje de los suelos sobre las estructuras de retención, podemos decir en forma general, que en ellos se involucran todos los problemas que se le presentan al ingeniero para determinar las tensiones en la masa del suelo que actúan sobre una estructura. En este apunte daremos las nociones básicas para poder calcular los empujes laterales de los suelos contra las estructuras. Como primera medida debemos decir que el tipo de empuje depende, tanto de la naturaleza del suelo como del tipo de estructura, ya que se trata de un problema de interacción entre ambos. La mecánica de suelos se basa en varias teorías para calcular la distribución de tensiones que se producen en los suelos y sobre las estructuras de retención.

Cronológicamente, Coulomb (1776) fue el primero que estudió la distribución de tensiones sobre muros.

Posteriormente, Rankine (1875) publicó sus experiencias, y por último y ya en el siglo XX se conoce la teoría de la cuña, debida a varios autores, pero especialmente a Terzaghi.

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

$$K_o = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

CALICATA C-01

COEFICIENTE DE REPOSO

CORTE DIRECTO CALICATA 01

$$\phi = 29.68$$

$$K_o = 0.070$$

COEFICIENTE DE PRESION ACTIVA

$$\phi = 29.68$$

$$K_a = 0.338$$

11. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALZADURAS O MURO DE CONTENCIÓN ARMADO

Un muro de contención es una estructura que tiene la finalidad de proporcionar estabilidad contra la rotura de macizos de tierra o roca. El buen diseño de un muro de contención es fundamental ya que brindará apoyo lateral permanente a taludes verticales o casi verticales del suelo. La estabilidad del muro de contención se debe a su peso al del material usado en su escarpio



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El cálculo de un muro de contención requiere tener claras las características del terreno que se quiere contener para así establecer el empuje que ofrece la tierra y la presión lateral del terreno, considerando las presiones que puede presentar la tierra cuando contiene agua. Una vez claro esto, se debe tener presente el tipo de muro de contención del que se desea tener el cálculo.

A partir de ello, se deben tener presente los tres criterios que influyen en el cálculo de un muro de contención:

Datos Generales: en este criterio se deben considerar: densidad del suelo, ángulo de fricción o ángulo de corte del suelo, resistencia del concreto a las fuerzas de compresión, fluencia del acero (en caso de requerir en el muro), resistencia del terreno a cargas axiales, altura del muro de contención libre, factor de seguridad a deslizamiento y factor de seguridad a volteo.

Cálculo de Esfuerzos: entre los cálculos de esfuerzo se encuentran el factor del suelo a comportamiento triangular, espesor de la pantalla del muro de contención y peralte efectivo del trabajo del fierro del muro.

Verificación de estabilidad y resistencia a través de los siguientes parámetros: a) verificación de deslizamiento: donde la fuerza horizontal de empuje del terreno nunca supere la fuerza de retención.

Esto puede ocurrir cuando hay fricción entre el suelo y la cimentación siendo proporcional al peso del muro. Una relación $F_r/F_h > 1.3$ (coeficiente de seguridad para deslizamiento) es considerada normal; b) verificación de volteo: el momento de fuerza de volteo del muro debe ser inferior al momento de fuerza que estabiliza el muro. Para ello, la relación idónea debería ser: $M_e/M_v > 1.5$, valor del coeficiente de seguridad para volteo; c) verificación de la capacidad de sustentación: se relaciona a la carga total que actúa sobre la cimentación del muro, que sea mucho menor a la capacidad portante. Es decir, que la máxima tensión que sea producida por el muro sea menor a la tensión en el terreno. $T_p/T_a > 1.0$ (coeficiente de seguridad para la sustentación) y d) verificación de la estabilidad global: en este parámetro, todos los aspectos respecto al muro de contención deben tener un buen coeficiente de seguridad global.



LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área en estudio se ubica en el distrito de Ambo, provincia de Ambo y departamento de Huánuco; En el centro poblado Huaracalla, se ubica a una altitud promedio de 2100 - 2200 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 18-23°C.
- La muestra de la Calicata 01 corresponden a una clasificación de suelos SUCS: SW: Arena bien graduada con grava.
Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan.
- Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación:
 - **De la C-01 Recomendamos como valor único de diseño $q_{ad} = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$**
- Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
- Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad: **Df = 1.60 m.** del nivel 0.00m.
- Deberá garantizarse que las Zapatas cuadrada e interconectadas de cimentación queden apoyados sobre materiales adecuados para la capacidad especificada y particularmente sobre los estratos recomendados.
- Se realizó una descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – Manual según NTP 339.150:2018.
- Las Excavaciones se realizaron de manera manual utilizando (picos, palas y barretas) de manera de poder encontrar terreno firme.
- Los asentamientos producidos debido a la sollicitación de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.
- En el área de estudio se determinó que no hay presencia de nivel freático no siendo perjudicial para las estructuras si la cimentación y las zapatas son implementadas con un **Df** no mayor a 1.6 m por todo lo expuesto se concluye usar el cemento tipo I para las estructuras que conformaran la cimentación.
- Si en el periodo de diseños se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.
- Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados (piedra y arena).



LABORTEC
LABORATORIO TECNOLÓGICO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- Se recomienda no cimentar sobre rellenos no controlados, para los falsos pisos se debe retirar el material de relleno a una profundidad de 40 cm, los cuales deberán ser reemplazado por material granular debidamente seleccionado y compactados antes de iniciar la construcción de la cimentación.
- El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:
 - a) Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.
 - b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 96% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.
- En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m² con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m²) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor. Seguir las recomendaciones.
- Según los mapas de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo con las normas sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el Distrito de Ambo, Provincia de Ambo y Región Huánuco, se encuentra comprendida en la zona 2

Parámetro de Suelo T_p (seg.)	0.60 seg.
Parámetro de Suelo T_L (seg.)	2.0 seg.
Perfil de suelos	Tipo 2 - Suelos Intermedios
Factor de Suelo - S_2	1.20
Factor de Zona - 2	0.25

Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al proyecto: **"PROPUESTA DEL USO DE MURO DE GAVIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA CENTRAL HUANUCO - LA OROYA, ALTURA DEL KM 217, AMBO-HUANUCO-2023"**, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

ANEXO 9
COEFICIENTES DE SEGURIDAD SIN LA INCIDENCIA DEL
MURO EN EL SOFTWARE SLIDE V.6

