



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL
IMPACTO POR DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE
LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA
DE CHOTA-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

**PRESENTADA POR
DIANNA SADITH HOYOS IDROGO**

**ASESOR
JORGE ALBERTO CABRERA SALVATIERRA**

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

**LIMA – PERÚ
2024**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL
IMPACTO POR DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA
CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE
CHOTA-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

TESIS PARA OPTAR

EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

PRESENTADO POR

DIANNA SADITH HOYOS IDROGO

ASESOR

MG. JORGE ALBERTO CABRERA SALVATIERRA

CODIGO ORCID:0009-0007-8646-3537

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres y hermana, quien siempre tuvieron palabras de aliento y amor incondicional, sin su guía y sacrificio, este logro no habría sido posible; de igual forma a mis amigos y compañeros de estudios, quienes compartieron conmigo momentos difíciles y triunfos durante el recorrido académico.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, por su invaluable orientación y apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

A los miembros de comité de tesis, por sus comentarios constructivos y sugerencias que han enriquecido esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1. Problema general.....	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	7
1.4.1. Importancia de la investigación	7
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.5.1. Alcance	8
1.5.2. Limitaciones	8
1.6. VIABILIDAD O PRESUPUESTO	9
1.6.1. Recursos técnicos.....	9
1.6.2. Recursos financieros	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	12
2.2. BASES TEÓRICAS	14
2.2.1. Muro de gaviones	14

2.2.2.	Impacto por deslizamientos.....	32
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	36
2.4.	HIPÓTESIS.....	37
2.4.1.	Hipótesis general.....	37
2.4.2.	Hipótesis específicas	37
CAPÍTULO III.	METODOLOGÍA.....	38
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO	38
3.1.1.	Enfoque	38
3.1.2.	Tipo	38
3.1.3.	Nivel	38
3.1.4.	Diseño	38
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.2.1.	Población.....	39
3.2.2.	Muestra.....	39
3.3.	DEFINICIÓN DE VARIABLES	40
3.3.1.	Variable independiente.....	40
3.3.2.	Variable dependiente.....	40
3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.5.1.	Técnicas de recopilación de datos	42
3.5.2.	Instrumento	42
3.5.3.	Validez y confidencialidad de los instrumentos.....	42
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS	43
CAPÍTULO IV.	DESARROLLO	44
4.1.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE DESLIZAMIENTOS	44
4.1.1.	Dimensión Social	44
4.1.2.	Dimensión Económica.....	55
4.1.3.	Dimensión Física.....	62
4.1.4.	Nivel de vulnerabilidad	69
4.1.5.	Estratificación.....	71
4.2.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	72
4.2.1.	Estudios previos	72
4.2.2.	Procedimiento de diseño	78

CAPÍTULO V. RESULTADOS.....	92
5.1. IMPACTO SOCIAL.....	92
5.2. IMPACTO ECONÓMICO.....	93
5.3. IMPACTO AMBIENTAL.....	95
5.4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	100
DISCUSIONES.....	110
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES.....	117
FUENTE DE INFORMACIÓN.....	118
ANEXOS.....	122
ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	122
ANEXO 02. FICHA DE OBSERVACIÓN.....	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	41
Tabla 2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
Tabla 3	Consideraciones clave para la evaluación de los factores relacionados con la fragilidad y la resiliencia	45
Tabla 4	Ponderación de pesos para los parámetros de la fragilidad social.....	45
Tabla 5	Matriz de análisis comparativo entre pares para el factor de Grupo Etario	45
Tabla 6	Matriz de normalización de pares en relación al parámetro de Área del Terreno destinado a la Actividad Agrícola.	46
Tabla 7	Matriz de análisis comparativo de pares para el factor de Discapacidad	46
Tabla 8	Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro de Discapacidad	46
Tabla 9	Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Servicios básicos.....	47
Tabla 10	Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Servicios básicos.....	48
Tabla 11	Ponderación de pesos para los parámetros de la resiliencia social .	49
Tabla 12	Matriz de comparación de pares respecto al parámetro Actitud frente al riesgo	49
Tabla 13	Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Actitud frente al riesgo	50
Tabla 14	Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Tipo de seguro.....	50
Tabla 15	Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Tipo de seguro	51
Tabla 16	Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Programas Sociales.....	51
Tabla 17	Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Programas sociales.....	52

Tabla 18 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Capacitación en gestión del riesgo de desastres.....	52
Tabla 19 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Capacitación en gestión del riesgo de desastres	53
Tabla 20 Valor y peso de Fragilidad Social	53
Tabla 21 Valor y peso de Resiliencia Social.....	54
Tabla 22 Valor y peso de dimensión social	55
Tabla 23 Parámetros a emplear sobre los factores resiliencia y fragilidad de la Dimensión Económica.	55
Tabla 24 Ponderación de pesos sobre el parámetro de la fragilidad económica.	55
Tabla 25 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Área del Terreno para Actividad Agrícola.....	56
Tabla 26 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Área del Terreno para Actividad Agrícola.....	56
Tabla 27 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Actividad Económica.....	57
Tabla 28 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Actividad Económica.	57
Tabla 29 Ponderación de pesos sobre el parámetro de la Resiliencia económica.	57
Tabla 30 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia	58
Tabla 31 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia.	58
Tabla 32 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Carga Familia.	59
Tabla 33 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Carga Familiar.	60
Tabla 34 Matriz de vulnerabilidad sobre la dimensión económica.....	61

Tabla 35 Parámetros a emplear sobre los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Física	62
Tabla 36 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Material Estructural Predominante.	63
Tabla 37 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Material Estructural Predominante.	64
Tabla 38 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Material en Techos.	64
Tabla 39 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Material en Techos.	65
Tabla 40 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Estado de Conservación.	65
Tabla 41 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Estado de Conservación.	66
Tabla 42 Matriz de análisis comparativo de pares sobre los parámetros empleados respecto al factor resiliencia.	66
Tabla 43 Matriz de normalización de pares sobre los parámetros empleados respecto al factor resiliencia.	67
Tabla 44 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Distancia de la Edificación a la fuente de Peligro.	67
Tabla 45 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia.	67
Tabla 46 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.	68
Tabla 47 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.	68
Tabla 48 Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.	68
Tabla 49 Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.	69
Tabla 50 Valor de la vulnerabilidad	69

Tabla 51	Nivel de vulnerabilidad.....	70
Tabla 52	Clasificación de suelo - calicatas.....	75
Tabla 53	Contenido de humedad - calicatas.	75
Tabla 54	Límites de consistencia - calicatas.	75
Tabla 55	Gravedad específica - calicatas.....	76
Tabla 56	Corte directo - calicatas.....	76
Tabla 57	Impacto social.....	92
Tabla 58	Impacto Económico	94
Tabla 59	Dimensiones de componentes de muro de gaviones	102
Tabla 60	Discusión con hipótesis general	110
Tabla 61	Discusión con hipótesis específica 1	111
Tabla 62	Discusión con hipótesis específica 2	112
Tabla 63	Discusión con hipótesis específica 3	112
Tabla 64	Contrastación de antecedentes nacionales	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Carretera Lajas – Cochabamba	5
Figura 2	Esquema gráfico de gaviones tipo caja.....	26
Figura 3	Esquema gráfico de gaviones tipo saco.....	28
Figura 4	Esquema gráfico de las secciones transversales	30
Figura 5	Muestra de la zona de estudio	39
Figura 6	Estratificación de vulnerabilidad ante deslizamientos	71
Figura 7	Plano de ubicación de calicata N°01.....	73
Figura 8	Plano de ubicación de calicata N°02.....	74
Figura 9	Interfaz secundaria del software Gawac 3.0	78
Figura 10	Aprobación para iniciar el proceso de planificación del muro de gaviones	79
Figura 11	Registro de la información del proyecto de la estructura de gaviones	79
Figura 12	Registro de información general del proyecto.....	80
Figura 13	Registro de información de la piedra.....	81
Figura 14	Registro de informa los materiales.....	82
Figura 15	Registro de información del suelo	83
Figura 16	Registro de cargas requeridas sobre la ventana de cargas	83
Figura 17	Registro de cargas	84
Figura 18	Comandos para verificar y exportar datos	85
Figura 19	Información ingresada por medio del software GAWAC 3.0	86
Figura 20	Software GGU-GABION.....	87
Figura 21	Ingreso de datos por medio del software GGU-GABION.....	88
Figura 22	Ingreso de datos por medio del software GGU-GABION	89
Figura 23	Comando para seguir en el software GGU-GABION	90
Figura 24	Diseñar el muro de gaviones	91
Figura 25	Impacto ambiental durante el deslizamiento	96
Figura 26	Impacto ambiental después del deslizamiento.....	98
Figura 27	Muro de gaviones.....	101
Figura 28	Componentes de muro de gaviones	103

RESUMEN

En la investigación, se estableció por objetivo diseñar un muro de gaviones para proteger el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, para mitigar los deslizamientos y reducir su impacto. Se empleó por metodología cuantitativa, aplicada, descriptiva y de diseño no experimental. Los resultados evidenciaron que el diseño incluía un muro en tres etapas: base de 6 m, intermedia de 4 m y superior de 2 m, todas con una altura de 1 m. La implementación del muro redujo significativamente el riesgo de deslizamientos, con beneficios sociales como protección de infraestructura, preservación del medio ambiente, y fomento del bienestar y la economía local. La población en alto riesgo incluyó a 8,038 personas (menores de 4 años, mayores de 65 años, y personas con discapacidad visual o sin servicios básicos). Los deslizamientos afectarían aproximadamente 11 km de carretera, con un costo de rehabilitación de \$9,900,000 USD, y la reconstrucción de viviendas tendría un costo de S/.334,196,000 nuevos soles. Se concluyó que la implementación del muro de gaviones, con un costo estimado de S/10,613,473.92 nuevos soles, ofrece una solución efectiva para prevenir deslizamientos, generando un impacto ambiental neto positivo al mejorar la seguridad y el bienestar de la población afectada.

Palabras clave: Muro de gaviones, deslizamiento, carretera, riesgo, costo.

ABSTRACT

The objective of the research was to design a gabion wall to protect the section of the Lajas Cochabamba road, in the province of Chota, department of Cajamarca, to mitigate landslides and reduce their impact. A quantitative, applied, descriptive and non-experimental design methodology was used. The results showed that the design included a wall in three stages: base of 6 m, intermediate of 4 m and upper of 2 m, all with a height of 1 m. The implementation of the wall significantly reduced the impact of landslides. The implementation of the wall significantly reduced landslide risk, with social benefits such as infrastructure protection, environmental preservation, and promotion of local welfare and economy. The high-risk population included 8,038 people (under 4 years old, over 65 years old, and people with visual impairment or without basic services). The landslides would affect approximately 11 km of road, with a rehabilitation cost of \$9,900,000 USD, and housing reconstruction would cost S/.334,196,000 nuevos soles. It was concluded that the implementation of the gabion wall, with an estimated cost of S/10,613,473.92 nuevos soles, offers an effective solution to prevent landslides, generating a positive net environmental impact by improving the safety and well-being of the affected population.

Key words: Gabion wall, landslide, road, risk, cost.

NOMBRE DEL TRABAJO

**DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA
MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIE
NTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA
LA**

AUTOR

DIANNA SADITH HOYOS IDROGO

RECuento DE PALABRAS

24107 Words

RECuento DE CARACTERES

135237 Characters

RECuento DE PÁGINAS

179 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

24.5MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 27, 2024 12:12 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 27, 2024 12:15 PM GMT-5

● **17% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Biblioteca FIA

Patricia Aurora Rodríguez Toledo
Bibliotecóloga

INTRODUCCION

En el pasado, la carretera Lajas Cochabamba, ubicada en la Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, había experimentado recurrentes deslizamientos que afectaron gravemente su funcionamiento y seguridad. Estos deslizamientos habían causado no solo serios problemas en el transporte y la conectividad de la región, sino también un impacto significativo en los aspectos sociales, económicos y ambientales de la comunidad local. En respuesta a estos desafíos, se planteó el objetivo general de diseñar un muro de gaviones para mitigar los efectos adversos de los deslizamientos en este tramo crítico de la carretera.

Para abordar el problema, se establecieron tres objetivos específicos que guiaron la investigación. Primero, se evaluó el impacto social de los deslizamientos, analizando cómo estos eventos habían afectado la vida de las personas y las comunidades cercanas. En segundo lugar, se investigó el impacto económico, considerando las pérdidas y costos asociados con la interrupción del transporte y las actividades económicas. Finalmente, se examinó el impacto ambiental, evaluando los efectos de los deslizamientos sobre el entorno natural y los ecosistemas locales.

La tesis se estructuró en varios capítulos clave. El CAPÍTULO I, titulado "Planteamiento del Problema", describió la situación problemática en detalle, planteó el problema general y los problemas específicos, y estableció los objetivos de la investigación, así como la justificación, los alcances y limitaciones del estudio, y la viabilidad o presupuesto requerido. En el CAPÍTULO II, "Marco Teórico", se abordaron los antecedentes internacionales y nacionales relacionados con el tema, se presentaron las bases teóricas y se plantearon las hipótesis. El CAPÍTULO III, "Metodología", detalló el diseño metodológico, la población y muestra, la definición y operacionalización de las variables, así como las técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de datos. El CAPÍTULO IV, "Desarrollo", se centró en el análisis de vulnerabilidad ante deslizamientos y en la propuesta de solución, que incluyó el diseño del muro de

gaviones. El CAPÍTULO V, "Resultados", presentó los hallazgos sobre los impactos social, económico y ambiental, y describió la propuesta de solución en detalle. Finalmente, en la sección de Discusiones se realizó la constatación de las hipótesis generales y específicas, para luego concluir con las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A nivel internacional, la infraestructura vial es la base del transporte público, desempeñando un rol crucial en las actividades económicas y sociales, donde su condición genera efectos significativos en los usuarios. Por esta razón, el financiamiento en dicho ámbito es considerable, ya que incide de forma positiva en el flujo vehicular y bienestar de los transeúntes o automovilistas (Li-Lu, Liu, Chen, & He, 2019). Así mismo, Zhang et al. (2023) indican que la transitabilidad a menudo se ve interrumpida debido a deslizamientos que afectan las carreteras, lo que requiere inspecciones constantes para contrarrestar estos problemas mediante su mantenimiento y restauración. Sin embargo, estas actividades correctivas se ven limitadas por la disponibilidad de financiamiento, siendo esencial mantener las vías en buenas condiciones para que cumplan con su función de manera eficaz.

En Estados Unidos, los deslizamientos provocan la muerte de entre 45 y 50 personas cada año. Además, las corrientes rápidas de agua causan traumatismos en quienes se ven afectados por estos desastres. Por otro lado, también existe peligro debido a la exposición de cables eléctricos, así como a cañerías de gas y agua dañadas, lo que puede causar enfermedades o lesiones entre los pobladores. Sin embargo, el mayor daño ocurre en las carreteras y vías férreas, que ponen en peligro a conductores y peatones, además de afectar el tráfico y limitar el acceso a la atención médica (Xiao, et al., 2023).

A nivel nacional, la relación entre la infraestructura de transporte regional y nacional y la expansión económica ha sido ampliamente analizada durante los últimos años. El desarrollo de la infraestructura vial contribuye a aumentar la competitividad y la productividad al reducir el tiempo de viaje y mejorar las condiciones de transporte, lo que disminuye los costos de traslado y mejora la seguridad vial. Además, promueve el intercambio y el comercio entre ciudades,

fomenta la especialización y las economías de escala, impulsa el desarrollo de otras industrias y servicios, y genera empleo. Por lo tanto, existe consenso en que una red vial adecuada y confiable es uno de los medios fundamentales para desarrollar la economía y la sociedad (Arce, 2020).

Las brechas de infraestructura y las redes viales deficientes limitan su capacidad de adaptación y respuesta frente a situaciones catastróficas. Por lo tanto, la infraestructura vial no solo debe seguir avanzando, sino que también debe planificarse y construirse de manera sostenible a largo plazo, considerando la aceleración del cambio climático. Las circunstancias que afecten negativamente la infraestructura amenazan la eficiencia económica de las inversiones. Esto es aún más relevante para Perú, un país altamente vulnerable al cambio climático, como lo han demostrado varios estudios (Olayode, Tartibu, Okwu, & Uchechi, 2020).

Las carreteras de Perú son una infraestructura particularmente vulnerable en caso de desastres naturales debido a la extensión de la red vial del país (aproximadamente 150.000 km) y las cambiantes características geográficas y climáticas de las carreteras. Las áreas que cruzan a menudo corren el riesgo de derrumbarse debido a deslizamientos de tierra, inundaciones, terraplenes inestables y derrumbes de puentes, lo que causa una interrupción significativa del tráfico por carretera y afecta el movimiento de personas y mercancías (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Considerando que el transporte por vía terrestre es el medio intermodal predominante en Perú, la situación antes mencionada genera repercusiones directas e indirectas significativas en el desarrollo económico del país. Estos eventos climáticos afectan cada vez más la infraestructura de transporte, incluidas las carreteras, y su daño impone costos económicos no solo a la infraestructura en sí, sino también a los servicios que brinda, con impactos significativos en las empresas y en la población (Guzman, Arellana, & Castro, 2022).

De hecho, en los últimos 30 años, el fenómeno de El Niño ha incrementado significativamente los daños en la infraestructura del país, convirtiéndose en un impedimento para el desarrollo de la sociedad al generar problemas en el comercio y la comunicación entre pueblos aledaños. Por esta razón, es necesario asegurar que la infraestructura vial sea resiliente, es decir, que el servicio brindado durante y después de eventualidades adversas garantice la continuidad y restablezca el nivel de servicio anterior en el corto plazo, lo que en realidad se traduce en menos tiempo de viaje y una reducción en el número de accidentes.

A nivel local, la carretera que conecta los sectores de Lajas y Cochabamba presenta problemas en su infraestructura vial debido a la presencia de deslizamientos provocados por las fuertes lluvias. La Municipalidad Provincial de Chota ha estado ejecutando defensas ribereñas, sin embargo, estas iniciativas no se han implementado en la carretera que es objeto de estudio en la tesis mencionada. Por lo tanto, la investigación pretende determinar: ¿De qué manera influye el diseño de un muro de gaviones en la mitigación del impacto de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba?

Figura 1
Carretera Lajas – Cochabamba



Nota. Elaborado por el autor.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye el diseño de un muro de gaviones en la mitigación del impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el impacto social generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?
2. ¿Cuál es el impacto económico generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?
3. ¿Cuál es el impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un muro de gaviones para mitigar el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto social generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca
2. Evaluar el impacto económico generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de

Cajamarca

3. Evaluar el impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Importancia de la investigación

Importancia Social

Como parte de la investigación, se analizarán los impactos de índole social derivados del incremento de las precipitaciones, que generan un aumento de riesgos por deslizamientos. La contribución de esta investigación será beneficiosa para todos los habitantes que residan en las proximidades de la carretera Lajas-Cochabamba, ya que el estudio proporcionará el diseño de una estructura de defensa que mitigará los problemas ocasionados por los deslizamientos en la zona.

Importancia Teórica

El estudio aporta conocimientos sobre el impacto que generan los deslizamientos, un tema poco documentado debido a la falta de información específica al respecto. Se ha considerado información referencial proporcionada por el INEI y SENAMHI, además de diversas fuentes relacionadas con el tema planteado.

Mediante esta investigación se aportan conceptos básicos como densidad, cohesión, esfuerzo efectivo y ángulo de fricción interna. Estos parámetros del suelo son de vital importancia, ya que se consideran al momento de realizar el diseño del muro de gaviones.

Importancia Metodológica

Los hallazgos alcanzados permitirán que la autoridad competente adopte las medidas necesarias para prevenir o minimizar los daños y preparar a las

poblaciones para situaciones emergentes. Además, se facilitará la realización de investigaciones que utilicen métodos de cuantificación del riesgo de deslizamientos en el área estudiada, con el objetivo de informar sobre el estado de dicho punto y formular recomendaciones para enfrentar la situación.

Importancia Práctica

El estudio motivará la implementación de nuevos sistemas de evaluación de los impactos que generan los deslizamientos, para que estos se consideren en la realización de futuros proyectos. Esto es especialmente relevante dado que se estima que el daño causado por estos eventos será muy alto.

Para llevar a cabo la investigación, se realizaron estudios de campo que incluyeron el análisis de la mecánica de suelos. Se llevaron a cabo ensayos básicos, como el ensayo de corte directo, que permitieron conocer la resistencia actual del suelo y simular las deformaciones a las que puede estar sometido después de la aplicación de una carga. Estos ensayos proporcionaron resultados realistas sobre el comportamiento del suelo. Asimismo, para el diseño del muro de gaviones se consideraron aspectos como la topografía, el nivel freático y la sismicidad del área en estudio. De esta manera, se elaboró un diseño adecuado para la zona investigada.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1. Alcance

lo que permite adquirir datos importantes para conocer el estado de la misma. Además, tiene un alcance transversal porque considera posibles ocurrencias de deslizamientos en el análisis. Cabe destacar que el alcance de la investigación está directamente relacionado con la prevención de deslizamientos, garantizando así la seguridad de la población cercana a la zona de estudio. También se busca prever el impacto de los deslizamientos mediante una propuesta de solución.

1.5.2. Limitaciones

A continuación, se mencionan las limitaciones de la presente investigación:

- Los reportes de conteo poblacional están actualizados hasta año 2022, por lo que los datos se basan en estimaciones a partir de los indicadores de ese año.
- No dispone de bibliografía específica relacionada con ambas variables descritas en esta tesis.

1.6. VIABILIDAD O PRESUPUESTO

El estudio ha sido factible gracias a los recursos humanos, financieros y técnicos disponibles para su ejecución *in situ*. Además, su duración está prevista para un año, lo que hace viable su realización.

1.6.1. Recursos técnicos

Se contará con los softwares necesarios para el análisis y diseño, los cuales facilitarán la evaluación precisa de los datos y la simulación de las condiciones del terreno. Estos recursos tecnológicos son fundamentales para garantizar la exactitud y la eficiencia del estudio.

1.6.2. Recursos financieros

El coste total de este estudio es de S/ 4,988.40 nuevo soles, que incluye los gastos asociados a los recursos técnicos, la capacitación en software y las visitas de campo. Además, el trabajo de investigación será financiado en su totalidad por la autora de la tesis.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Los diques, entendidos como estructuras diseñadas con el propósito de prevenir desbordamientos o deslizamientos, tienen un rol clave en la salvaguarda de comunidades ubicadas en zonas bajas. En este contexto, el estudio realizado por investigadores europeos se centra en determinar la vulnerabilidad de dichas comunidades, que suelen ser las más afectadas por los fenómenos mencionados anteriormente. La investigación propone la implementación de geosintéticos en la construcción de defensas destinadas a gestionar los sistemas hídricos. Esta estrategia se erige como un enfoque innovador para asegurar la protección tanto de la población como de la infraestructura local en las proximidades de áreas potencialmente vulnerables. La elección de materiales geotextiles se fundamenta en su capacidad para ofrecer una resistencia significativa ante cargas extremas, al tiempo que se posiciona como una alternativa económicamente viable en el contexto de los procesos constructivos requeridos para su aplicación (Rimoldi, Shamrock, Kawalec, & Touze, 2021).

Deslizamientos de tierra similares se han registrado en la India, provocando un número extremadamente alto de muertes en varios estados. Estos eventos, a menudo causados por lluvias excesivas, han llevado a deslizamientos de tierra generalizados que resultaron en la pérdida de vidas y propiedades. En respuesta, los autores han evaluado diversos métodos para controlar los efectos de los deslizamientos y desbordamientos en el país. Estos métodos incluyen sistemas constructivos para el abastecimiento de agua subterránea, llanuras de inundación, canales de desvío y presas, dispositivos de protección de ríos, barreras perimetrales temporales, barreras de cierre automático contra inundaciones y muros de concreto. Estos dispositivos de protección han demostrado ser adecuados para reducir los efectos de los

USMP MARCO TEÓRICO

deslizamientos de tierra. Las estructuras de protección fueron diseñadas teniendo en cuenta un período de 30 años y se determinaron las mismas características geométricas y de estabilidad en el estudio (Swain & Maharathi, 2021).

En la Universidad Tecnológica del Sur de China, se realizó un estudio exhaustivo que evalúa el impacto del enrocado en diques de esteras geotextiles con relleno de arena construidos sobre arcillas blandas. Esta investigación se destaca por su enfoque en el análisis de elementos finitos, con el objetivo principal de proporcionar datos esenciales para el diseño de diques de esteras geotextiles a gran escala mediante el uso de refuerzos de berma de enrocado. La metodología empleada incluyó la validación de los resultados a través de la comparación con datos previamente publicados, demostrando una buena concordancia entre la teoría propuesta y las observaciones empíricas. Posteriormente, se realizó un estudio paramétrico detallado para explorar los mecanismos de falla, estableciendo límites para la altura de las pilas y el punto de distribución de tensiones geotextiles en cada dique. Los resultados obtenidos revelaron que la inclusión de enrocados puede generar un aumento significativo en la altura límite de las pilas y en el factor de seguridad. Además, se observó que la estructura específica de la berma de enrocado tiene un impacto notable en la estabilidad del dique de esteras geotextiles a gran escala. Este hallazgo subraya la importancia de considerar detenidamente el diseño de las bermas en el contexto de la estabilidad general del dique. (Li, Zhou, Tian, & Yang, 2020).

En aquellas regiones vulnerables donde las inundaciones son un fenómeno recurrente, se hace imperativo implementar un control integrado del cual explore posibles soluciones efectivas para ser mitigado el impacto de estos eventos. En este contexto, un reciente artículo en Grecia se centra en examinar soluciones vinculadas con la naturaleza del objetivo al ofrecer opciones de mitigación del riesgo de inundaciones. El enfoque se dirige hacia la cuenca del río Kalloni en la isla de Lesbos, identificada como un punto altamente propenso

USMP MARCO TEÓRICO

a medios inundables. El estudio inicia con un análisis detallado del modelo de elevación digital y de los flujos estimados de agua y del sedimento en la región. Alcanzando por resultados, donde primero se procedió a la identificación de sitios estratégicos a fin de ser construido 5 gaviones y 3 presas con pared de madera sobre los puntos críticos de los afluentes en cada río. En cada ubicación seleccionada, se efectuó un riguroso cálculo de la estabilidad del talud y la disposición adecuada del aliviadero, junto con la definición del frente y las secciones transversales. Culminando con ello, logró estimar los costos del proceso construido asociado a cada medida propuesta. Este enfoque integral logró ser la estrategia más apta, al proporcionar un beneficio medioambiental como social. La implementación de gaviones y presas de paredes de madera no solo ofrece una solución técnica y estructural robusta, sino que también contribuye positivamente al entorno natural circundante. Además, al abordar de manera proactiva los riesgos de inundación, se generan impactos positivos en la comunidad local, mejorando la resiliencia y el bienestar de todo un conjunto de habitantes (Koutsovili, Tzoraki, Kalli, Provas, & Gaganis, 2023).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cervantes y Hilario (2018), en la tesis titulada *Propuesta de análisis y diseño de gaviones ante posibles deslizamientos de taludes entre los tramos del KM 00+000 al KM +885 del distrito de Los Olivos*, tenían como finalidad determinar si el diseño de gaviones puede mitigar el impacto de los deslizamientos. Con un enfoque metodológico de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental, los resultados evidencian que la propuesta de diseñar gaviones reduce significativamente la vulnerabilidad de los pobladores. Sin embargo, la zona sigue siendo propensa a huaycos, por lo que se recomienda también el diseño de defensas ribereñas. La investigación concluye que la construcción de un muro de gaviones es una solución viable para abordar la problemática en la zona mencionada.

USMP MARCO TEÓRICO

Montenegro (2019), en su tesis, tuvo como objetivo el diseño de un muro de contención para mejorar la estabilidad de los taludes y permitir la construcción de viviendas en el AA. HH Las Minas. Con un enfoque metodológico de tipo cuantitativo y diseño no experimental, los resultados obtenidos fueron los siguientes: la capacidad portante del suelo es de 1.86 kg/cm^2 , el asentamiento del suelo es de 0.33, y el factor de seguridad del muro fue de 5.52 y 2.88. Además, la capacidad de carga del muro fue de 0.41 kg/cm^2 y 0.67 kg/cm^2 . La conclusión del estudio fue que el muro de gaviones representa una solución óptima para mejorar la estabilidad del talud y proteger a los habitantes de la región.

Polo y Polo (2020), en su tesis titulada *Propuesta de guía de intervención ante deslizamientos para asegurar la transitabilidad en carreteras vecinales en la carretera central de Huánuco*, tuvieron como finalidad mitigar la interrupción en las carreteras debido a deslizamientos. Con un enfoque metodológico cualitativo, tipo de investigación descriptivo y diseño transversal descriptivo, realizaron una evaluación utilizando el Índice General de Estabilidad de Cortes Carreteros (IGEcc). Los resultados revelaron los factores que repercuten en la ocurrencia de deslizamientos y las medidas que se podrían tomar para su mitigación. La investigación concluyó que la implementación del IGEcc reduce en un 80% la paralización de la transitabilidad vehicular debido a deslizamiento.

Espinoza (2019), en su tesis, propone dos tipos de sistemas de estabilidad para taludes en el tramo que abarca desde el kilómetro 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo-Huancavelica. Se enfoca en aspectos como presupuesto, método de construcción y tiempo requerido. El análisis compara dos alternativas: el muro de contención de gaviones y el muro de gravedad, con el objetivo de proporcionar una evaluación completa de su viabilidad en esta ubicación específica durante el año 2018. Tras un meticuloso análisis, se concluyó que ambos sistemas presentan niveles de seguridad satisfactorios. Sin embargo, se observó una variación significativa en cuanto a costos y tiempo de

USMP MARCO TEÓRICO

implementación, siendo el muro de gaviones la opción más económica. Esta conclusión subraya la importancia de considerar no solo la eficacia técnica, sino también aspectos económicos al seleccionar la solución más adecuada para la estabilización de taludes en esta carretera. Como recomendación clave, se sugiere la selección cuidadosa de la piedra y del canto rodado para asegurar la durabilidad del muro de gaviones. Además, se recomienda realizar un estudio de zonificación detallado para conocer el costo y la duración de los componentes, especialmente para el muro de contención de gravedad. Este enfoque proactivo permitirá planificar de forma más precisa los recursos, garantizando la efectividad a largo plazo de las medidas de estabilización propuesta.

Zamora (2019), en su tesis *Riesgo Geotécnico de Deslizamiento en los taludes del terreno del colegio San Carlos-Bambamarca*, aborda el conocimiento de los niveles de riesgo geotécnico relacionados con deslizamientos en el talud del área estudiada. La investigación pretende evaluar la peligrosidad considerando los factores de seguridad de taludes estáticos y pseudoestáticos, así como determinar la vulnerabilidad a la que están expuestos los taludes en el punto de estudio. También busca sugerir propuestas alternativas para mitigar los riesgos identificados. Entre los resultados obtenidos se encuentran el análisis del punto divisor y la selección de la sección estratigráfica, las particularidades del suelo, la evaluación de los peligros geotécnicos y las vulnerabilidades cercanas al terreno. Las soluciones alternativas propuestas incluyen el uso de anclajes, llaves y refuerzos. La conclusión principal es que se debe evitar la construcción de casas y edificios en terrenos inclinados para prevenir la sobrecarga, educar al público sobre peligros, vulnerabilidades y riesgos, y emplear medidas preventivas como anclajes, clavos y refuerzo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Muro de gaviones

USMP MARCO TEÓRICO

Fracassi (2019) señala que las defensas ribereñas son estructuras diseñadas para proteger las zonas adyacentes a un cuerpo de agua contra inundaciones. Estas defensas varían en forma y material utilizado, dependiendo principalmente del tipo de suelo y su grado de fragilidad.

Un gavión es un componente modular de configuración diversa, llegando a confeccionarse a raíz de redes de tipo metálica en mallas, llegando a llenarse con piedras pasadas por el proceso granulométrico adecuado y recompuestos juntamente. Asimismo, llegan a conformar compuestas con el propósito de brindar soluciones de problemas de control de erosiones, hidráulico y geotécnico. Los montajes y los llenados de cada compuesto llegan a ser realizado de manera manual o empleando equipamientos mecánicos habituales.

La variabilidad en la forma de las defensas ribereñas responde a una consideración meticulosa de los factores topográficos y geotécnicos de la región. La ingeniería detrás de estas estructuras debe evaluar las condiciones del terreno, la magnitud de las posibles inundaciones y la dinámica fluvial. Esto lleva a la adopción de diseños que pueden variar desde muros de contención hasta estructuras más flexibles, como los gaviones mencionados anteriormente.

2.2.1.1. Características

Son estructuras metálicas, generalmente formadas por una malla metálica galvanizada, cuyo material de relleno es roca extraída de canteras cercanas. El resultado es un elemento estructuralmente muy robusto, permeable y resistente al agua que se adapta de forma natural al terreno. (Fracassi, 2019).

Los gaviones no deben ser considerados como conjuntos de compuestos aislados que se acomodan uno junto al otro, ya que deben ser estructuras monolíticas y homogéneas para lograr una adecuada dimensión. Considerando lo mencionado, se puede afirmar que las variedades de gaviones son extremadamente diversas y están limitadas solo por la imaginación y el diseño humano.

USMP MARCO TEÓRICO

Un atributo fundamental de los gaviones radica en sus propiedades deformables, las cuales adquieren una relevancia destacada en proyectos donde la obra debe resistir considerables fuerzas del terreno. Esto se vuelve especialmente crítico cuando se trata de cimentar estructuras en suelos inherentemente inestables o cuando existe la posibilidad de exposición a intensas erosiones. En contraposición, las estructuras rígidas evitan colapsos inmediatos, posibilitando la implementación de operaciones para una eficiente recuperación.

Los gaviones desempeñan un rol crucial en proyectos que enfrentan problemas de deslizamientos o derrumbes. Estos elementos deben ser capaces de soportar las fuerzas de empuje del terreno, y su cimentación debe ser adecuada, ya que en suelos inestables existe una alta probabilidad de erosión y, en consecuencia, de colapso de la estructura. Sin embargo, debido a que los gaviones son estructuras rígidas, los colapsos no se producirían de manera inmediata, lo que permite llevar a cabo operaciones de recuperación de manera eficiente y, sobre todo, salvaguarda las vidas de las personas que se encuentren en la carretera.

- Ecologías: Gran parte llegan a elaborarse por compuestos que llegan a ser descompuestos en los medios, sus duraciones y cada vacío en los gaviones, logrando permitir las colmataciones con el propósito de realizar reforestación y añadidura de mejores acabados.

Los gaviones, al presentar huecos estratégicos, se convierten en espacios propicios para la acumulación de sedimentos y materiales orgánicos. Esto facilita la creación de microambientes que favorecen la colonización de diversos organismos. Esta capacidad de retención y acumulación de materiales es esencial para la formación de suelos fértiles y para fomentar la biodiversidad local.

USMP MARCO TEÓRICO

Un aspecto particularmente destacado de los gaviones es su capacidad para permitir la colmatación controlada de ciertas áreas. Esta función es esencial en proyectos de reforestación, donde la acumulación de sedimentos puede ser dirigida estratégicamente para crear condiciones favorables al crecimiento de especies vegetales específicas. La capacidad de controlar y dirigir estos procesos de colmatación brinda la oportunidad de llevar a cabo acciones de restauración ambiental con mayor eficacia y precisión.

Además, los gaviones no solo cumplen un papel funcional en la preservación y restauración de ecosistemas, sino que también contribuyen estéticamente al paisaje. La posibilidad de incorporar elementos de diseño y mejorar los acabados superficiales de estas estructuras no solo añade valor estético, sino que también favorece la integración armoniosa de las infraestructuras humanas con el entorno natural.

- **Resistencia a los impactos:** Gracias a los compuestos de los gaviones y al relleno con piedras, estos elementos son capaces de resistir los impactos generados por los movimientos del terreno.

La presencia de compuestos específicos en los gaviones confiere propiedades mecánicas que contribuyen a la estabilidad y resistencia de estas estructuras ante situaciones adversas. La interacción entre los elementos constituyentes y las piedras utilizadas en el relleno no solo forma una barrera sólida, sino que también permite una distribución controlada de las fuerzas, minimizando así los efectos dañinos de los movimientos del terreno.

La capacidad de resistencia a los impactos adquiere una importancia relevante en zonas propensas a eventos sísmicos, deslizamientos de tierra u otras formas de actividad geodinámica. Los gaviones, al actuar como elementos de contención, no solo ofrecen protección a las infraestructuras humanas, sino que también contribuyen a la preservación integral del ecosistema circundante al minimizar la erosión del suelo y la pérdida de vegetación.

USMP MARCO TEÓRICO

Asimismo, la adaptabilidad de los gaviones a diferentes contextos geográficos y climáticos potencia su eficacia como mecanismo de resistencia a impactos. Su capacidad para mantener la integridad estructural incluso en condiciones ambientales extremas refleja su versatilidad como herramienta de ingeniería resiliente.

- **Resistencia a las abrasiones:** Los materiales que conforman las mallas y su cantidad contribuyen a la resistencia de los gaviones frente a abrasiones.

Las mallas que constituyen los gaviones están elaboradas con materiales especialmente seleccionados por sus propiedades mecánicas y de resistencia. La elección cuidadosa de estos materiales, que a menudo incluye aleaciones de acero galvanizado u otros compuestos resistentes a la corrosión, garantiza una mayor durabilidad frente a la exposición constante a condiciones adversas. Además, la disposición y configuración de las mallas influyen en la capacidad de resistir abrasiones, proporcionando una superficie estructural que minimiza el desgaste provocado por la fricción y otros factores.

La cantidad y distribución estratégica de materiales en los gaviones también desempeñan un papel clave en la resistencia a las abrasiones. La adecuada densidad de piedras o elementos de relleno contribuye a la creación de una barrera robusta capaz de resistir los efectos erosivos generados por la interacción continua con agentes abrasivos. Esta característica se vuelve especialmente relevante en entornos fluviales o costeros, donde la acción constante del agua y las partículas en suspensión puede desafiar la integridad de las estructuras.

Adicionalmente, la capacidad de adaptación de los gaviones a diferentes contextos geográficos y climáticos influye en su resistencia a las abrasiones. La versatilidad de estas estructuras para soportar condiciones climáticas extremas,

USMP MARCO TEÓRICO

como fuertes vientos, lluvias intensas y temperaturas variables, contribuye a su eficacia a lo largo del tiempo.

- **Resistencia a la corrosión:** La resistencia a la corrosión en los gaviones es una característica crucial, dado que los aceros empleados en las mallas están sometidos a condiciones ambientales que pueden acelerar el proceso de corrosión. Los compuestos utilizados, como el acero galvanizado, cuentan con recubrimientos que protegen las estructuras de la corrosión. Para mejorar aún más la durabilidad, se pueden emplear recubrimientos adicionales, como el PVC, que proporcionan una protección extendida contra la corrosión en condiciones más exigentes.

La selección cuidadosa de los aceros para la fabricación de las mallas es un factor crucial en la resistencia a las corrosiones, los aceros utilizados comúnmente suelen incorporar aleaciones que presentan una mayor capacidad de resistencia a la corrosión, como los aceros galvanizados. Este proceso comprende ser aplicada una capa de zinc sobre el acero, formando una barrera protectora que actúa como escudo contra la oxidación y otros procesos corrosivos, este enfoque se muestra especialmente efectivo en ambientes expuestos a la humedad y la intemperie.

Sin embargo, dado que algunas condiciones ambientales pueden presentar desafíos adicionales, se implementan recubrimientos adicionales, como el PVC, para fortalecer la protección contra la corrosión. El PVC, al ser un material resistente a la corrosión y a sustancias químicas, proporciona una capa adicional de defensa, prolongando la vida útil de las mallas y, por ende, de toda la estructura del gavión.

La resistencia a la corrosión no solo preserva la integridad estructural de los gaviones, sino que también tiene implicaciones directas en la sostenibilidad y la eficacia de estas estructuras con el tiempo. Asegurar que los gaviones

USMP MARCO TEÓRICO

mantengan su funcionalidad en ambientes desafiantes, como zonas costeras o áreas con elevada exposición a agentes corrosivos, es crucial para su rendimiento a largo plazo.

- **Economías:** Los gaviones ofrecen una ventaja económica significativa debido a su facilidad de instalación. La simplicidad de su montaje no requiere la presencia de especialistas altamente cualificados, lo que reduce los costos laborales. Además, la instalación de gaviones puede llevarse a cabo de manera eficiente, lo que contribuye a la reducción de los costos generales del proyecto.

La simplicidad y versatilidad en la instalación de los gaviones se traducen en ahorros sustanciales de tiempo y recursos. Dada su naturaleza modular, estas estructuras permiten una rápida implementación en comparación con otras alternativas más complejas. Su capacidad para ajustarse a variados tipos de terreno y condiciones geográficas facilita su integración en una amplia gama de proyectos, desde pequeñas iniciativas locales hasta grandes obras de ingeniería civil.

Otro aspecto clave que contribuye a la economía de los gaviones es la reducción de la dependencia de especialistas para su instalación. A diferencia de algunas soluciones más técnicas que requieren la intervención de profesionales altamente especializados, la naturaleza sencilla y modular de los gaviones permite que sean instalados por personal capacitado, pero no necesariamente especializado. Esto no solo disminuye los costos asociados a la contratación de expertos, sino que también agiliza el proceso de implementación, permitiendo una ejecución más eficiente de los proyectos.

Adicionalmente, la disponibilidad de materiales asequibles y la posibilidad de utilizar piedras locales como relleno contribuyen a la economía de los gaviones; la reducción de costos asociados al transporte de materiales desde

USMP MARCO TEÓRICO

largas distancias minimiza la huella ambiental y económica del proyecto, al tiempo que favorece la sostenibilidad y la adaptabilidad a las condiciones locales.

- **Drenajes:** Puesto que los gaviones están constituidos por mallas, resultan ser grandemente permeables, logrando en cierto sentido el impedimento de las generaciones de presiones de tipo hidrostática.

La permeabilidad de las mallas que componen los gaviones es vital para la facilitación del drenaje, al permitir el flujo de agua a través de sus intersticios. Esta característica contribuye a la prevención de acumulaciones indeseadas y a la disipación controlada de las presiones hidrostáticas generadas por la presencia de agua en el suelo. Este fenómeno resulta especialmente beneficioso en áreas propensas a inundaciones o en terrenos con elevados niveles freáticos, donde una gestión adecuada del agua es esencial para evitar problemas en los suelos, como erosiones y pérdidas de estabilidad en taludes.

La capacidad de los gaviones para funcionar como dispositivos de drenaje no solo se limita a la gestión de aguas superficiales, sino que también aborda la problemática de las presiones hidrostáticas subterráneas. La permeabilidad de las mallas permite que el agua fluya a través de la estructura, evitando la acumulación excesiva de presión en el interior del suelo. Esta propiedad es particularmente valiosa en aplicaciones como muros de contención, donde el control de la presión hidrostática es esencial para la estabilidad de las estructuras.

Además, la capacidad de los gaviones para adaptarse a diferentes configuraciones y necesidades de drenaje los convierte en una solución versátil. Desde proyectos de infraestructura civil hasta aplicaciones paisajísticas, los gaviones ofrecen una opción efectiva para abordar desafíos relacionados con el manejo del agua y las presiones hidrostáticas.

- **Resistentes:** El alambre de malla exhibe un medio resistente y flexible requerido a fin de hacer frente a las fuerzas que se producen

USMP MARCO TEÓRICO

por el terreno o por medio del afluente hídrico.

La robustez de las estructuras de gaviones radica en la naturaleza del alambre de malla utilizado, el cual exhibe una combinación única de resistencia y flexibilidad. Estas características son esenciales para enfrentar las diversas fuerzas generadas por el terreno y el flujo hídrico. Esta dualidad asegura la capacidad de los gaviones para mantener su integridad estructural en condiciones adversas, proporcionando una solución duradera en diversas aplicaciones geotécnicas.

El alambre de malla empleado en la fabricación de los gaviones está diseñado para soportar tensiones considerables, permitiendo que estas estructuras resistan las fuerzas ejercidas por el terreno circundante. La resistencia intrínseca del alambre asegura que los gaviones puedan soportar cargas variables, ya sean provenientes de cambios en la topografía del terreno o de movimientos geodinámicos. Esta capacidad es crucial en proyectos de estabilización de taludes, donde la estructura debe resistir la presión del suelo y garantizar la estabilidad a largo plazo.

- Flexibles: tener capacidades de brindar resistencia a las solicitudes que se presenten imprevistamente.

La capacidad de los gaviones para brindar resistencia a solicitudes imprevistas se deriva de la flexibilidad del alambre de malla que los compone. Este material, al ser maleable y adaptable, permite que las estructuras absorban y distribuyan las cargas de manera eficiente. En situaciones donde se presentan tensiones adicionales debido a eventos como movimientos sísmicos, cambios en la hidrología del área o variaciones inesperadas en la topografía, la flexibilidad de los gaviones les permite ajustarse sin comprometer su estabilidad estructural.

La versatilidad de los gaviones se manifiesta especialmente en proyectos donde es requerido estabilizar taludes; por medio de entornos donde la dinámica del terreno puede cambiar repentinamente, la capacidad de adaptación de estas

USMP MARCO TEÓRICO

estructuras se vuelve crucial para mantener la eficacia a largo plazo. La flexibilidad permite que los gaviones absorban las fuerzas externas y se acomoden a las irregularidades del terreno, garantizando una respuesta resiliente frente a condiciones cambiantes.

Además, la flexibilidad de los gaviones no solo se limita a su capacidad de ajustarse a cambios en el terreno, sino que también influye en su aplicación en proyectos de ingeniería paisajística. La posibilidad de modelar y conformar las estructuras de gaviones de manera estética, aprovechando su flexibilidad para crear diseños únicos y atractivos, amplía su utilidad más allá de funciones puramente geotécnicas.

- Estructuraciones armadas: logran tener resistencia a las diversas tipologías de solicitaciones.

La resistencia de las estructuras armadas de gaviones se deriva principalmente de la combinación de materiales y la configuración de las mallas. El alambre de malla, seleccionado por su resistencia y durabilidad, proporciona el esqueleto estructural necesario para enfrentar fuerzas externas. La disposición y unión de estas mallas permiten que las estructuras mantengan su integridad incluso bajo condiciones desafiantes.

La capacidad de resistir diversas tipologías de solicitaciones es particularmente valiosa en proyectos geotécnicos que involucran condiciones variables del terreno. Ya sea en aplicaciones de control de erosión, estabilización de taludes o protección contra eventos hidrológicos extremos, las estructuras armadas de gaviones demuestran su eficacia al adaptarse a diferentes escenarios geográficos y climáticos.

En entornos con cambios abruptos en la topografía, movimientos del suelo o eventos sísmicos, la estructuración armada de los gaviones actúa como un mecanismo de contención confiable. Esta capacidad se manifiesta en la estabilización de taludes y terraplenes, donde las estructuras deben resistir las

presiones laterales del suelo y mantener su forma original para prevenir deslizamientos y colapsos.

2.2.1.2. Estudios básicos

Levantamiento topográfico:

Un estudio topográfico se refiere a la revisión detallada sobre las características del terreno sobre el cual se construirá o se encuentre el muro de gaviones. La razón primordial de aplicar ello, es la comprensión sobre la topografía del área y cómo afecta al diseño, la construcción y el desempeño del muro de gaviones (Soni, et al., 2022).

Durante este tipo de estudio, se realizan mediciones y levantamientos topográficos del terreno utilizando equipos especializados. Estas mediciones incluyen la determinación de elevaciones, pendientes, perfiles longitudinales y transversales, así como la identificación de elementos físicos relevantes como drenajes, estructuras existentes y obstáculos.

La información recopilada se utiliza para realizar un análisis detallado del terreno y determinar su impacto al diseñar y construir el muro de gaviones. Esto implica conocer concretamente la capacidad que tiende a soportar el suelo, la presencia de posibles problemas geotécnicos, como la presencia de agua freática o suelos expansivos, y la necesidad de realizar obras de drenaje adecuadas (Soni, et al., 2022).

La razón fundamental para la aplicación de este estudio radica en la necesidad de obtener una comprensión integral de las características geomorfológicas del área en cuestión. Este conocimiento profundo de la topografía proporciona información valiosa que guía las acciones a seguir en todas las fases del proyecto, desde la concepción del diseño hasta su ejecución y el monitoreo continuo de la estructura. La identificación de elementos clave relacionados con la geomorfología es crucial, ya que influye directamente en la estabilidad y efectividad del muro de gaviones.

Ensayo de corte directo:

Por medio de este punto en mención es conocida la resistencia del suelo, sometido a cargas simuladas por las existentes o cargas futuras. Al desarrollar dicho ensayo logra ser empleado el equipo de corte directo, donde este mismo conforma una caja de medio cuadrado dividido de mitad a mitad, en la parte interna de la caja es colocada el medio muestral de suelo y se aplican cargas horizontales y de confinamiento (Kumar & Shukla, 2023). Estas cargas causan el desplazamiento de la caja y de esa manera se origina el corte del componente.

Además, logra inducir una falla en un plano establecido, por medio de esta falla logran actuar esfuerzos normales, el cual viene a ser la fuerza que actúa perpendicularmente hacia abajo y el esfuerzo cortante, el cual viene a ser la carga horizontal (Kumar & Shukla, 2023). Estos esfuerzos satisfacen lo estipulado por Coulomb por medio de su ecuación: $\tau = c + \sigma_n \times \tan(\Phi)$

En esta ecuación, la cohesión (c) representa la resistencia interna del suelo que no depende del esfuerzo normal aplicado. Por otro lado, el término $\sigma \cdot \tan(\phi)$ logra representar la resistencia al corte generado por la fricción interna del suelo, y depende del esfuerzo normal (σ) y del ángulo de fricción interna (ϕ).

Al llevar a cabo la aplicación de una fuerza horizontal, se procede a realizar mediciones meticulosas de las deformaciones resultantes. Estos valores, obtenidos con precisión, proporcionan la base para la elaboración de gráficos que representan el vínculo sobre la tensión de corte (τ) y la deformación (ϵ_h) en el plano correspondiente a dicha tensión de corte (Kumar & Shukla, 2023).

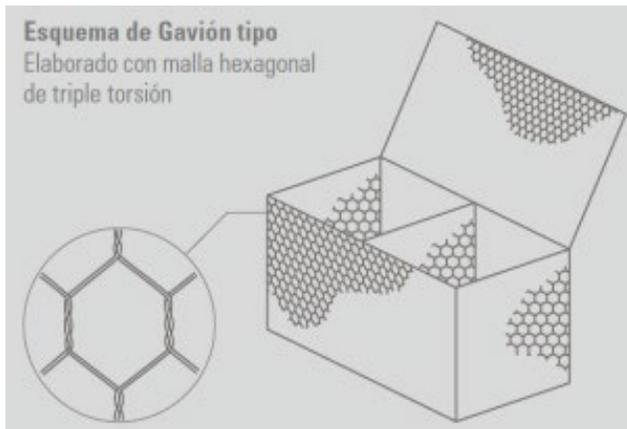
2.2.1.3. Tipos de gaviones

Gavión de tipo caja

Se denomina de esta manera a los gaviones que están conformados por una malla prismática de forma rectangular o cuadrada.

Figura 2

Esquema gráfico de gaviones tipo caja



Nota. Tomado de Solumallas (2022)

Los gaviones deben llenarse con compuestos pétreos que tengan diámetros mayores a las dimensiones de las mallas de alambre. Generalmente, se utilizan mallas con doble o triple torsión, mallas eslabonadas y mallas electrosoldadas para la construcción de estos gaviones. La elección del tipo de malla es crucial y varía según las necesidades específicas del proyecto. En muchos casos, se emplean mallas de triple torsión para la construcción de gaviones debido a su robustez y adaptabilidad.

Las mallas utilizadas en la fabricación de gaviones están conformadas por alambre de acero, que contiene carbono y está revestido con zinc o aluminio. Estos revestimientos proporcionan una protección adicional contra la corrosión, asegurando la durabilidad y la longevidad de las estructuras.

Un factor clave en la protección contra la corrosión de los gaviones es el revestimiento aplicado al alambre de acero. Este revestimiento, que comúnmente

USMP MARCO TEÓRICO

está compuesto de zinc o aluminio, es crucial para prolongar la vida útil de la estructura. Tanto el zinc como el aluminio son metales reconocidos por sus propiedades anticorrosivas. Forman capas protectoras que actúan como barreras contra agentes ambientales corrosivos, como la humedad y la exposición a elementos atmosféricos. El zinc y el aluminio actúan como agentes inhibidores de corrosión, extendiendo la vida útil de los gaviones y manteniendo su integridad estructural a lo largo del tiempo. Estos revestimientos no solo protegen el alambre de acero de los efectos perjudiciales de la oxidación, sino que también contribuyen a la resistencia a la intemperie, asegurando un rendimiento sostenido en diversas aplicaciones.

La presencia de carbono en el alambre de acero proporciona al gavión una resistencia estructural excepcional, permitiéndole soportar cargas considerables y adaptarse a diversas condiciones del terreno. La combinación de este material con el revestimiento de zinc o aluminio no solo mejora la resistencia mecánica, sino que también asegura una mayor durabilidad al prevenir la corrosión a lo largo del tiempo.

Al asumir que las mallas o los gaviones a ser empleados llegan a poseer altas posibilidades de entradas al estar en contacto con las aguas, tenemos por recomendación llegar a emplear mallas que contengan revestimientos plásticos.

Gavión tipo saco

Los gaviones están compuestos por estructuras metálicas de configuración cilíndrica, fabricadas con un solo paño de malla de torsiones. En su exterior, presentan alambres especiales que atraviesan las mallas de forma alterna. Estos alambres facilitan el montaje de los componentes en las obras, asegurando que los gaviones se integren de manera efectiva en las soluciones constructivas (Soluciones y Mallas S.A.S., 2022).

La disposición cilíndrica de los gaviones tipo saco no solo confiere una estética distintiva, sino que también proporciona una solidez estructural que los

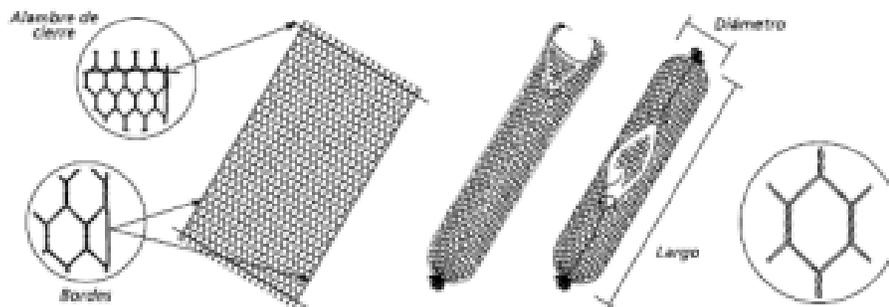
USMP MARCO TEÓRICO

hace ideales para una amplia gama de proyectos de ingeniería. Su diseño cilíndrico permite una adaptación eficiente a diferentes terrenos y aplicaciones constructivas, desde áreas llanas hasta laderas pronunciadas, haciendo que sean versátiles en su implementación.

Adicionalmente, los alambres especiales en el exterior libre de los gaviones tipo saco cumplen una doble función. No solo aportan un valor estético, sino que también son cruciales para facilitar montajes específicos. Estos alambres, dispuestos estratégicamente, permiten la integración eficiente de los componentes en diversas obras, aportando flexibilidad y eficacia en la ejecución de proyectos constructivos.

La capacidad de adaptación y la solidez estructural de los gaviones tipo saco los convierten en una solución valiosa para aplicaciones como muros de contención, protección contra la erosión en riberas y proyectos paisajísticos que buscan combinar funcionalidad y estética (Soluciones y Mallas S.A.S., 2022).

Figura 3
Esquema gráfico de gaviones tipo saco



Nota. Tomado de Solumallas (2022)

Estos tipos de gaviones son grandemente versátiles, puesto a sus configuraciones cilíndricas; colectivamente llega a emplearse para ofrecer apoyos en la estructura de contención en concordancia a las aguas o sobre suelos con bajas capacidades de soportes, debido a las extremas facilidades de

USMP MARCO TEÓRICO

colocaciones. Asimismo, cada compuesto perteneciente a los gaviones, fundamentalmente debe emplearse obras emergentes. Los llenados llegan a ejecutarse rápidamente por los extremos de este mismo o por sus costados.

2.2.1.4. Usos

En el sector peruano el gavión llega a emplearse como un muro de contención; llegando a diseñarse con variados niveles, combinado cada función respecto a los sostenimientos y drenajes. Aunque, para las construcciones del gavión llega a ser de necesidad homogeneizar los terrenos donde lleguen a ser ubicados al no necesitarse excavaciones. El gavión brinda protección al suelo en contra de las erosiones hídricas, estas mismo generan una afectación a los niveles de nutrientes pertenecientes a los suelos, cada característica hidráulica y los potenciales agrícolas. El gavión comúnmente llega a emplearse como protectores de obra transversal como un espigón y dique, de igual forma en los revestimientos de vertedero, protecciones de la toma de aguas, y demás compuestos (Flood Resilience Portal, 2024).

En el contexto de la protección de tomas de agua, el gavión se destaca como una elección eficaz al proporcionar una defensa confiable contra los posibles daños causados por el flujo del agua. Su capacidad para adaptarse a diferentes entornos y necesidades lo convierte en un recurso valioso para preservar la integridad de las estructuras hidráulicas.

En el ámbito de la obra transversal, el gavión desempeña un papel crucial al funcionar como un sólido espigón y dique, proporcionando una barrera resistente contra los embates del agua y mitigando los efectos adversos de la erosión. Asimismo, su utilidad se extiende a los revestimientos de vertederos, donde su estructura robusta actúa como un escudo protector, contribuyendo a la estabilidad y durabilidad de estas infraestructuras.

2.2.1.5. Costo

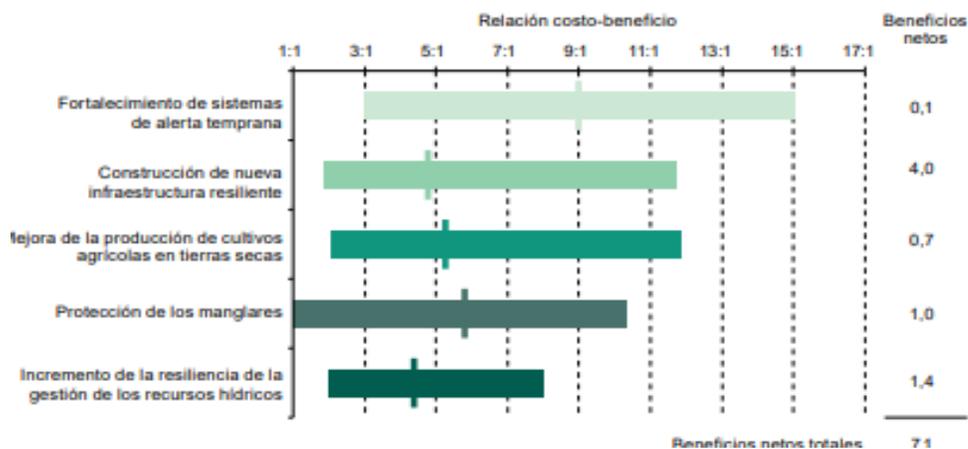
USMP MARCO TEÓRICO

Según Giancola y Amaya (2020), los costos directos de materiales, los costos indirectos de producción, junto con la mano de obra y los gastos generales, varían de un proyecto constructivo a otro y son factores determinantes en la rentabilidad de cada obra.

En el caso de las defensas ribereñas, los costos están estrechamente ligados a los tipos de materiales empleados en la fabricación de los gaviones. Es importante destacar que los materiales más comúnmente utilizados en la fabricación de gaviones son los alambres galvanizados y las mallas, que pueden ser hexagonales, eslabonadas o electrosoldadas.

Es esencial subrayar que la variabilidad en la calidad y características de los materiales influye directamente en los costos del proyecto. Si bien los alambres galvanizados y las mallas electrosoldadas pueden representar una inversión inicial más alta, sus beneficios a largo plazo en términos de durabilidad y resistencia justifican dicha inversión. Por otro lado, las mallas hexagonales o eslabonadas pueden ser opciones más económicas, aunque es fundamental evaluar cuidadosamente su idoneidad en función de los requisitos específicos del sitio y del proyecto.

Figura 4
Esquema gráfico de las secciones transversales



Nota. Tomado de (Bárcena, Samaniego, Wilson, & Alatorre, 2020)

USMP MARCO TEÓRICO

Entre los materiales más prevalentes y eficientes empleados en la construcción de gaviones, destacan los alambres galvanizados y las mallas, que pueden presentarse en formatos hexagonales, eslabonadas o electrosoldadas. Estos materiales no solo poseen propiedades físicas que favorecen la resistencia y durabilidad de los gaviones, sino que también ofrecen una versatilidad que los hace adecuados para diversas aplicaciones en proyectos de defensa ribereña.

La versatilidad de estos materiales se refleja en su capacidad para adaptarse a diversas aplicaciones en proyectos de defensa ribereña. Los gaviones, contruidos con alambres galvanizados y mallas, se utilizan comúnmente para estabilizar riberas de ríos y arroyos, controlar la erosión costera y proteger contra inundaciones. Su diseño modular y su capacidad para adaptarse a la topografía del terreno los convierten en herramientas eficientes para crear barreras de contención que minimizan los efectos adversos de las fuerzas hidráulicas y geodinámicas. Las mallas, por su parte, constituyen la envoltura externa de los gaviones y pueden presentarse en diferentes configuraciones, como hexagonales, eslabonadas o electrosoldadas.

2.2.1.6. SENAMHI

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2022) es un órgano técnico gestionado por el Estado peruano, adscrito al Ministerio del Ambiente, encargado de recopilar información relevante sobre el pronóstico del tiempo, estudios de hidrología, meteorología, entre otras investigaciones ambientales. Cabe mencionar que el SENAMHI mide las principales variables climatológicas (dirección y velocidad del viento, humedad, precipitación y temperatura) desde 1964. Esta información se almacena en una base de datos central, y a lo largo de los años, la gestión de esta información se ha sistematizado, permitiendo que el público acceda a datos que facilitan el desarrollo de nuevas investigaciones (Imfeld, et al., 2019).

En su calidad de organismo especializado, el SENAMHI desempeña un papel central en la generación de pronósticos meteorológicos, proporcionando

USMP MARCO TEÓRICO

información crítica que influye en las decisiones estratégicas a nivel gubernamental, así como en la planificación y gestión de la sociedad en general. El conocimiento detallado que ofrece el SENAMHI sobre las condiciones meteorológicas y las variaciones hidrológicas es esencial para anticipar y responder a eventos climáticos extremos, como deslizamientos de tierra, inundaciones u otros fenómenos relacionados.

Además, el SENAMHI se posiciona como un actor clave en la generación de investigaciones ambientales, abordando aspectos multidisciplinarios que van más allá de la meteorología y la hidrología. Estas investigaciones contribuyen al conocimiento científico en temas relacionados con la biodiversidad, la conservación del entorno ambiental y la adaptación al cambio climático.

2.2.1.7. Software de modelamiento

GGU-GABION: Software especializado desarrollado por la empresa alemana GGU (GEO-SLOPE). Está desarrollado para ser calculadas y diseñadas las estructuras de gaviones, que son contenedores de malla de alambre llenos de piedras u otros materiales, comúnmente utilizados en la ingeniería civil y ambiental para ser construidos los muros de contención, estabilización de taludes, control de erosión y obras hidráulicas (GGU-GABION, 2021).

GAWAC 3.0: Software desarrollado por la empresa Geotechnical Software by GGU (GEO-SLOPE) para ser diseñados y analizados los muros de contención de gaviones. Este programa está orientado a ingenieros civiles y geotécnicos, ofreciendo herramientas avanzadas para la planificación y evaluación de estructuras de contención construidas con gaviones (Maccaferri Perú, 2024).

2.2.2. Impacto por deslizamientos

2.2.2.1. Impacto económico

A nivel económico, el impacto por los deslizamientos llega a reflejarse en la infraestructura, habitantes, sobre la fauna y flora de la cual se encuentra sobre el punto afectado. Según Kirezci et al. (2020), este evento afecta la constitución

USMP MARCO TEÓRICO

de las edificaciones residenciales, públicas, salud, vialidad y todos los servicios urbanos asociados. Por lo que, estas pérdidas de tipo económico es producto de estos de fenómenos.

En el ámbito constructivo, los deslizamientos tienden a perjudicar directamente la integridad y estabilidad de las edificaciones. Las estructuras residenciales y públicas, así como las instalaciones de salud y los componentes viales, sufren daños considerables que comprometen su funcionalidad y seguridad. Las consecuencias económicas derivadas de la degradación de la infraestructura no solo implican costos inmediatos de reparación, sino que también generan pérdidas a largo plazo al afectar la productividad.

La vialidad, en particular, se ve fuertemente impactada, lo que no solo dificulta el desplazamiento diario de los habitantes locales, sino que también obstaculiza el flujo de bienes y servicios, afectando la actividad económica en general. Los servicios urbanos esenciales, como el suministro de agua, energía y la gestión de residuos, se ven comprometidos, generando interrupciones en la vida cotidiana y añadiendo presión a los recursos económicos locales.

La repercusión sobre la fauna y flora en la región también tiene consecuencias económicas significativas. La pérdida de biodiversidad y los daños a los ecosistemas pueden afectar sectores como el turismo, en los cuales la flora y fauna locales son vitales. La disminución de atractivos naturales y la alteración de paisajes pueden reducir la afluencia turística, impactando negativamente en los ingresos generados por esta actividad.

2.2.2.2. Impacto social

En el aspecto social, los deslizamientos condicionan la accesibilidad de la población a las carreteras y localidades aledañas. Es primordial dar a conocer que, en la región de Cajamarca, la actividad turística se fundamenta en las actividades recreativas aledañas a zona de estudio (Kirezci, et al., 2020).

USMP MARCO TEÓRICO

Los deslizamientos, al comprometer la accesibilidad a carreteras y localidades cercanas, no solo afectan la movilidad cotidiana de la población local, sino que también pueden reducir la afluencia turística. La interrupción de las rutas de acceso y la pérdida de conectividad pueden disuadir a los turistas potenciales, generando un impacto negativo en la economía local y en la actividad turística de la región.

Este escenario resalta la necesidad urgente de implementar estrategias de gestión del riesgo que aborden tanto los aspectos climáticos como los sociales, incluyendo infraestructuras resistentes y sistemas de alerta temprana para minimizar la vulnerabilidad de las comunidades locales frente a los deslizamientos. Además, es esencial desarrollar planes de contingencia específicos que aseguren la continuidad de las actividades económicas, como el turismo, incluso en situaciones adversas.

2.2.2.3. Impacto ambiental

El análisis detallado realizado por la ONU (2022), por medio de su informe resalta las preocupaciones asociadas al aumento de las temperaturas globales, específicamente cuando se supera el umbral crítico de 1.5 °C por encima del nivel preindustrial. Según las conclusiones de este informe, se estima que, al alcanzar dicho nivel de calentamiento, existe una probabilidad de 1 en 20 de que se produzca un incremento significativo en las precipitaciones. Este fenómeno meteorológico, a su vez, eleva considerablemente el riesgo de deslizamientos de tierra.

El aumento de las temperaturas globales, como ha sido documentado extensamente en informes climáticos, conlleva una serie de impactos en los patrones meteorológicos y climáticos a nivel mundial. Uno de estos efectos colaterales es la intensificación de los eventos de precipitación, con el consiguiente aumento del riesgo del deslizamiento de tierra en diversas regiones geográficas.

USMP MARCO TEÓRICO

El informe subraya la importancia de comprender el vínculo intrínseco entre el cambio climático, el aumento de temperaturas y los eventos meteorológicos extremos. A medida que las temperaturas continúan en ascenso, se generan condiciones propicias para una mayor concentración de humedad en la atmósfera, lo que puede desencadenar precipitaciones más intensas y prolongadas. Estos patrones pluviales extremos, a su vez, pueden saturar el suelo y predisponer áreas vulnerables a deslizamientos de tierra, con impactos potencialmente devastadores para las comunidades locales y la infraestructura.

2.2.2.4. Zonas críticas

Según el plan de contingencia elaborado por el Comité de Gestión de Riesgo de Desastres COGIREDE (2021), la mayoría de los factores climáticos y la topografía ondulada influyen en la aparición de fenómenos hidrometeorológicos y geomecánicos. Las lluvias torrenciales, un fenómeno recurrente, crean focos de migraciones a gran escala al movilizar zanjas que provocan desprendimientos, corrimientos y caídas. Asimismo, los desplazamientos lentos y graduales de una gran parte del terreno o de una pequeña parte de la ladera pueden crear zonas de peligro en caso de deslizamiento, debido a factores como la erosión topográfica y las filtraciones.

La inversión en infraestructuras resistentes se erige como una piedra angular en la construcción de comunidades más resilientes; carreteras y estructuras diseñadas para resistir deslizamientos, con materiales y técnicas adecuadas, no solo aseguran la conectividad continua, sino que también salvaguardan la seguridad de los habitantes locales. La colaboración entre entidades gubernamentales y la sociedad civil es esencial para materializar proyectos de infraestructura robusta y sostenible.

La implementación de sistemas de alerta temprana constituye otro elemento crucial en la reducción del riesgo asociado a los deslizamientos. La capacidad de anticipar eventos climáticos extremos proporciona a las comunidades un valioso tiempo para evacuar, prepararse y responder de manera

USMP MARCO TEÓRICO

eficaz. La tecnología moderna, como los sensores climáticos y los sistemas de monitoreo en tiempo real, puede mejorar significativamente la efectividad de estos sistemas de alerta temprana.

En paralelo, es esencial desarrollar planes de contingencia específicos que aseguren la continuidad de las actividades económicas, como el turismo, incluso en situaciones adversas. Estos planes deben contemplar estrategias para la diversificación económica, promoviendo actividades sostenibles que puedan mantenerse a pesar de las eventualidades climáticas.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Continuando, se adjuntan los conceptos de terminologías referenciales:

Calentamiento Global: “Abarca las absorciones de energías solares pertenecientes al planeta tierra. Donde la tierra caliente llega a desprender calor sobre el punto atmosférico en conformación por rayos de tipo infrarrojo” (Kumar & Shukla, 2023).

Cambio climático: “Abordan ser las variaciones globales climatológicos en el planeta tierra, la coexistencia de acontecimientos que afectan el entorno se atribuye a algunas generadas por la intervención directa del ser humano, mientras otras obedecen a fuerzas de medio natural” (Çağdaş & Derya, 2021).

Data: representaciones de un hecho, concepto, o instrucción formalmente que lleguen a conformarse, interpretadas o procesadas por personas, de índole automatizado (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

Defensa Costera: La defensa costera admite la contención de fuertes erosiones marinas y la regresión del litoral costero a causa de la crecida de los niveles en el mar y al cambio climático (Jaramillo, 2010).

Muro de contención: Logra permitir el soporte de cargas sobre la tierra, además de generar la aislación del suelo, de igual forma está diseñado a fin de

sostener los edificios, la carretera y los puentes (Zhou et al, 2022).

Muro de gaviones: Logra ser una de las estructuras flexibles compuestas por la caja con malla de elevada resistencia, contemplando variadas dimensiones fraccionales de 1/2 metro, rellenos por bloques rocosos (Vargas, 2021).

Vulnerabilidad: “Se manifiesta cuando un individuo o una población se encuentra en una situación de riesgo y carece de la capacidad necesaria para salvaguardarse adecuadamente ante dicha amenaza” (Navaratnarajah, 2020).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

El diseño de un muro de gaviones mitiga el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, provincia de Chota-Departamento de Cajamarca.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. El impacto social de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba provoca daños severos en la infraestructura y afecta a una población de 50,000 habitantes.
2. El impacto económico de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba asciende a 10,000,000.00 nuevos soles.
3. El impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas- Cochabamba es alto.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se recolectó información sobre los deslizamientos ocasionados por el incremento de precipitaciones. Se realizó una proyección estadística basada en estos datos para evaluar posteriormente el impacto de dicho incremento.

3.1.2. Tipo

Cabezas et al. (2018) evidencian que la investigación aplicada genera conocimientos que serán aplicados para dar solución a un problema en conformidad a lo investigado.

La investigación que se abordó es de tipo aplicada, en el que los conocimientos adquiridos durante la formación académica se utilizan para realizar diversos cálculos con el fin de llegar a una evaluación precisa del impacto social, ambiental y económico de los eventos de deslizamiento.

3.1.3. Nivel

Ñaupas et al. (2018) consideran que la investigación descriptiva abarca investigar la problemática y dar soluciones. Por lo cual es de nivel descriptivo, ya que también se va a describir los procesos para ser analizada la vulnerabilidad, análisis del impacto ambiental y la estimación de daños.

3.1.4. Diseño

Esta investigación contempló ser un diseño no experimental, porque se obtienen datos de registros de fuentes seguras como SENAMI e INDECI, para determinar las zonas críticas, basándose en estos datos se realizará un análisis para luego determinar el impacto social, ambiental y económico, para posteriormente diseñar el muro de gaviones que mitigará los impactos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Según lo indicado por Arias (2021), la población se refiere a la totalidad de fenómenos o eventos que se estudian, donde cada unidad posee características comunes que se analizan y generan datos investigativos.

En este contexto, la población del estudio se conforma por el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba.

3.2.2. Muestra

De acuerdo con Arias (2021), las muestras son subgrupos de una población que representan características o participaciones similares.

En el presente estudio, la muestra está compuesta por dos tramos: el primer tramo va desde el Km 132+680 hasta el Km 134+180, y el segundo tramo abarca desde el Km 129+540 hasta el Km 131+040.

Figura 5

Muestra de la zona de estudio



Nota. Propia del investigador (2023)

3.3. DEFINICIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variable independiente

Muro de gaviones: Fracassi (2019) señala que las defensas ribereñas llegan a ser estructuras diseñadas con el propósito de brindar protección por las inundaciones, la zona que rodea a un cuerpo de agua. Varían en forma y material utilizado, dependiendo principalmente de los tipos de los suelos y de sus grados de fragilidad.

3.3.2. Variable dependiente

Deslizamientos: El derrumbe o deslizamiento de tierra es un fenómeno natural, los cuales se forman al momento en que el agua logra ser acumulado de forma rápida por medio del suelo debido a fuertes lluvias o rápidos deshielos, convirtiendo la tierra en ríos fangosos. El lodo puede fluir rápidamente por las laderas o cañones y golpear a altas velocidades con poca o ninguna advertencia. Una avalancha de lodo puede fluir muchos kilómetros desde su fuente y crecer, arrastrando árboles, autos y otros objetos a lo largo del camino. Los deslizamientos de tierra a menudo se repiten donde ocurrieron antes.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la Tabla 1, se presenta la operacionalización de la variable dependiente, que corresponde a los deslizamientos, y la variable independiente, que es el muro de gaviones. Además, en el Anexo 1, se exhibe la matriz de consistencia.

USMP METODOLOGÍA

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	
Muro de Gaviones	Diseño integral	Diseño geométrico Cálculo estructural	
	Presupuesto	Metrado Análisis de precios unitarios	
Variable Dependiente	Dimensiones	indicadores	
Deslizamientos	Impacto social	Nivel de daño en infraestructura Pobladores afectados	
	Impacto económico	Frecuencia de deslizamiento Presupuesto por rehabilitación o mantenimiento	
	Impacto ambiental		Factor biológico
			Factor físico Factor socioeconómico

Nota. Elaboración propia

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas de recopilación de datos

En el presente estudio se emplearon las técnicas de observación y análisis documental. La observación permitió recopilar datos sobre el estado situacional de la zona de estudio. Por otro lado, el análisis documental se utilizó para calcular el índice de vulnerabilidad del área en estudio y para estimar los daños económicos.

Los datos secundarios obtenidos de diversos investigadores proporcionaron información adicional sobre el tema. Estos datos se recopilaron a través de la revisión de normativa, manuales, libros y otra documentación física o virtual, lo cual ayudó a alcanzar los objetivos del estudio.

3.5.2. Instrumento

Los instrumentos de recopilación utilizados fueron la guía de observación y la guía de revisiones documentarias. La guía de observación incluyó información de los reportes de SENAMHI sobre la frecuencia de eventos de deslizamientos. Por otro lado, la guía de revisiones documentarias abarcó la información procesada del análisis de impacto económico, así como ciertos aspectos del impacto social y las zonas críticas que se verán más afectadas.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Instrumentos	Técnicas
Guía de observación	Observación
Guía de revisión documental	Análisis documental

Nota. Propia del investigador (2023)

3.5.3. Validez y confidencialidad de los instrumentos

Criterio de validez de instrumentos

USMP METODOLOGÍA

Los instrumentos que se emplearán para recolectar los datos son la guía de observación y la guía de revisión documental. La información será obtenida de reportes y fuentes confiables como INDECI, SENAMHI, Cartas Nacionales y Shapefiles del Perú proporcionados por el geo servidor de entidades nacionales oficiales del país.

Criterio de confiabilidad del instrumento

Los instrumentos que llegaron a emplearse estuvieron estandarizados dado que han logrado ser usados en investigaciones anteriores, debido a lo mencionado se denota la seguridad para ser usados en la investigación presente.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados obtenidos serán clasificados, calculados y estudiados. Además, serán organizados y analizados mediante tablas, hojas de cálculo, gráficos, cuadros, programas, etc., de manera que puedan ser interpretados y utilizados para el desarrollo.

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

Para determinar el impacto causado por los deslizamientos en la zona de estudio, se realizó una estratificación de la vulnerabilidad. Para esta estratificación, se consideraron los factores de exposición, resiliencia y fragilidad, ya que permiten evaluar las dimensiones económica, social y ambiental.

Para determinar estos valores, se aplicó la siguiente fórmula:

Formula 01: Valor de dimensiones

$$\sum_{i=1}^n Ppar_i \times Pdesc_i = Valor$$

Nota: Obtenido por el Manual de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014)

- *Ppar*: Peso de los parámetros
- *Pdes*: Peso de los descriptores

4.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE DESLIZAMIENTOS

4.1.1. Dimensión Social

Para el este análisis se determinaron los parámetros de resiliencia y fragilidad a nivel social. Cada parámetro tendrá un peso de 50%, donde se evaluaron las exigencias requeridas que se adjuntan y exhiben en la siguiente página:

Tabla 3

Consideraciones clave para la evaluación de los factores relacionados con la fragilidad y la resiliencia

DIMENSIÓN SOCIAL	
FRAGILIDAD	RESILIENCIA
Grupo etario	Programas sociales
Discapacidad	Tipo de seguro
Servicios básicos	Capacitación en Gestión del riesgo de desastres
	Actitud frente al riesgo

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.1.1. Fragilidad

Para este parámetro, se consideró el grupo etario, discapacidad y servicios básicos. Así mismo, en la Tabla 4, se detalla el peso ponderado de acuerdo a los parámetros.

Tabla 4

Ponderación de pesos para los parámetros de la fragilidad social.

PARÁMETRO	PESO PONDERADO
Grupo etario	0.581
Discapacidad	0.309
Servicios básicos	0.110

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Grupo etario

Tabla 5

Matriz de análisis comparativo entre pares para el factor de Grupo Etario

Grupo Etario (años)	Mayor = a 10 ha	De 5 a 10 ha	De 2.5 a 5 ha	De 1 a 2.5 ha	Menor a 1 ha
Menores a 4 y mayores de 65	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 5 a 14 y de 55 a 64	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15 a 24 y de 45 a 54	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
De 25 a 34	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
De 35 a 44	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 6

Matriz de normalización de pares en relación al parámetro de Área del Terreno destinado a la Actividad Agrícola.

Grupo Etario (años)	Mayor = a 10 ha	De 5 a 10 ha	De 2.5 a 5 ha	De 1 a 2.5 ha	Menor a 1 ha	Vector Priorización
Menores a 4 y mayores de 65	0.560	0.642	0.513	0.452	0.391	0.511
De 5 a 14 y de 55 a 64	0.187	0.214	0.308	0.323	0.304	0.267
De 15 a 24 y de 45 a 54	0.112	0.071	0.103	0.129	0.174	0.118
De 25 a 34	0.080	0.043	0.051	0.065	0.087	0.065
De 35 a 44	0.062	0.031	0.026	0.032	0.043	0.030

Nota: Tomado de Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. El vector de priorización se refiere a la ocurrencia del evento en menos de un año.

Parámetro: Discapacidad

Tabla 7

Matriz de análisis comparativo de pares para el factor de Discapacidad

Discapacidad	Visual	Auditiva	Física o motora	Intelectual	No tiene
Visual	1.000	2.000	5.000	7.000	9.000
Auditiva	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
Física o motora	0.200	0.500	1.000	2.000	5.000
Intelectual	0.140	0.250	0.500	1.000	3.000
No tiene	0.110	0.140	0.200	0.330	1.000
SUMA	1.950	3.890	8.700	14.330	25.000
1/SUMA	0.510	0.260	0.110	0.070	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 8

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro de Discapacidad

Discapacidad	Visual	Auditiva	Física o motora	Intelectual	No tiene	Vector Priorización
Visual	0.512	0.514	0.575	0.488	0.360	0.490
Auditiva	0.256	0.257	0.230	0.279	0.280	0.260
Física o motora	0.102	0.128	0.115	0.140	0.200	0.137
Intelectual	0.073	0.064	0.057	0.070	0.120	0.077
No tiene	0.057	0.037	0.023	0.023	0.040	0.036

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. El vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

USMP METODOLOGÍA

Parámetro: Servicios básicos

Tabla 9

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Servicios básicos

Servicios básicos	No cuenta con SSBB	Cuenta solo con agua no potable, pozo ciego, o energía eléctrica	Cuenta con agua no potable y pozo ciego, o agua no potable y energía eléctrica, o pozo ciego y energía eléctrica	Cuenta con agua no potable, pozo ciego y energía eléctrica	Cuenta con todos los SSBB
No cuenta con SSBB	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cuenta solo con agua no potable, pozo ciego, o energía eléctrica	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
Cuenta con agua no potable y pozo ciego, o agua no potable y energía eléctrica, o pozo ciego y energía eléctrica	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Cuenta con agua no potable, pozo ciego y energía eléctrica	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Cuenta con todos los SSBB	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.89	8.75	14.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 10
Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Servicios básicos

Servicios básicos	No cuenta con SSBB	Cuenta solo con agua no potable, pozo ciego, o energía eléctrica	Cuenta con agua no potable y pozo ciego, o agua no potable y energía eléctrica, o pozo ciego y energía eléctrica	Cuenta con agua no potable, pozo ciego y energía eléctrica	Cuenta con todos los SSBB	Vector de priorización
No cuenta con SSBB	0.560	0.613	0.571	0.483	0.391	0.524
Cuenta solo con agua no potable, pozo ciego, o energía eléctrica	0.187	0.204	0.229	0.276	0.304	0.240
Cuenta con agua no potable y pozo ciego, o agua no potable y energía eléctrica, o pozo ciego y energía eléctrica	0.112	0.102	0.114	0.138	0.174	0.128
Cuenta con agua no potable, pozo ciego y energía eléctrica	0.080	0.051	0.057	0.069	0.087	0.069
Cuenta con todos los SSBB	0.062	0.029	0.029	0.034	0.043	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. El vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

USMP METODOLOGÍA

4.1.1.2. Resiliencia

Para este parámetro se consideró la actitud frente al riesgo, capacitación en gestión de desastres, tipo de seguro y los programas sociales. Así mismo en la Tabla 11 se detalla el peso ponderado de los parámetros.

Tabla 11

Ponderación de pesos para los parámetros de la resiliencia social

PARÁMETROS	PESO PONDERADO
Actitud frente al riesgo	0.497
Capacitación en gestión de desastres	0.313
Tipo de seguro	0.121
Programas sociales	0.068

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. El valor del peso ponderado es adimensional, así mismo la sumatoria de ellos hacen la unidad de evaluación.

Parámetro: Actitud frente al riesgo

Tabla 12

Matriz de comparación de pares respecto al parámetro Actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción
Fatalista	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Escasamente preventivo	0.330	1.000	2.000	4.000	6.000
Parcialmente preventivo	0.200	0.500	1.000	2.000	4.000
Preventivo	0.140	0.250	0.500	1.000	3.000
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.110	0.170	0.250	0.330	1.000
SUMA	1.790	4.920	8.750	14.330	23.000
1/SUMA	0.560	0.200	0.110	0.070	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 13

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Actitud frente al riesgo

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción	Vector Priorización
Fatalista	0.560	0.610	0.571	0.488	0.391	0.524
Escasamente preventivo	0.187	0.203	0.229	0.279	0.261	0.232
Parcialmente preventivo	0.112	0.102	0.114	0.140	0.174	0.128
Preventivo	0.080	0.051	0.057	0.070	0.130	0.078
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.062	0.034	0.029	0.023	0.043	0.038

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. Vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

Parámetro: Tipo de seguro

Tabla 14

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Tipo de seguro

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción
Fatalista	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Escasamente preventivo	0.330	1.000	2.000	4.000	6.000
Parcialmente preventivo	0.200	0.500	1.000	2.000	4.000
Preventivo	0.140	0.250	0.500	1.000	3.000
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.110	0.170	0.250	0.330	1.000
SUMA	1.790	4.920	8.750	14.330	23.000
1/SUMA	0.560	0.200	0.110	0.070	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 15

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Tipo de seguro

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción	Vector Priorización
Fatalista	0.560	0.610	0.571	0.488	0.391	0.524
Escasamente preventivo	0.187	0.203	0.229	0.279	0.261	0.232
Parcialmente preventivo	0.112	0.102	0.114	0.140	0.174	0.128
Preventivo	0.080	0.051	0.057	0.070	0.130	0.078
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.062	0.034	0.029	0.023	0.043	0.038

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. Vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

Parámetro: Programas sociales

Tabla 16

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Programas Sociales

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción
Fatalista	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Escasamente preventivo	0.330	1.000	2.000	4.000	6.000
Parcialmente preventivo	0.200	0.500	1.000	2.000	4.000
Preventivo	0.140	0.250	0.500	1.000	3.000
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.110	0.170	0.250	0.330	1.000
SUMA	1.790	4.920	8.750	14.330	23.000
1/SUMA	0.560	0.200	0.110	0.070	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 17

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Programas sociales

Actitud frente al riesgo	Fatalista	Escasamente preventivo	Parcialmente preventivo	Preventivo	Preventivo e implementa acciones de reducción	Vector Priorización
Fatalista	0.560	0.610	0.571	0.488	0.391	0.524
Escasamente preventivo	0.187	0.203	0.229	0.279	0.261	0.232
Parcialmente preventivo	0.112	0.102	0.114	0.140	0.174	0.128
Preventivo	0.080	0.051	0.057	0.070	0.130	0.078
Preventivo e implementa acciones de reducción	0.062	0.034	0.029	0.023	0.043	0.038

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. Vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

Parámetro: Capacitación en gestión del riesgo de desastres

Tabla 18

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Capacitación en gestión del riesgo de desastres

Capacitación en la GDR	Nunca	Escasamente	Regular	Constantemente	Totalmente
Nunca	1.000	3.000	5.000	7.000	9.00
Escasamente	0.330	1.000	2.000	4.000	7.00
Regular	0.200	0.500	1.000	2.000	5.00
Constantemente	0.140	0.250	0.500	1.000	2.00
Totalmente	0.110	0.140	0.250	0.500	1.00
SUMA	1.790	4.890	8.700	14.500	24.00
1/SUMA	0.560	0.200	0.110	0.070	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 19

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Capacitación en gestión del riesgo de desastres

Actitud frente al riesgo	Nunca	Escasamente	Regular	Constantemente	Totalmente	Vector Priorización
Nunca	0.560	0.613	0.575	0.483	0.375	0.521
Escasamente	0.187	0.204	0.230	0.276	0.292	0.238
Regular	0.112	0.102	0.115	0.138	0.208	0.135
Constantemente	0.080	0.051	0.057	0.069	0.083	0.068
Totalmente	0.062	0.029	0.023	0.034	0.042	0.038

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021. Vector de priorización, hace referencia a la ocurrencia del evento en menos de un año.

Posterior a la identificación de los parámetros se procedió a determinar el valor y peso de la dimensión social. Continuando, se detallan los valores resultantes alcanzados:

Tabla 20

Valor y peso de Fragilidad Social

Grupo etario		Discapacidad		Servicios Básicos		Valor de fragilidad social	Peso de fragilidad social
Ppar	P desc	Ppar	P desc	Ppar	P desc		
0.581	0.511	0.309	0.490	0.110	0.524	0.506	0.500
0.581	0.267	0.309	0.260	0.110	0.240	0.262	0.500
0.581	0.118	0.309	0.137	0.110	0.128	0.125	0.500
0.581	0.065	0.309	0.077	0.110	0.069	0.069	0.500
0.581	0.039	0.309	0.036	0.110	0.040	0.038	0.500

Nota: El peso de fragilidad social es del 50%.

USMP METODOLOGÍA

Tabla 21

Valor y peso de Resiliencia Social

Actitud frente al riesgo		Capacitación en Gestión del riesgo de desastres		Tipo de seguro		Programas sociales		Valor de resiliencia social	Peso de resiliencia social
Ppar	P desc	Ppar	P desc	Ppar	P desc	Ppar	P desc		
0.497	0.524	0.313	0.521	0.121	0.496	0.068	0.529	0.519	0.500
0.497	0.232	0.313	0.238	0.121	0.245	0.068	0.229	0.235	0.500
0.497	0.128	0.313	0.135	0.121	0.143	0.068	0.121	0.131	0.500
0.497	0.078	0.313	0.068	0.121	0.080	0.068	0.082	0.075	0.500
0.497	0.038	0.313	0.038	0.121	0.036	0.068	0.039	0.038	0.500

Nota: El peso de fragilidad social es del 50%.

USMP METODOLOGÍA

Con los valores establecidos de peso y valor de resiliencia y fragilidad social se procedió a ser determinado el peso y valor de la dimensión social. Dicho valor es la suma de los valores de fragilidad y resiliencia multiplicados por su peso respectivo.

Tabla 22

Valor y peso de dimensión social

Valor dimensión social	Peso dimensión social
0.513	0.333
0.248	0.333
0.128	0.333
0.072	0.333
0.038	0.333

Nota. El peso de la dimensión social es del 33%

4.1.2. Dimensión Económica

En primera instancia, se detallan los valores que se utilizarán para clasificar la vulnerabilidad en el ámbito económico. Según la metodología de CENEPRED, se clasificarán en Fragilidad y Resiliencia, con un valor de participación del 50 % para cada uno. Los parámetros se evaluarán de acuerdo con lo presentado en la tabla adjunta:

Tabla 23

Parámetros a emplear sobre los factores resiliencia y fragilidad de la Dimensión Económica.

DIMENSIÓN ECONÓMICA	
FRAGILIDAD	RESILIENCIA
Área del Terreno para actividad económica	Régimen de Tenencia
Actividad Económica	Carga Familiar

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.2.1. Fragilidad

Para este parámetro se consideraron el área del terreno sobre la actividad económica y la Actividad económica con porcentajes de importancia definidos de la siguiente manera:

Tabla 24

Ponderación de pesos sobre el parámetro de la fragilidad económica.

PARÁMETRO	PESO PONDERADO
-----------	----------------

USMP METODOLOGÍA

Área del terreno para actividad económica	0.6
Actividad económica	0.4

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Área del terreno para actividad agrícola

Tabla 25

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Área del Terreno para Actividad Agrícola.

ÁREA DEL TERRENO PARA ACTIVIDAD ECONÓMICA	Mayor = a 10 ha	De 5 a 10 ha	De 2.5 a 5 ha	De 1 a 2.5 ha	Menor a 1 ha
Mayor = a 10 ha	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 5 a 10 ha	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
De 2.5 a 5 ha	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
De 1 a 2.5 ha	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Menor a 1 ha	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA 1/SUMA	1.79	4.92	8.75	14.50	22.00
	0.56	0.20	0.11	0.07	0.05

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 26

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Área del Terreno para Actividad Agrícola.

ÁREA DEL TERRENO PARA ACTIVIDAD ECONÓMICA	Mayor = a 10 ha	De 5 a 10 ha	De 2.5 a 5 ha	De 1 a 2.5 ha	Menor a 1 ha	Vector Priorización
Mayor = a 10 ha	0.560	0.610	0.571	0.483	0.409	0.527
De 5 a 10 ha	0.187	0.203	0.229	0.276	0.273	0.233
De 2.5 a 5 ha	0.112	0.102	0.114	0.138	0.182	0.130
De 1 a 2.5 ha	0.080	0.051	0.057	0.069	0.091	0.070
Menor a 1 ha	0.062	0.034	0.034	0.034	0.045	0.041

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Actividad Económica

Tabla 27

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Actividad Económica.

ACTIVIDAD ECONÓMICA	Agricultura	Ganadería	Agricultura y ganadería	Comercio	Otros
Agricultura y/o ganadería	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Centro de labores	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Comercio	0.20	0.50	1.00	3.00	6.00
Otra	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ninguno	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.50	16.33	26.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 28

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Actividad Económica.

ÁREA DEL TERRENO PARA ACTIVIDAD ECONÓMICA	Agricultura	Ganadería	Agricultura y ganadería	Comercio	Otros	Vector Priorización
Agricultura y/o ganadería	0.512	0.520	0.588	0.429	0.346	0.479
Centro de labores	0.256	0.260	0.235	0.306	0.269	0.265
Comercio	0.102	0.130	0.118	0.184	0.231	0.153
Otra	0.073	0.052	0.039	0.061	0.115	0.068
Ninguno	0.057	0.037	0.020	0.020	0.038	0.035

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.2.2. Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Económica

Para este parámetro se consideraron el área del terreno sobre la actividad económica y la Actividad económica con porcentajes de importancia definidos de la siguiente manera:

Tabla 29

Ponderación de pesos sobre el parámetro de la Resiliencia económica.

PARÁMETRO	PESO PONDERADO
Régimen de Tenencia	0.5
Carga Familiar	0.5

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 30

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia

RÉGIMEN DE TENENCIA	Poseedor precario, invasor	Poseedor con constancia de posesión	Inquilino	Con título de propiedad no inscrito en RR. PP	Con título de propiedad inscrita en RR. PP
Poseedor precario, invasor	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
Poseedor con constancia de posesión	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Inquilino	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Con título de propiedad no inscrito en RR.PP	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Con título de propiedad inscrito en RR.PP	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA 1/SUMA	1.86	4.68	8.53	15.50	24.00
	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 31

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia.

ÁREA DEL TERRENO PARA ACTIVIDAD ECONÓMICA	Poseedor precario, invasor	Poseedor con constancia de posesión	Inquilino	Con título de propiedad no inscrito en RR.PP	Con título de propiedad inscrita en RR.PP	Vector Priorización
Poseedor precario, invasor	0.5370	0.6420	0.4690	0.3870	0.3750	0.4820
Poseedor con constancia de posesión	0.1790	0.2140	0.3520	0.3230	0.2920	0.2720
Inquilino	0.1340	0.0710	0.1170	0.1940	0.2080	0.1450
Con título de propiedad no	0.0900	0.0430	0.0390	0.0650	0.0830	0.0640

USMP METODOLOGÍA

inscrito en RR. PP Con título de propiedad inscrito en RR. PP	0.0600	0.0310	0.0230	0.0320	0.0420	0.0380
---	--------	--------	--------	--------	--------	---------------

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Carga Familiar

Tabla 32

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Carga Familia.

CARGA FAMILIAR	Más de cinco personas a cargo	Cuatro personas a cargo	Tres personas a cargo	Una a dos personas a cargo	Ninguna persona a su cargo
Más de cinco personas a cargo	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Cuatro personas a cargo	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Tres personas a cargo	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Una a dos personas a cargo	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Ninguna persona a su cargo	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 33

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Carga Familiar.

ÁREA DEL TERRENO PARA ACTIVIDAD ECONÓMICA	Más de cinco personas a cargo	Cuatro personas a cargo	Tres personas a cargo	Una a dos personas a cargo	Ninguna persona a su cargo	Vector Priorización
Más de cinco personas a cargo	0.493	0.511	0.516	0.450	0.391	0.472
Cuatro personas a cargo	0.247	0.255	0.255	0.300	0.261	0.264
Tres personas a cargo	0.123	0.128	0.128	0.150	0.174	0.141
Una a dos personas a cargo	0.082	0.064	0.064	0.075	0.130	0.083
Ninguna persona a su cargo	0.055	0.043	0.043	0.025	0.043	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

USMP METODOLOGÍA

Tabla 34

Matriz de vulnerabilidad sobre la dimensión económica.

DIMENSIÓN ECONÓMICA													
Fragilidad Económica				Resiliencia Económica								Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
Área del Terreno para actividad Agrícola		Actividad Económica		Valor de fragilidad física	Peso de fragilidad física	Régimen de Tenencia		Carga Familiar		Valor de resiliencia económica	Peso de resiliencia Económica		
Ppar	P desc	Ppar	P desc			Ppar	P desc	Ppar	P desc				
0.600	0.527	0.400	0.479	0.508	0.500	0.500	0.482	0.500		0.477	0.500	0.492	0.333
0.600	0.233	0.400	0.265	0.246	0.500	0.500	0.272	0.500	0.264	0.268	0.500	0.257	0.333
0.600	0.130	0.400	0.153	0.139	0.500	0.500	0.145	0.500	0.141	0.143	0.500	0.141	0.333
0.600	0.070	0.400	0.068	0.069	0.500	0.500	0.064	0.500	0.083	0.074	0.500	0.071	0.333
0.600	0.041	0.400	0.035	0.039	0.500	0.500	0.038	0.500	0.040	0.039	0.500	0.039	0.333

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.3. Dimensión Física

Primero, se detallan los valores que se utilizarán para clasificar la vulnerabilidad en la dimensión física. De acuerdo con la metodología de CENEPRED, estos se clasificarán en Fragilidad y Resiliencia, con un valor de participación del 50% para cada uno. Los parámetros se evaluarán según lo mostrado en la tabla adjunta:

Tabla 35

Parámetros a emplear sobre los factores fragilidad y resiliencia de la Dimensión Física

DIMENSIÓN FÍSICA	
FRAGILIDAD	RESILIENCIA
Material Estructural Predominante	Distancia de la Edificación a la Fuente de Peligro
Material en Techos	Uso de la Edificación
Estado de Conservación	Cumplimiento de la Norma Constructiva

4.1.3.1. Fragilidad

Para este parámetro se consideraron el material estructural que predomina, material en techos y el estado de conservación con porcentajes de importancia definidos de la siguiente manera:

Tabla 36

Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor Fragilidad Física.

FRAGILIDAD FÍSICA	Material en Paredes	Material en Techos	Estado de Conservación
Material en Paredes	1.00	2.00	4.00
Material en Techos	0.50	1.00	3.00
Estado de Conservación	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 37

Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el factor fragilidad.

FRAGILIDAD FÍSICA	Material en Paredes	Material en Techos	Estado de Conservación	Vector Priorización
Material en Paredes	0.571	0.600	0.500	0.557
Material en Techos	0.286	0.300	0.375	0.320
Estado de Conservación	0.143	0.100	0.125	0.123

Nota: Tomado de Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Material Estructural Predominante

Tabla 38

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Material Estructural Predominante.

MATERIAL EN PAREDES	Tapial	Madera	Adobe	Ladrillo	Concreto
Tapial	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Madera	0.330	1.000	3.000	5.000	7.000
Adobe	0.200	0.330	1.000	3.000	5.000
Ladrillo	0.140	0.200	0.330	1.000	2.000
Concreto	0.110	0.140	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.790	4.680	9.530	16.500	24.000
1/SUMA	0.560	0.210	0.100	0.060	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 39

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Material Estructural Predominante.

MATERIAL EN PAREDES	Mayor = a 10 ha	De 5 a 10 ha	De 2.5 a 5 ha	De 1 a 2.5 ha	Menor a 1 ha	Vector Priorización
Tapial	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
Madera	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Adobe	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Ladrillo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Concreto	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Material en Techos

Tabla 40

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Material en Techos.

MATERIAL EN TECHOS	Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	Madera y/o calamina sobre viguería de madera	Teja sobre viguería de madera	Teja y calamina sobre viguería de madera	Losa de concreto armado
Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Madera y/o calamina sobre viguería de madera	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
Teja sobre viguería de madera	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Teja y calamina sobre viguería de madera	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Losa de concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.89	8.70	13.33	25.00
1/SUMA	0.55	0.20	0.11	0.08	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 41

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Material en Techos.

MATERIAL EN TECHOS	Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	Madera y/o calamina sobre viguería de madera	Teja sobre viguería de madera	Teja y calamina sobre viguería de madera	Losa de concreto armado	Vector Priorización
Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	0.552	0.613	0.575	0.450	0.360	0.510
Madera y/o calamina sobre viguería de madera	0.184	0.204	0.230	0.300	0.280	0.240
Teja sobre viguería de madera	0.110	0.102	0.115	0.150	0.200	0.136
Teja y calamina sobre viguería de madera	0.092	0.051	0.057	0.075	0.120	0.079
Losa de concreto armado	0.061	0.029	0.023	0.025	0.040	0.036

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Estado de Conservación

Tabla 42

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Estado de Conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.33	1.00	2.00	4.00	7.00
Regular	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Bueno	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00

Muy Bueno	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.85	8.75	14.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.11	0.07	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 43

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Estado de Conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.560	0.613	0.571	0.488	0.375	0.521
Malo	0.187	0.204	0.229	0.279	0.292	0.283
Regular	0.112	0.102	0.114	0.140	0.167	0.127
Bueno	0.080	0.051	0.057	0.070	0.125	0.077
Muy Bueno	0.062	0.029	0.029	0.023	0.042	0.037

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.3.2. Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Física

Para este parámetro se consideraron el cumplimiento de la norma constructiva, uso de la edificación y la distancia de la edificación a la fuente de peligro con porcentajes de importancia definidos de la siguiente manera:

Tabla 44

Matriz de análisis comparativo de pares sobre los parámetros empleados respecto al factor resiliencia.

RESILIENCIA FÍSICA	Distancia de la Edificación a la Fuente de Peligro	Uso de la Edificación	Cumplimiento de la Norma Constructiva
Distancia de la Edificación a la Fuente de Peligro	1.00	3.00	5.00
Uso de la Edificación	0.33	1.00	3.00
Cumplimiento de la Norma Constructiva	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 45

Matriz de normalización de pares sobre los parámetros empleados respecto al factor resiliencia.

RESILIENCIA FÍSICA	Distancia de la Edificación a la Fuente de Peligro	Uso de la Edificación	Cumplimiento de la Norma Constructiva	Vector Priorización
Distancia de la Edificación a la Fuente de Peligro	0.652	0.692	0.556	0.633
Uso de la Edificación	0.217	0.231	0.333	0.260
Cumplimiento de la Norma Constructiva	0.130	0.077	0.111	0.106

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Distancia de la Edificación a la fuente de Peligro

Tabla 46

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Distancia de la Edificación a la fuente de Peligro.

DISTANCIA DE LA EDIFICACIÓN A LA FUENTE DE PELIGRO	Menor a 10 metros	10 a 25 metros	25 a 50 metros	50 a 100 metros	Mayor a 100 Metros
Inferior a 10 m	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Entre 10 y 25 m	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Entre 25 y 50 m	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Entre 50 y 100 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior a 100 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.84	7.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 47

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Régimen de Tenencia.

DISTANCIA DE LA EDIFICACIÓN A LA FUENTE DE PELIGRO	Menor a 10 metros	10 a 25 metros	25 a 50 metros	50 a 100 metros	Mayor a 100 metros	Vector Priorización
Inferior a 10 m	0.499	0.520	0.531	0.429	0.360	0.468
Entre 10 y 25 m	0.250	0.260	0.265	0.306	0.280	0.272
Entre 25 y 50 m	0.125	0.130	0.133	0.184	0.200	0.154
Entre 50 y 100 m	0.071	0.052	0.044	0.061	0.120	0.070
Superior a 100 m	0.055	0.037	0.027	0.020	0.040	0.036

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Uso de la Edificación

Tabla 48

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.

USO DE LA EDIFICACIÓN	Educación	Vivienda	Comercio	Desocupada	Otros
Educación	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Vivienda	0.330	1.000	2.000	5.000	7.000
Comercio	0.200	0.500	1.000	3.000	5.000
Desocupada	0.140	0.200	0.330	1.000	3.000
Otros	0.110	0.140	0.200	0.330	1.000
SUMA	1.790	4.840	8.530	16.330	25.000
1/SUMA	0.560	0.210	0.120	0.060	0.040

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 49

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.

USO DE LA EDIFICACIÓN	Educación	Vivienda	Comercio	Desocupada	Otros	Educación
Educación	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
Vivienda	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
Comercio	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
Desocupada	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
Otros	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Parámetro: Cumplimiento de la Norma Constructiva

Tabla 50

Matriz de análisis comparativo de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.

Cumplimiento de la norma constructiva	Nulo cumplimiento	Mínimo cumplimiento	Cumplimiento parcial	Cumplimiento aparente	Cumplimiento total de la normativa
Nulo cumplimiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mínimo cumplimiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cumplimiento parcial	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
Cumplimiento aparente	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Cumplimiento total de la normativa	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00

SUMA	1.79	4.68	9.75	15.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

Tabla 51

Matriz de normalización de pares respecto al parámetro Uso de la Edificación.

Cumplimiento de la norma constructiva	Nulo cumplimiento	Mínimo cumplimiento	Cumplimiento parcial	Cumplimiento aparente	Cumplimiento total de la normativa	Nulo Cumplimiento
Nulo cumplimiento	0.560	0.642	0.513	0.457	0.375	0.509
Mínimo cumplimiento	0.187	0.21	0.308	0.326	0.292	0.265
Cumplimiento parcial	0.112	0.071	0.103	0.130	0.167	0.117
Cumplimiento aparente	0.080	0.043	0.051	0.065	0.125	0.073
Cumplimiento total de la normativa	0.062	0.031	0.026	0.022	0.042	0.036

Nota: Tomado del Gobierno Regional de Cajamarca, 2021

4.1.4. Nivel de vulnerabilidad

Con los valores y pesos definidos por cada tipo de dimensión se procedió a la determinación de los valores de vulnerabilidad, ello se exhibe por medio de la Tabla 52.

Tabla 52

Valor de la vulnerabilidad

Valor dimensión social	Peso dimensión social	Valor de dimensión física	Peso de dimensión física	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	Valor de la vulnerabilidad
0.513	0.333	0.538	0.333	0.492	0.333	0.514
0.248	0.333	0.304	0.333	0.257	0.333	0.270
0.128	0.333	0.171	0.333	0.141	0.333	0.147
0.072	0.333	0.079	0.333	0.071	0.333	0.074
0.038	0.333	0.041	0.333	0.039	0.333	0.039

Nota: El valor de vulnerabilidad varía entre 0.039 a 0.514.

Tabla 53

Nivel de vulnerabilidad

Valor	Nivel de Vulnerabilidad
0.270-0.514	Muy alto
0.147-0.270	Alto
0.074-0.147	Medio
0.039-0.074	Bajo

Nota: Elaboración propia (2023).

4.1.5. Estratificación

Continuando con ello, por medio de la Figura 6 se exhibe la estratificación de la vulnerabilidad ante deslizamientos en la localidad de Lajas, Cochabamba.

Figura 6
Estratificación de vulnerabilidad ante deslizamientos

MUY ALTO	No cuenta con SSBB	Fatalista	Nunca	El área de terreno de cultivo es Mayor = a 10 ha	Agricultura y/o ganadería	Poseedor precario, invasor	Más de cinco personas a cargo	El material de las viviendas es de tapial	Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	El estado de conservación del material del techo es Muy Malo	Distancia de la edificación hacia a la fuente de peligro es menor a 10 metros	Educación	Nulo cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
ALTO	Cuenta solo con agua no potable, pozo ciego, o energía eléctrica	Escasamente preventivo	Escasamente	El área de terreno de cultivo es de 5 a 10 ha	Centro de labores	Poseedor con constancia de posesión	Cuatro personas a cargo	El material de las viviendas es de madera	Madera y/o camina sobre viguería de madera	El estado de conservación del material del techo es Malo	Distancia de la edificación hacia a la fuente de peligro es de 10 a 25 metros	Vivienda	Mínimo cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
MEDIO	Cuenta con agua no potable y pozo ciego, o agua no potable y energía eléctrica, o pozo ciego y energía eléctrica	Parcialmente preventivo	Regular	El área de terreno de cultivo es de 2.5 a 5 ha	Comercio	Inquilino	Tres personas a cargo	El material de las viviendas es de adobe	Teja sobre viguería de madera sobre viguería de madera	El estado de conservación del material del techo es Regular	Distancia de la edificación hacia a la fuente de peligro es de 25 a 50 metros	Comercio	Aparente cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
BAJO	Cuenta con agua no potable, pozo ciego y energía eléctrica o cuenta con todos los SSBB	Preventivo e implementa acciones de reducción	Constantemente o totalmente	El área de terreno de cultivo es de 2.5 ha a menos	Otra o ninguno	Con título de propiedad inscrito o no en RR.PP	Menos de dos personas a cargo	El material de las viviendas es de ladrillo o concreto	Teja y calamina sobre viguería de manera o losa de concreto	El estado de conservación del material del techo es bueno o muy bueno	Distancia de la edificación hacia a la fuente de peligro es de 50 a mas	Desocupada	Cumplimiento total de la norma al momento de realizar la edificación

Nota. Elaboración propia (2023).

4.2. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

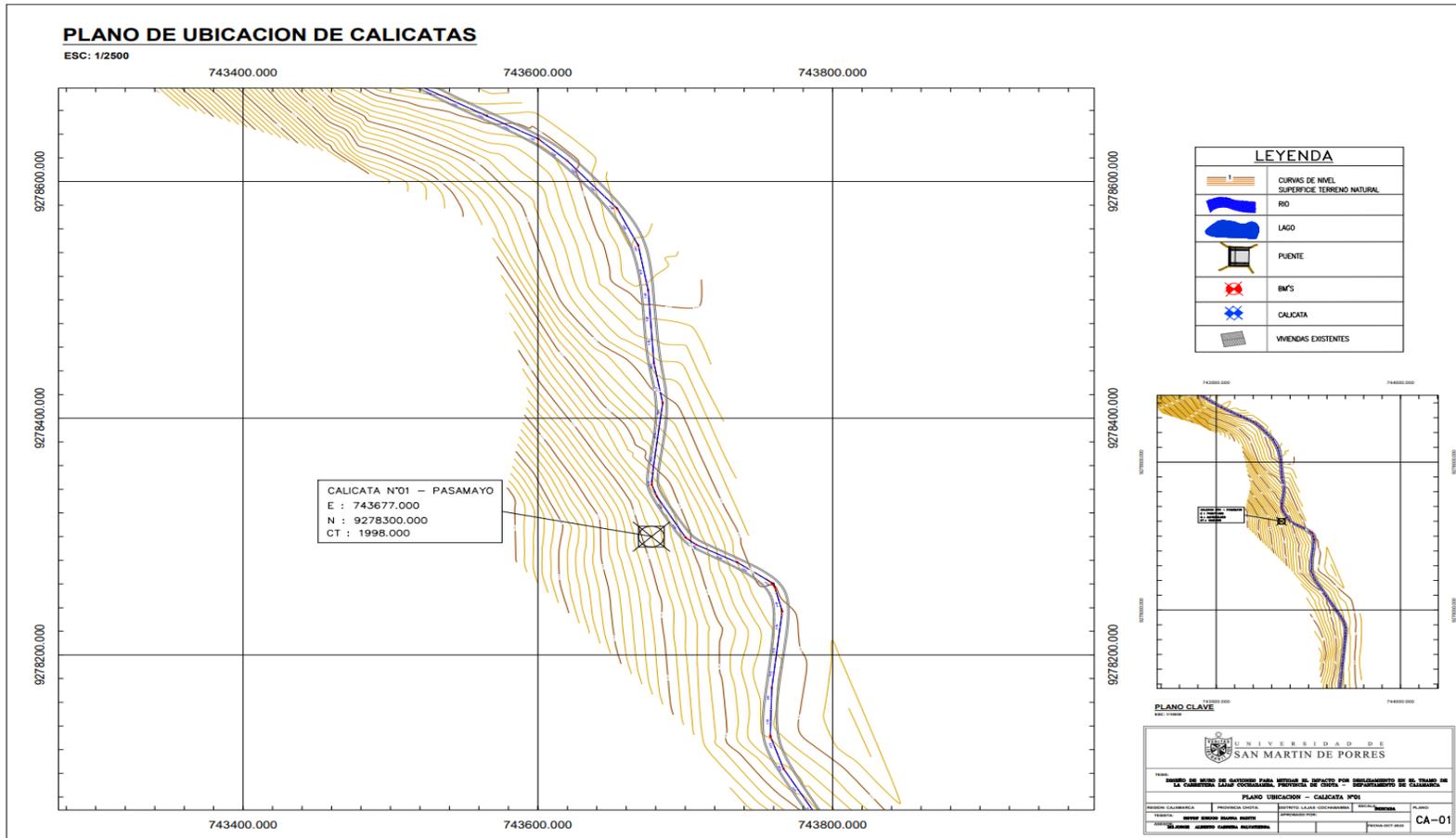
4.2.1. Estudios previos

a. Mecánica de suelos

Se logró realizar 2 calicatas sobre la zona de estudio a razón de poder tomar las muestras y realizar la caracterización del suelo, de las cuales se encontraron los siguientes resultados:

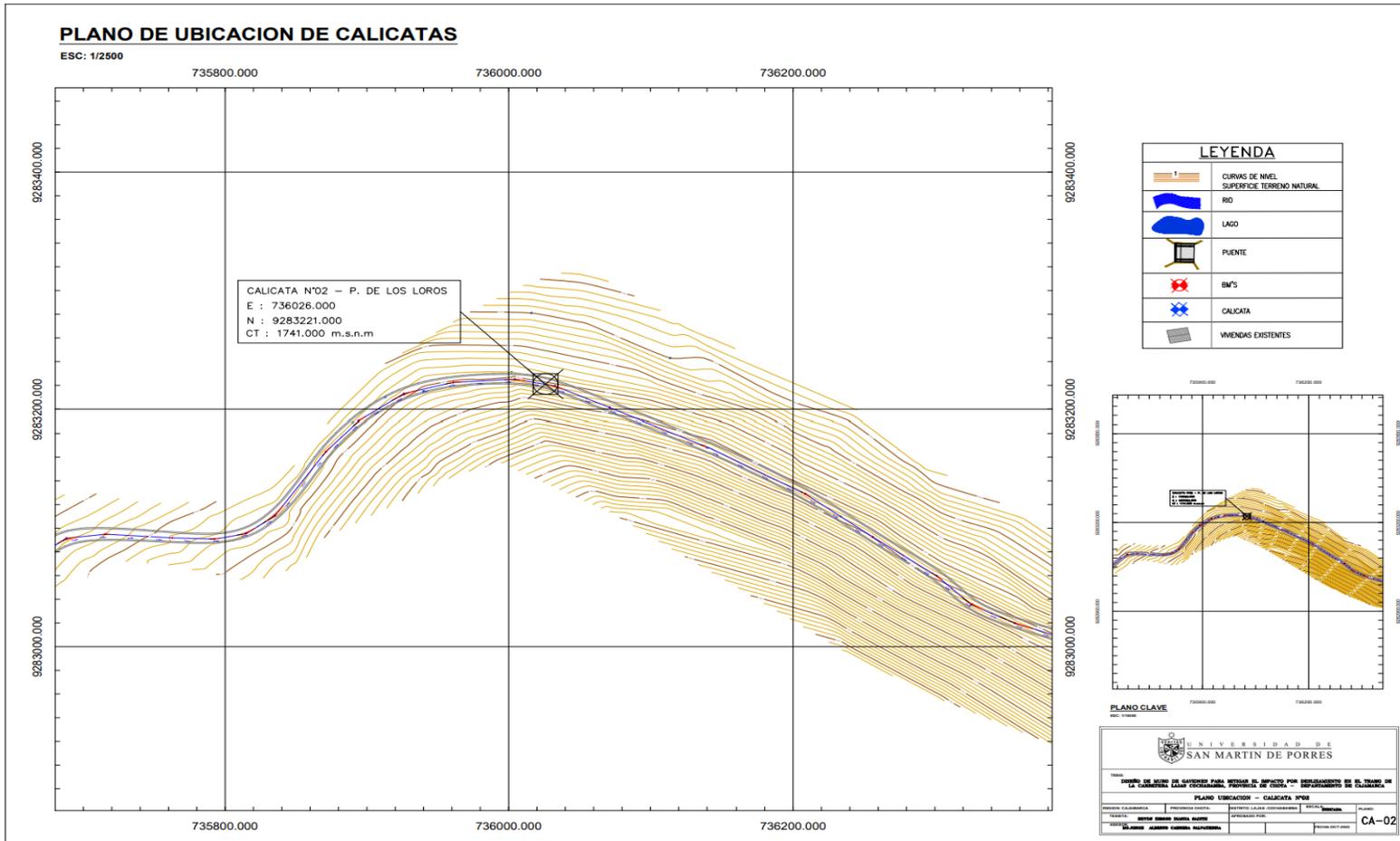
Las calicatas en estudio se evidencian en los siguientes planos:

Figura 7
Plano de ubicación de calicata N°01



Nota: Elaboración propia.

Figura 8
Plano de ubicación de calicata N°02



Nota: Elaboración propia.

- Clasificación:

Se tomaron la muestra entre 0.30 – 3.00 m

Tabla 54

Clasificación de suelo - calicatas.

Descripción	Calicatas	
	C-1 (PASAMAYO)	C-2 (PEÑA DE LOS LOROS)
SUCS	“GC” = Grava arcillosa	“GC” = Grava arcillosa
AASHTO	A-2-7 (1)	A-2-6 (0)

Nota: Obtenido de laboratorio de ensayos.

- Contenido de Humedad:

Tabla 55

Contenido de humedad - calicatas.

Descripción	Calicatas	
	C-1 (PASAMAYO)	C-2 (PEÑA DE LOS LOROS)
% humedad	28.12	25.17

Nota: Obtenido de laboratorio de ensayos.

- Límites de consistencia:

Tabla 56

Límites de consistencia - calicatas.

Descripción	Calicata	
	C-1 (PASAMAYO)	C-2 (PEÑA DE LOS LOROS)
Límite líquido (LL)	40.4	35.6
Límite plástico (LP)	24.1	23.5
Índice de plasticidad	16.3	12.1

Nota: Obtenido de laboratorio de ensayos.

- Gravedad específica:

Tabla 57
Gravedad específica - calicatas.

Descripción	Calicata	
	C-1 (PASAMAYO)	C-2 (PEÑA DE LOS LOROS)
Gravedad específica de sólidos	2.61 g	2.59 g
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	23.2 °C	23.0 °C
Coeficiente de temperatura (K)	0.99929	0.99934
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	2.61 g	2.58 g

Nota: Obtenido de laboratorio de ensayos.

- Corte Directo:

Tabla 58
Corte directo - calicatas.

Descripción	Calicata			
	C-1 (PASAMAYO)		C-2 (PEÑA DE LOS LOROS)	
Densidad húmeda gr/cm ³	1.92		1.96	
Cohesión de suelo kg/cm ²	0.14		0.12	
Ángulo de fricción	21.92		21.69	
Capacidad de carga (kg/cm ²)	q _u	q _{adm}	q _u	q _{adm}
Cimentación corrida	2.71	0.90	2.60	0.87
Cimentación cuadrada	3.01	1.00	2.86	0.95

Nota: Obtenido de laboratorio de ensayos.

b. Levantamiento topográfico

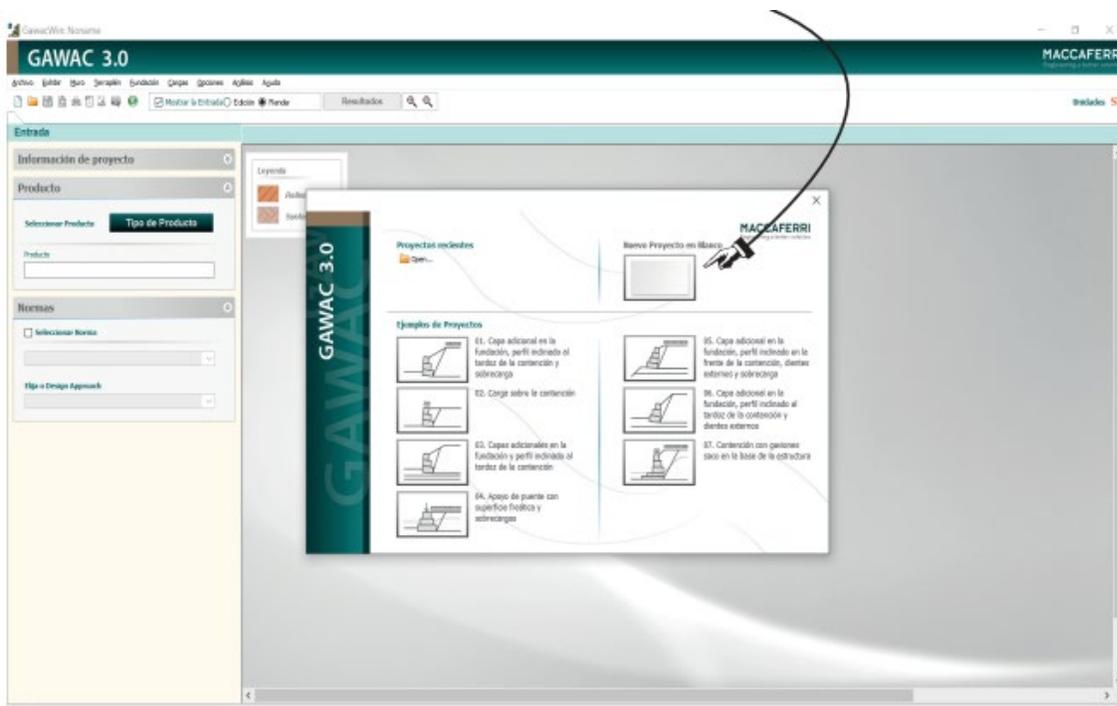
Fue efectuado el levantamiento topográfico a razón de evaluar las características físicas y geográficas correspondientes al terreno. Continuando con ello, se exhibe la zona de estudio por medio del plano topográfico. Así mismo por medio del Anexo 3, se exhiben los planos de corte del levantamiento topográfico ejecutado en la carretera Lajas Cochabamba.

4.2.2. Procedimiento de diseño

El plan de diseño para el muro con gaviones se llevará a cabo mediante la utilización de los programas informáticos GGU-GABION y GAWAC 3.0. Para iniciar el proceso, se debe abrir el software Gawac 3.0 y seleccionar la opción "Nuevo Proyecto" en la ventana secundaria, como se ilustra por medio de la figura 9 adjunta.

Figura 9

Interfaz secundaria del software Gawac 3.0

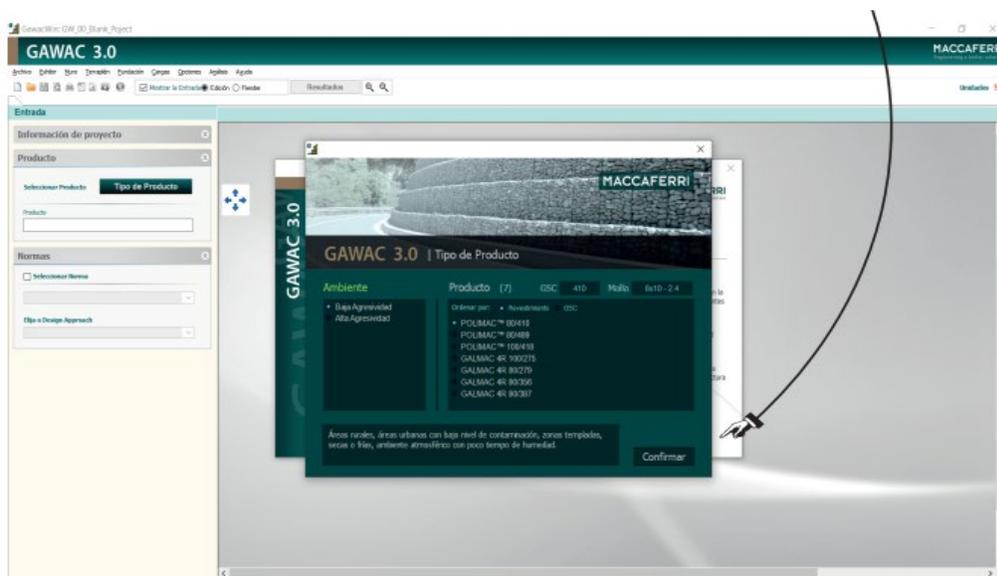


Nota. Propia del investigador (2023)

Luego de ello, aparecerá la siguiente ventana, debe procederse presionando el botón "Confirmar". La ilustración de este paso se evidencia por medio de la figura 10 que se adjunta.

Figura 10

Aprobación para iniciar el proceso de planificación del muro de gaviones



Nota. Propia del investigador (2023)

Posterior a ello, este paso tiene como finalidad incorporar la información pertinente que será reflejada en el informe final del programa. La figura 11, que exhibe a continuación, ilustra este proceso de llenado de datos del proyecto.

Figura 11

Registro de la información del proyecto de la estructura de gaviones

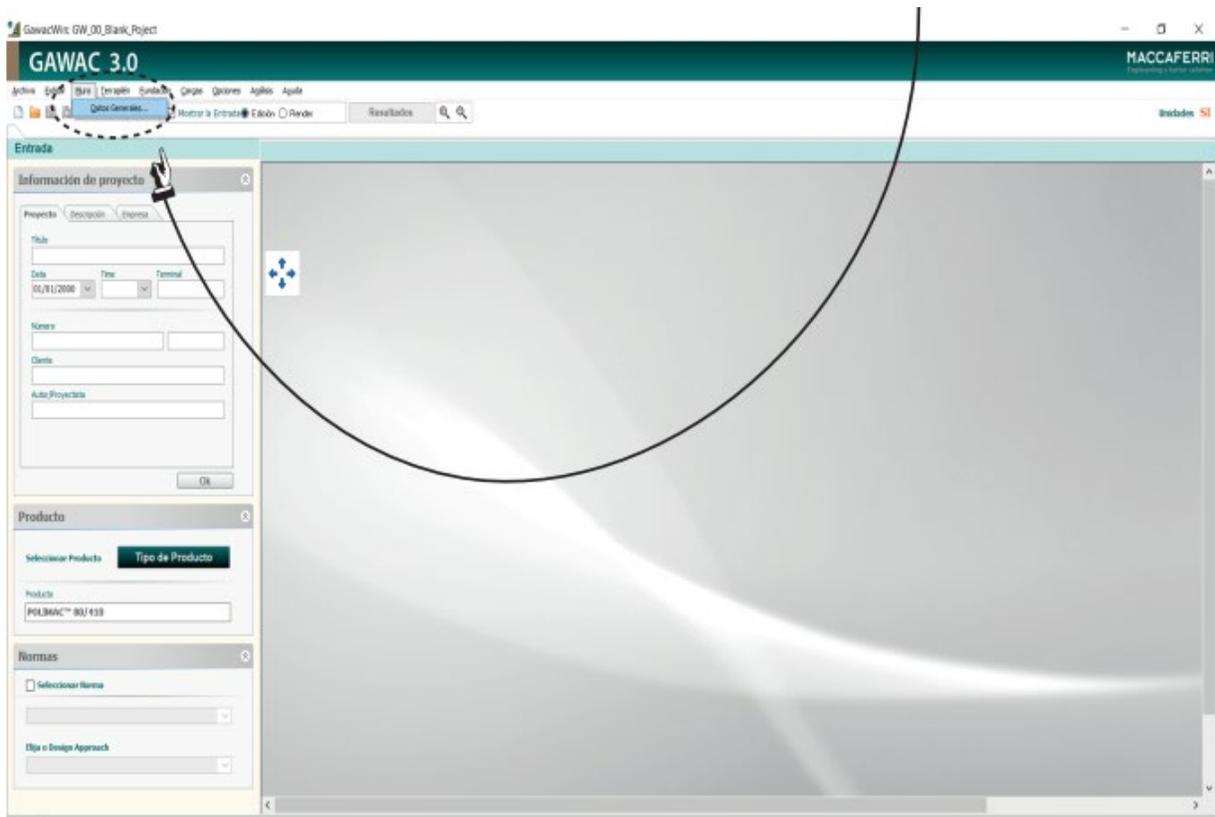


Nota. Propia del investigador (2023)

Navegar hacia la pestaña "Muro" y seleccionar la opción de "Datos Generales". Continuando con ello, se exhibe visualmente este procedimiento por medio de la figura 12 que se adjunta.

Figura 12

Registro de información general del proyecto.

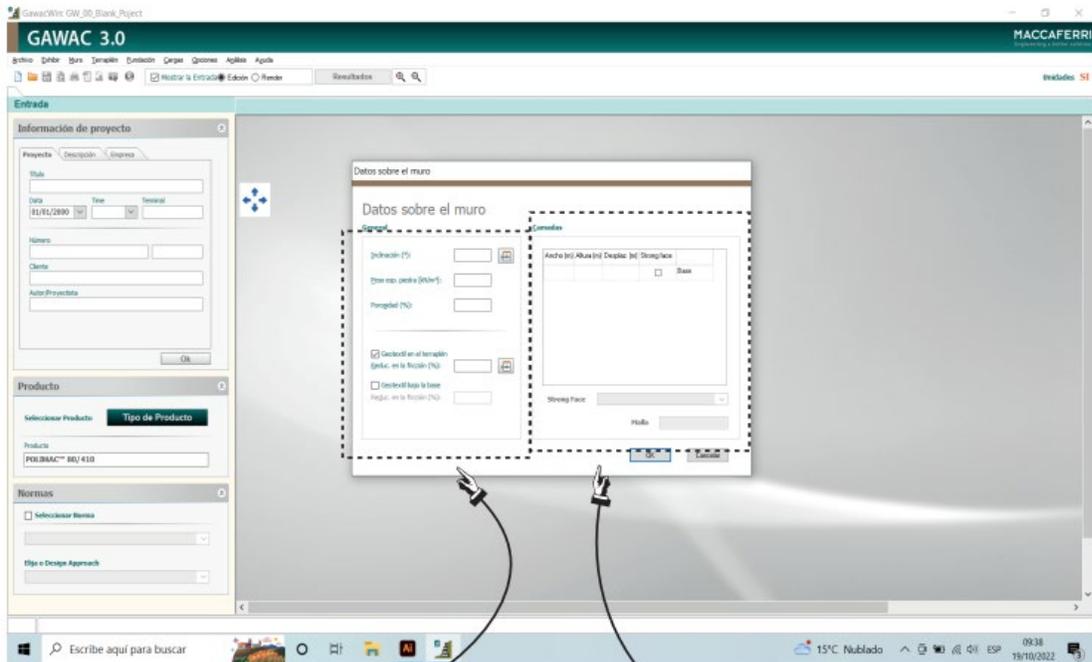


Nota. Propia del investigador (2023)

Ingresar la información correspondiente sobre la piedra del cual se utilizará en la concepción de los muros de gavión, así como su localización específica. Este proceso se detalla visualmente por medio de las figuras 13 y 14 que se exhiben en ellas.

Figura 13

Registro de información de la piedra



Datos de posicionamiento del gavión como también de los datos del material que lo compone

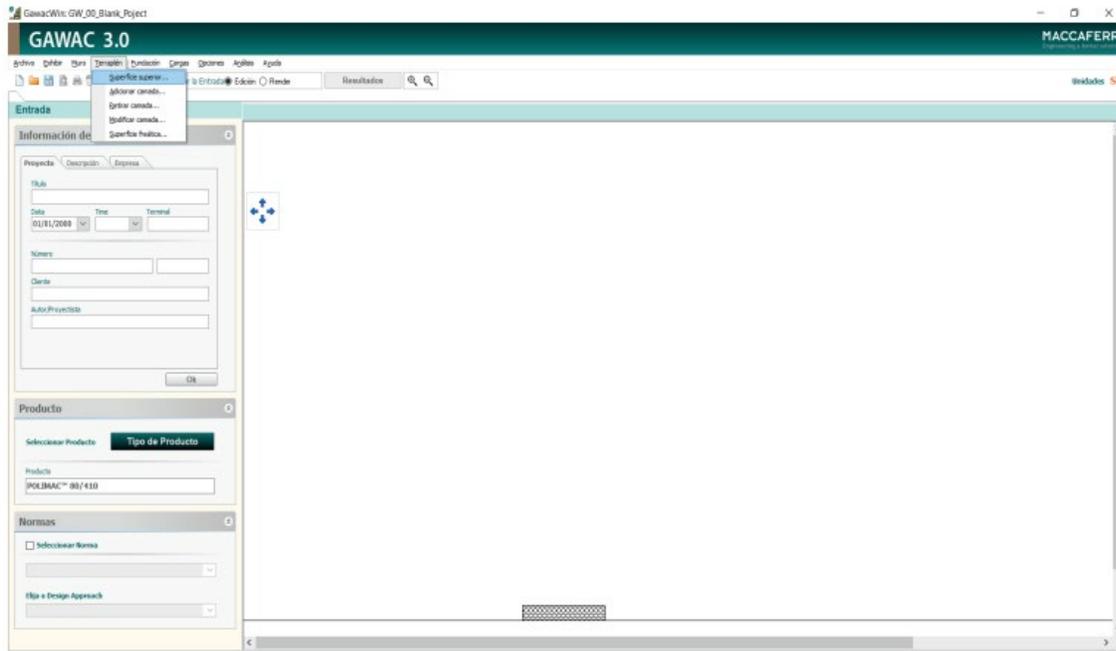
Geometría de Gaviones y sus posiciones de uno con respecto a los demás

Nota. Propia del investigador (2023)

Acceder a la sección de Terraplén y proporcionar los detalles relacionados con el componente correspondiente.

Figura 14

Registro de informa los materiales

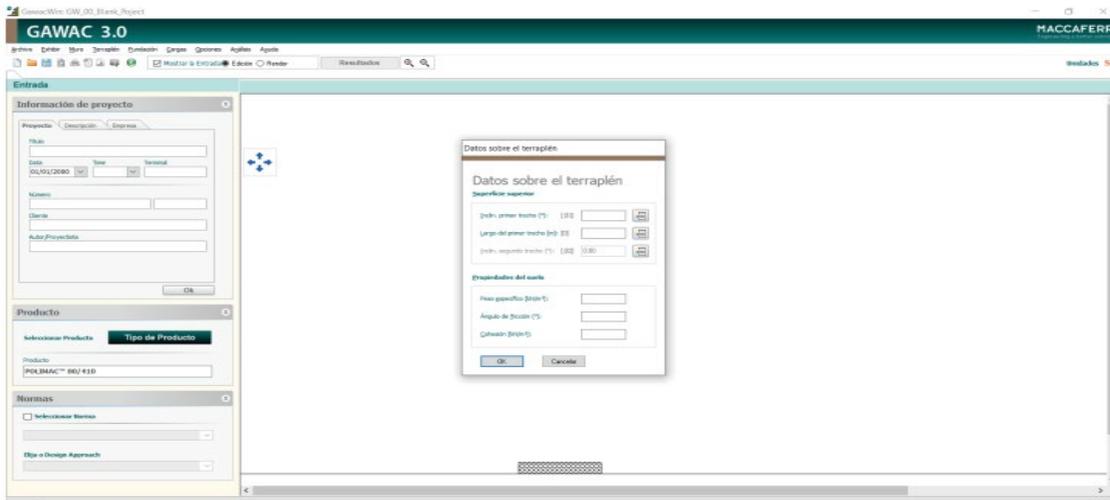


Nota. Propia del investigador (2023)

Introducir la información acerca del suelo y, en caso de estar presente, especificar las inclinaciones necesarias. Este proceso se visualiza por medio de la figura 15 que se adjunta.

Figura 15

Registro de información del suelo

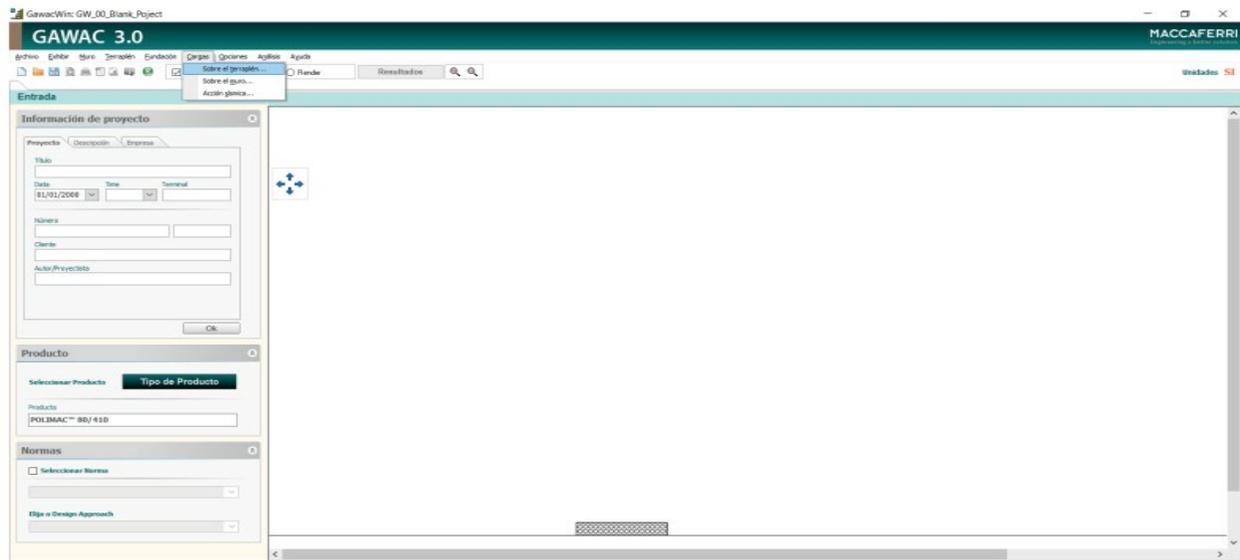


Nota. Propia del investigador (2022)

Registrar las cargas necesarias en la ventana destinada a este propósito. Continuando con ello, se exhibe visualmente este paso por medio de la figura 16.

Figura 16

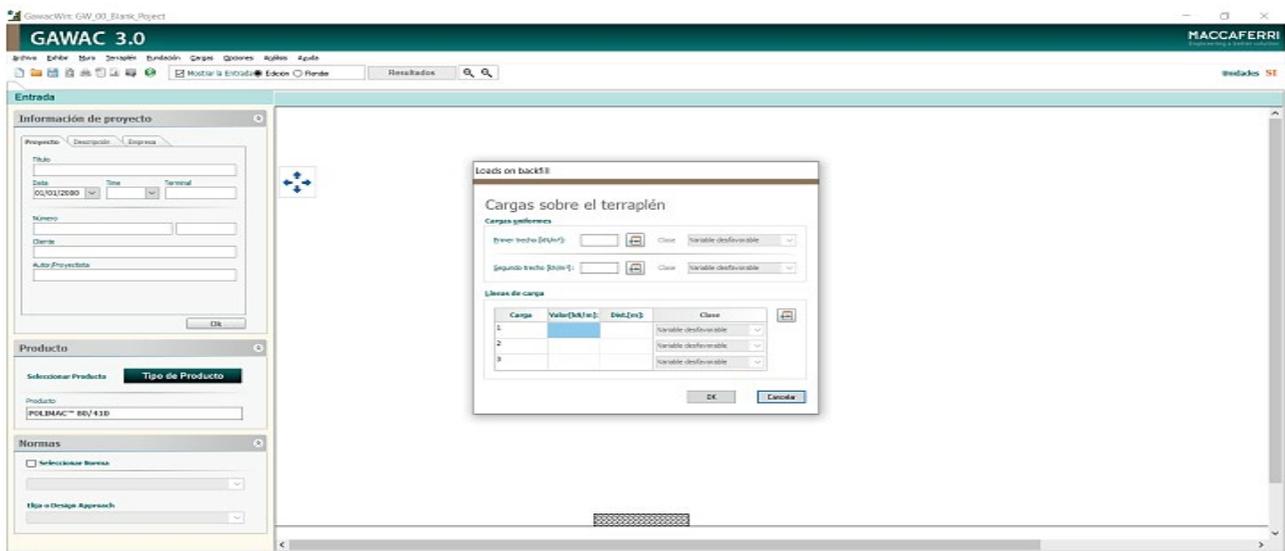
Registro de cargas requeridas sobre la ventana de cargas



Nota. Propia del investigador (2023)

La interfaz siguiente presenta la oportunidad de introducir las cargas que deben ser tomadas en cuenta. El proceso detallado de este paso se exhibe por medio de la figura 17 que se adjunta.

Figura 17
Registro de cargas

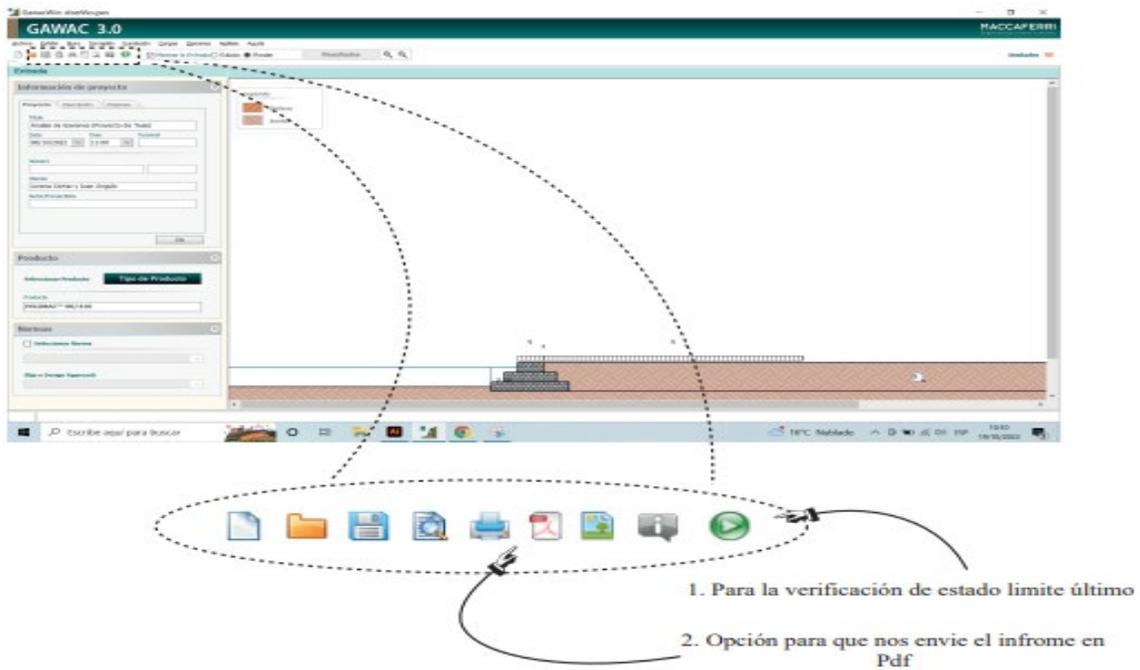


Nota. Propia del investigador (2022)

Realizar la verificación de los datos y proceder a exportar el informe del estudio por medio del formato PDF. Los pasos específicos para llevar a cabo esta acción se exhiben en detalle por medio de la figura 18 adjunta.

Figura 18

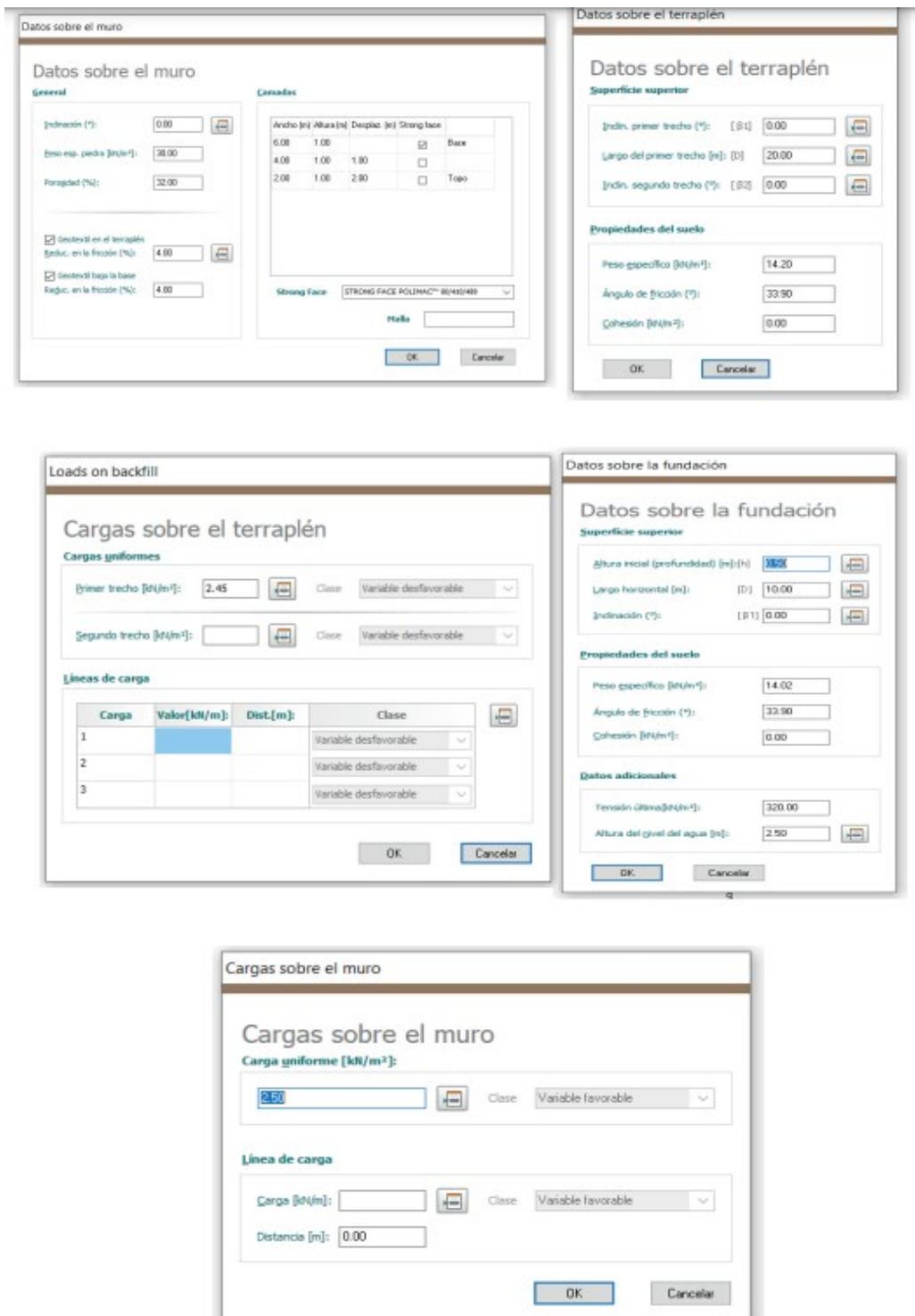
Comandos para verificar y exportar datos



Nota. Propia del investigador (2023)

Figura 19

Información ingresada por medio del software GAWAC 3.0

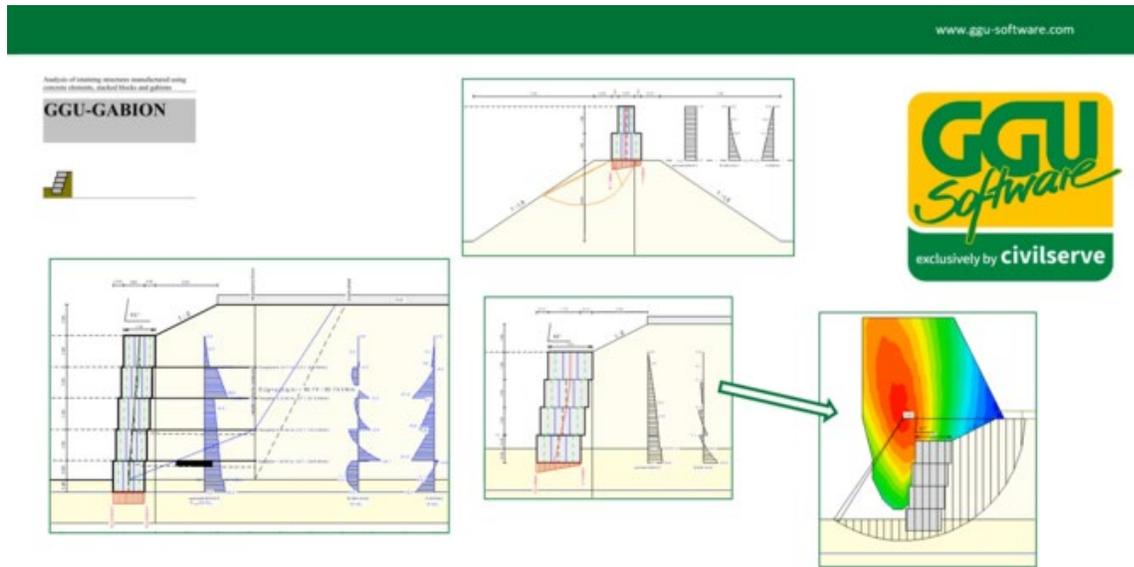


Nota. Propia del investigador (2023)

Acceder por medio del programa GGU-GABION y revisar el punto distribuidor de esfuerzos. Este proceso se exhibe visualmente por medio de la figura 20 que se adjunta.

Figura 20

Software GGU-GABION

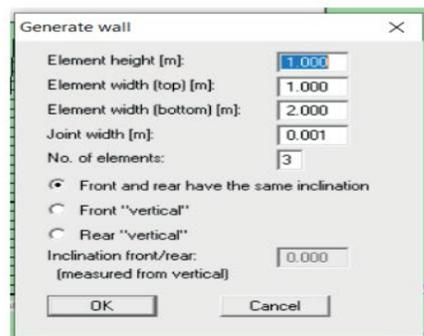
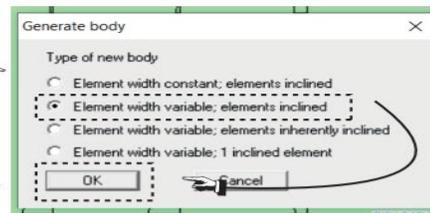
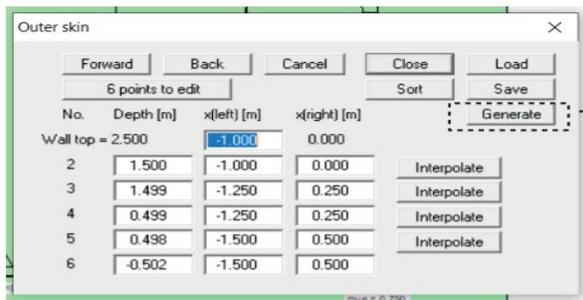
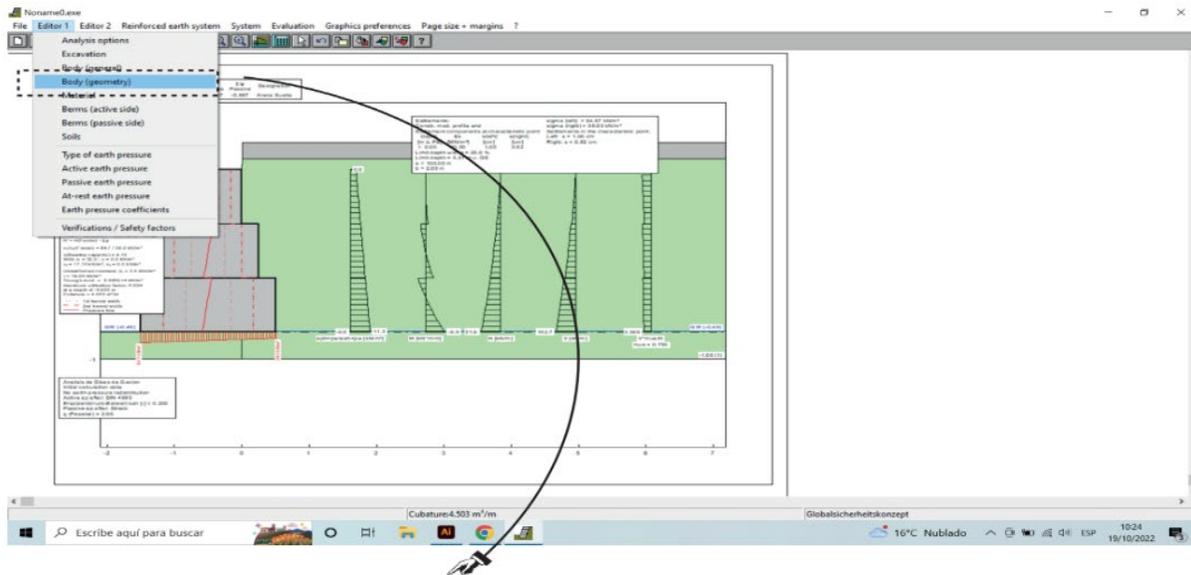


Nota. Propia del investigador (2023)

Continuar con la secuencia de pasos indicados y proporcionar la información especificada. Los detalles de este proceso se exhiben por medio de las figuras 21, 22, 23 y 24 que se adjuntan.

Figura 21

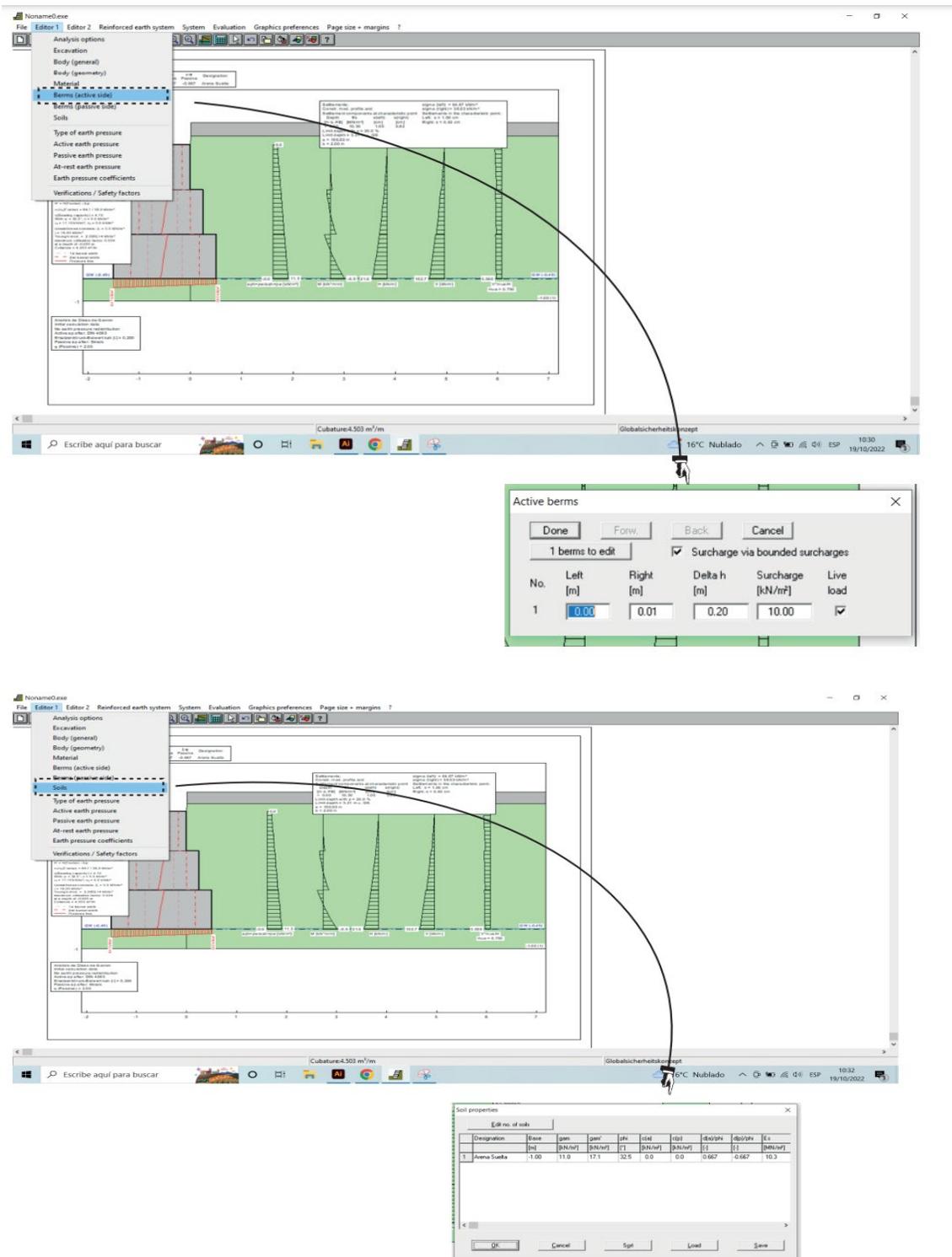
Ingreso de datos por medio del software GGU-GABION



Nota. Propia del investigador (2023)

Figura 22

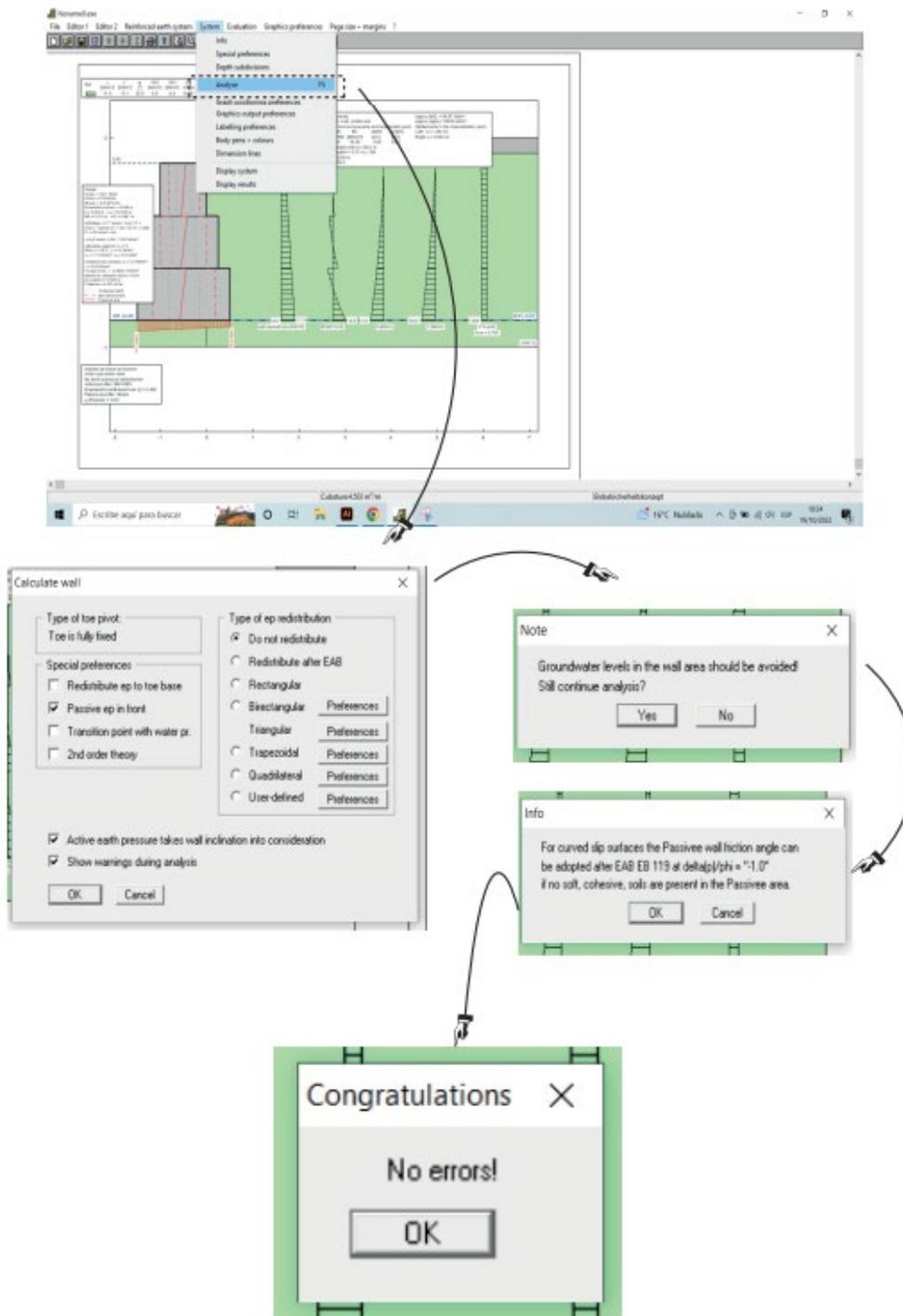
Ingreso de datos por medio del software GGU-GABION



Nota. Propia del investigador (2023).

Figura 23

Comando para seguir en el software GGU-GABION



Nota. Propia del investigador (2023).

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1. IMPACTO SOCIAL

Con base en la estratificación de vulnerabilidad desarrollada en el punto 4.1.5, se considera que la población con muy alta vulnerabilidad está compuesta por individuos menores de 4 años y mayores de 65 años. La población con alta vulnerabilidad incluye a aquellos en los rangos etarios de 5 a 14 años y de 55 a 64 años. Además, presentan muy alta vulnerabilidad aquellos con discapacidad visual, sin acceso a servicios básicos y sin planes de gestión de riesgos. La alta vulnerabilidad se atribuye a personas con discapacidad auditiva y con acceso a solo un servicio básico.

En la Tabla 59, se presenta la información sobre el número de habitantes afectados socialmente por los deslizamientos ocurridos en la carretera Lajas-Cochabamba.

Tabla 59
Impacto social medido como número de pobladores

Impacto Social					
MUY ALTO	Menores a 4 y mayores de 65	Discapacidad Visual	No cuenta con SSBB	Fatalista	Nunca
	3301		1796		
ALTO	De 5 a 14 y de 55 a 64	Auditiva	Cuenta solo con agua no potable, energía eléctrica, o pozo ciego	Escasamente preventivo	Escasamente
	4737		1097		
MEDIO	De 15 a 24 y de 45 a 54	Física o motora	Cuenta solo con agua no potable, energía eléctrica, o pozo ciego	Parcialmente preventivo	Regular
	3271		1694		

BAJO	De 25 a 44	Intelectual- no tiene	Cuenta con agua no potable, energía eléctrica y pozo ciego o cuenta con todos los SSBB	Preventivo e implementa acciones de reducción	Constante o totalmente
	1962			3585	

Nota. Se considera que los deslizamientos producidos en la carretera Lajas Cochabamba produciría un impacto social que traería como consecuencia que 8038 pobladores se vean afectados.

5.2. IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico se determinará en función de factores como: tipo de posesión de viviendas, número de personas que habitan en ellas, estado de conservación de las viviendas, tipo de componentes empleados en el proceso constructivo y la cercanía de las construcciones al peligro.

Las viviendas presentan **vulnerabilidad “muy alta”** ante deslizamientos si cumplen con las siguientes condiciones: poseen una estructura precaria, albergan a más de 5 personas, están construidas con material de tapial, no cuentan con techo, el estado de conservación del techo es muy malo, y la distancia entre la edificación y las fuentes de peligro es inferior a 10 metros.

Según los valores resultantes, se considera que el impacto económico de los deslizamientos afecta a 3,886 pobladores debido al estado precario de sus viviendas.

Tabla 60
Impacto Económico

Impacto Económico									
MUY ALTO	El área de terreno de cultivo es Mayor = a 10 ha	Agricultura y/o ganadería	Poseedor precario, invasor	Más de cinco personas a cargo	Tapial	Sin techo, plástico y/o carrizo con tierra	El estado de conservación del material del techo es Muy Malo	Educación	Nulo cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
			2816	3187	1598	36	3886		
ALTO	El área de terreno de cultivo es de 5 a 10 ha	Centro de labores	Poseedor con constancia de posesión	Cuatro personas a cargo	Madera	Madera y/o calamina sobre viguería de madera	El estado de conservación del material del techo es Malo	Vivienda	mínimo cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
			370	964	1885	4933	873	5279	
MEDIO	El área de terreno de cultivo es de 2.5 a 5 ha	Comercio	Inquilino	Tres personas a cargo	Adobe	Teja sobre viguería de madera sobre viguería de madera	El estado de conservación del material del techo es Regular	Comercio	Aparente cumplimiento de la norma al momento de realizar la edificación
			331	345	1598				
BAJO	El área de terreno de cultivo es de 2.5 ha a menos	Otra o ninguno	Con título de propiedad inscrito o no en RR.PP	Menos de dos personas a cargo	Ladrillo o concreto	Teja y calamina sobre viguería de manera o losa de concreto	El estado de conservación del material del techo es bueno o muy bueno	Desocupada	Cumplimiento total de la norma al momento de realizar la edificación
			1762	121	689	283	126		

Por un lado, el impacto de los deslizamientos en la zona estudiada se refleja en la carretera Lajas-Cochabamba. La ocurrencia de estos eventos provoca daños en la carretera, lo que requiere su rehabilitación. Además, los deslizamientos impiden el tránsito libre de vehículos por la carretera. Aproximadamente, 11 km de la muestra de estudio se ven afectados por los deslizamientos, generando un costo económico de rehabilitación de \$9,900,000 dólares americanos (Crónicas Económicas, 2023), considerando que el costo promedio por kilómetro de carretera pavimentada es de 900,000 dólares (Infobae, 2017).

Por otro lado, la reconstrucción de las viviendas afectadas por los deslizamientos conlleva un gasto económico de S/.334,196,000 nuevos soles, dado que el costo promedio de construcción de una vivienda es de S/.86,000.00 nuevos soles.

5.3. IMPACTO AMBIENTAL

Para medir el impacto ambiental generado por el deslizamiento, se utilizó la herramienta de la Matriz de Leopold, que cuantifica los impactos generados por determinadas acciones o actividades en un proyecto o tema específico. Esta matriz se subdivide en tres factores: el medio físico, el medio biológico y el medio socioeconómico.

En relación con la investigación sobre deslizamientos, se consideró dividir el análisis en dos fases. La primera fase corresponde al periodo durante el deslizamiento, que genera un impacto negativo debido a las afectaciones directas en los tres factores. La segunda fase contempla las acciones posteriores al deslizamiento, que presentan un impacto positivo al ofrecer beneficios y potenciar el desarrollo en los tres factores. A continuación, se presentan las matrices correspondiente.

Figura 25

Impacto ambiental durante el deslizamiento

		ACCIONES						SUMA		
INSPECTOR: <i>HOYOS IDROGO DIANNA SADITH</i>		DURANTE EL DESLIZAMIENTO						Magnitud	PROMEDIO NEGATIVO	
TESIS: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS CHOCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA-DEPARTAMENTO DE		DESLIZAMIENTO	FLUJO DE DETRITOS	EROSIÓN DE LADERAS	OBSTRUCCIÓN DE CARRETERA	INVASIÓN DE CULTIVOS	DESTRUCCIÓN DE VIVIENDAS			
FACTORES	MEDIO FÍSICO	AIRE								
		Calidad del aire	-4	-2	-3	0	-2	-3	-14	-39
			4	2	2	0	2	3	13	
		Nivel de olores	-3	-1	-2	0	-1	-3	-10	-22
		2	1	2	0	2	3	10		
	Nivel de ruido	-4	-3	-3	0	-1	-4	-15	-33	
		2	2	2	0	1	3	10		
	AGUA									
	Calidad del agua	0	0	0	0	-5	-2	-7	-24	
		0	0	0	0	4	2	6		
	SUELO									
	Calidad del suelo	-3	-5	-4	-3	-4	-1	-20	-73	
		3	5	4	2	4	1	19		
	Morfología	-3	-5	-5	-2	-4	-2	-21	-59	
	2	4	3	2	3	1	15			
Cambio de Uso	-4	-5	-3	-4	-4	-3	-23	-72		
	3	4	2	3	4	2	18			
MEDIO BIOLÓGICO	FLORA									
	Cobertura vegetal	-5	-3	-3	0	-6	-1	-18	-71	
		5	3	2	0	5	1	16		
	FAUNA									
Alteración del hábitat	-5	-3	-3	0	-5	-5	-21	-77		
	4	2	2	0	5	4	17			
MEDIO SOCIOECONÓMICO	CALIDAD VISUAL									
	Paisaje rural / urbano	-5	-4	-4	-4	-4	-6	-27	-98	
	4	3	2	3	4	5	21			
MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO									
	Salud de las personas	0	0	0	-7	-4	-10	-21	-161	
		0	0	0	7	3	10	20		
Empleo	0	0	0	-5	-7	-8	-20	-117		
	0	0	0	4	7	6	17			
Reaprovechamiento	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0			
MAGNITUD (+/-)		-36	-31	-30	-25	-47	-48			
IMPORTANCIA		29	26	21	21	44	41		-846	
PROMEDIO		-122	-103	-73	-103	-203	-242	-846	OK	

MAGNITUD
Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a

IMPORTANCIA
Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado

Nota. Elaboración propia (2023)

En la aplicación de la Matriz de Leopold, durante el deslizamiento se consideraron partidas como el inicio del deslizamiento, el flujo de detritos, la erosión de laderas, la obstrucción de la carretera, la invasión de cultivos y la destrucción de viviendas. La partida más afectada en esta etapa fue la destrucción de viviendas, con un valor de -242, debido a su impacto directo en la salud humana. En estas situaciones, las pérdidas materiales y humanas son significativas, llevando a que la salud humana reciba la máxima valoración de -10 en magnitud y 10 en importancia, identificándola como el componente más afectado del factor socioeconómico.

La partida de invasión de cultivos también resultó en una valoración significativa de -203. Los desastres suelen afectar los cultivos, provocando la pérdida de todo lo sembrado, generando inestabilidad económica y pérdida de empleo para algunos trabajadores, dado que los espacios de invasión quedan inutilizados temporalmente.

En cuanto a los factores evaluados, el **factor físico** tuvo como componente más perjudicado la calidad del suelo, con una valoración de -73. El cambio de uso del suelo recibió un valor de -72, ya que estos eventos generalmente hacen que el suelo y las carreteras se vuelvan inutilizables a corto plazo, generando retrasos e imposibilitando el transporte.

Para el **factor biológico**, la máxima valoración se dio para el paisaje urbano. La deposición de detritos causó un deterioro total del paisaje, dejando solo polvo, tierra y escombros, lo que afecta gravemente la calidad visual y ecológica de la zona.

En el **factor socioeconómico**, el componente más afectado fue la salud humana, con una valoración de -161, debido a que las pérdidas humanas son irreparables. Finalmente, en conjunto, todas las actividades evaluadas durante la fase del deslizamiento tuvieron una valoración general de -846. Este valor negativo indica un impacto significativo y adverso que afecta tanto a la población como al ecosistema.

Figura 26

Impacto ambiental después del deslizamiento

		ACCIONES				SUMA		
INSPECTOR: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH		DESPÚES DEL DESLIZAMIENTO				Magnitud	PROMEDIO NEGATIVO	
TESIS: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS CHOCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA- DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA "		REUBICACIÓN DE LA POBLACIÓN	LIMPIEZA DE ZONA CON DETRITOS	MEJORAMIENTO DE TALUD	HABILITACIÓN DE CARRETERA			
FACTORES	MEDIO FÍSICO	AIRE						
		Calidad del aire	-1 1	-4 3	-2 2	-1 2	-8 7	-18
		Nivel de olores	-2 2	-2 2	0 0	-2 1	-6 5	-10
		Nivel de ruido	-3 2	-4 2	-2 1	-2 2	-11 7	-20
		AGUA						
		Calidad del agua	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0
		SUELO						
		Calidad del suelo	0 0	5 4	5 4	2 2	12 10	44
	Morfología	-2 1	4 3	3 2	2 2	7 8	20	
	Cambio de Uso	-2 2	3 4	0 0	3 2	4 8	14	
	BIOMODOLÓGICO	FLORA						
		Cobertura vegetal	-3 2	2 1	-2 1	0 0	-3 4	-6
		FAUNA						
		Alteración del hábitat	0 0	2 2	0 0	0 0	2 2	4
	SOCIOECONÓMICO	CALIDAD VISUAL						
		Paisaje rural / urbano	2 2	4 3	3 2	3 3	12 10	31
	SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO						
		Salud de las personas	10 9	3 3	3 3	4 3	20 18	120
Empleo		5 5	5 5	6 5	5 4	21 19	100	
Reaprovechamiento		4 3	4 4	4 4	4 3	16 14	56	
MAGNITUD (+/-)		8	22	18	18			
	IMPORTANCIA	29	36	24	23		335	
	PROMEDIO	108	88	79	60	335	OK	

MAGNITUD
Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a

IMPORTANCIA
Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado

Nota. Elaboración propia (2023)

La Matriz de Leopold aplicada para la fase después del deslizamiento consideró partidas como la reubicación de la población afectada, la limpieza de zonas con detritos, el mejoramiento del talud y la habilitación de la carretera. La partida con mayor impacto en esta etapa fue la reubicación de la población, con un valor de 108. Esto se debe a que influye directamente en la salud y estabilidad de la población; en estas situaciones, la prioridad es salvaguardar la vida humana, lo que otorga a la salud humana la máxima valoración de 10 en magnitud y 9 en importancia, identificándola como el componente con mayor valoración del factor socioeconómico.

A continuación, la partida de limpieza de zonas con detritos recibió una valoración de 88. Esta actividad genera empleo y mejora el bienestar de la población, aunque también tiene impactos negativos en la calidad del aire y en los niveles de ruido debido a la naturaleza de las actividades involucradas.

El mejoramiento del talud presentó un valor de 79, considerado bajo en comparación con otras partidas. Aunque este proceso tiene aportes significativos para la población, también afecta negativamente a factores del medio físico y biológico, como el agua, el suelo, el ruido, la flora y la fauna.

En relación con los factores evaluados, para el **factor medio físico**, el componente con mayor valoración fue la calidad del suelo, con un valor de 44. La morfología y el nivel de ruido siguieron con valores de 20 y -20, respectivamente. La habilitación de vías y la eliminación de detritos tienen un impacto positivo en la calidad del suelo, pero el nivel de ruido genera una repercusión negativa.

En el **factor medio biológico**, la máxima valoración se dio para el paisaje rural/urbano, con un valor de 31. La eliminación de detritos causados por el deslizamiento permite que el paisaje vuelva a su estado original.

En cuanto al **factor socioeconómico**, el componente con mayor valoración fue la salud humana, con un valor de 120, ya que se busca fomentar el bienestar de los afectados.

Finalmente, en conjunto, todas las actividades evaluadas en la fase después del deslizamiento tuvieron una valoración general de 335. Este valor positivo refleja los aportes significativos que estas acciones generan tanto para la población como para el ecosistema en general.

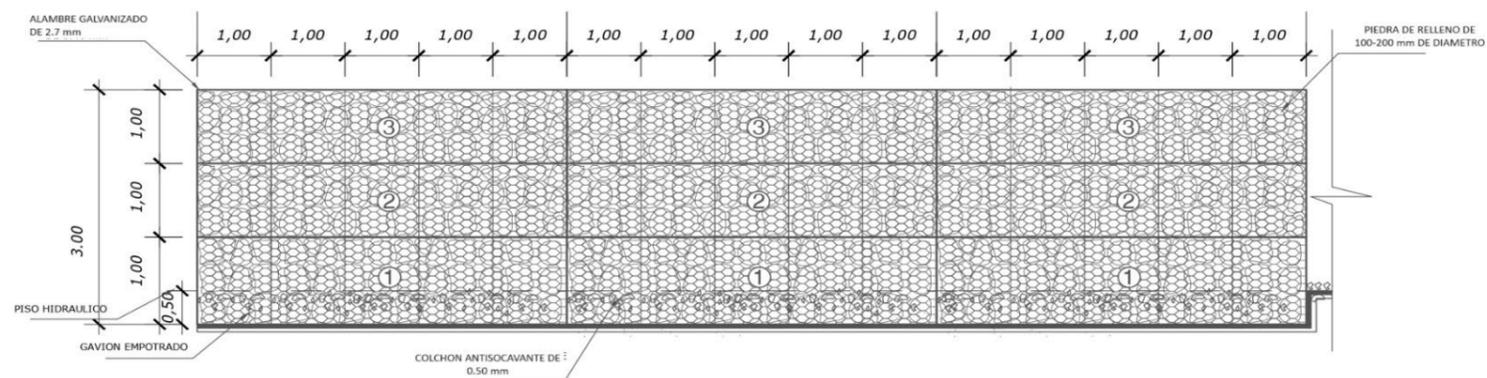
5.4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La normativa adoptada para el diseño del muro de gaviones es la **ACI 318-11**, elaborada por el American Concrete Institute (ACI). Esta normativa establece pautas esenciales para garantizar la integridad estructural y la seguridad del proyecto, cubriendo aspectos desde la selección de materiales hasta los métodos de construcción, con el objetivo de asegurar la conformidad con las mejores prácticas en ingeniería civil.

El diseño del muro de gaviones se especifica en tres capas distintas. La **primera capa** tiene una longitud de 6 metros y una altura de 1 metro, proporcionando una base sólida para la estructura. La **segunda capa** mide 4 metros de longitud y 1 metro de altura, reforzando aún más la estabilidad del muro. La **tercera capa** presenta una longitud de 2 metros y una altura de 1 metro, dispuesta en dos hileras contiguas, cada una con dimensiones de 5 metros x 1 metro x 1 metro.

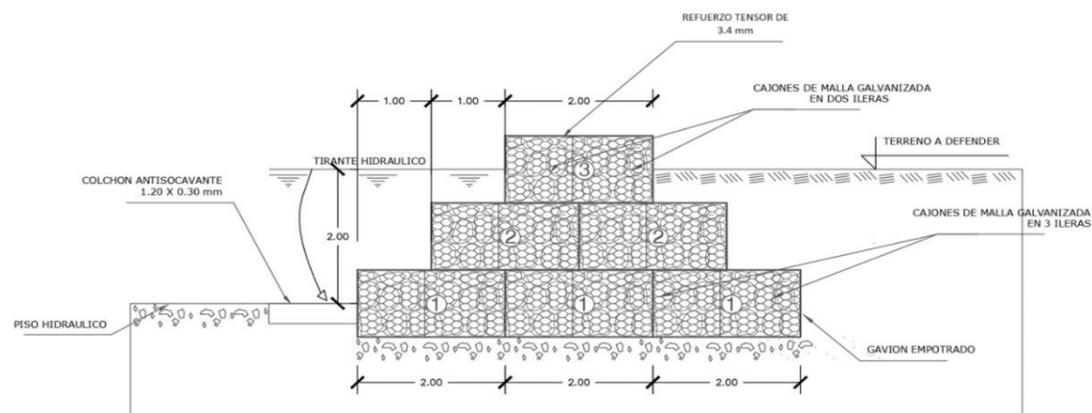
Además, la **tercera capa** incluye un colchón antisocavante con dimensiones de 1.2 metros x 0.3 metros. Este componente adicional no solo mejora la estabilidad del muro, sino que también actúa como una medida preventiva contra posibles procesos de socavación, contribuyendo a la resistencia general del sistema.

Figura 27
Muro de gaviones



ELEVACIÓN FRONTAL DE MURO DE GAVIONES
Esc: 1/50

COMPONENTE	DIMENSIONES NORMADAS
GAVIONES	2 M X 1 M X 1 M
MALLA GALVANIZADA	VARIÁ SEGÚN EL DISEÑO, COMÚNMENTE ENTRE 2.7 MM A 4 MM DE DIÁMETRO DE ALAMBRE, CON ABERTURAS DE MALLA DE 80 MM X 80 MM A 100 MM X 100 MM.
ALAMBRE GALVANIZADO	2.7 MM DE DIÁMETRO, 2.2 M DE LONGITUD, UTILIZADAS PARA ATAR LOS GAVIONES ENTRE SÍ Y CON LOS REFUERZOS.
REFUERZO TENSOR	3.4 MM DE DIÁMETRO
PIEDRA PARA RELLENO	VARIÁ SEGÚN EL TAMAÑO DEL GAVIÓN, PIEDRA DE RÍO DE 100 MM A 200 MM DE DIÁMETRO.
GEOTEXTIL	DIMENSIONES VARIABLES SEGÚN EL DISEÑO Y LA APLICACIÓN ESPECÍFICA.
GRAPAS DE FIJACIÓN	VARIÁ SEGÚN EL DISEÑO, COMÚNMENTE ENTRE 50 MM A 100 MM DE LONGITUD.



DETALLE DE MURO DE GAVIONES
Esc: 1/50


UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

TESIS:
 DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO

REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS -COCHABAMBA	ESCALA: 1/1000	PLANO:
TESISTA: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH		APROBADO POR:		PT-01
ASESOR: MG. JORGE ALBERTO CABRERA SALVATIERRA		FECHA: OCT-2023		

Nota. Propia del investigador (2023).

Continuando, se mencionan las dimensiones normadas conforme a los componentes comprendidos por el muro de gaviones:

Tabla 61

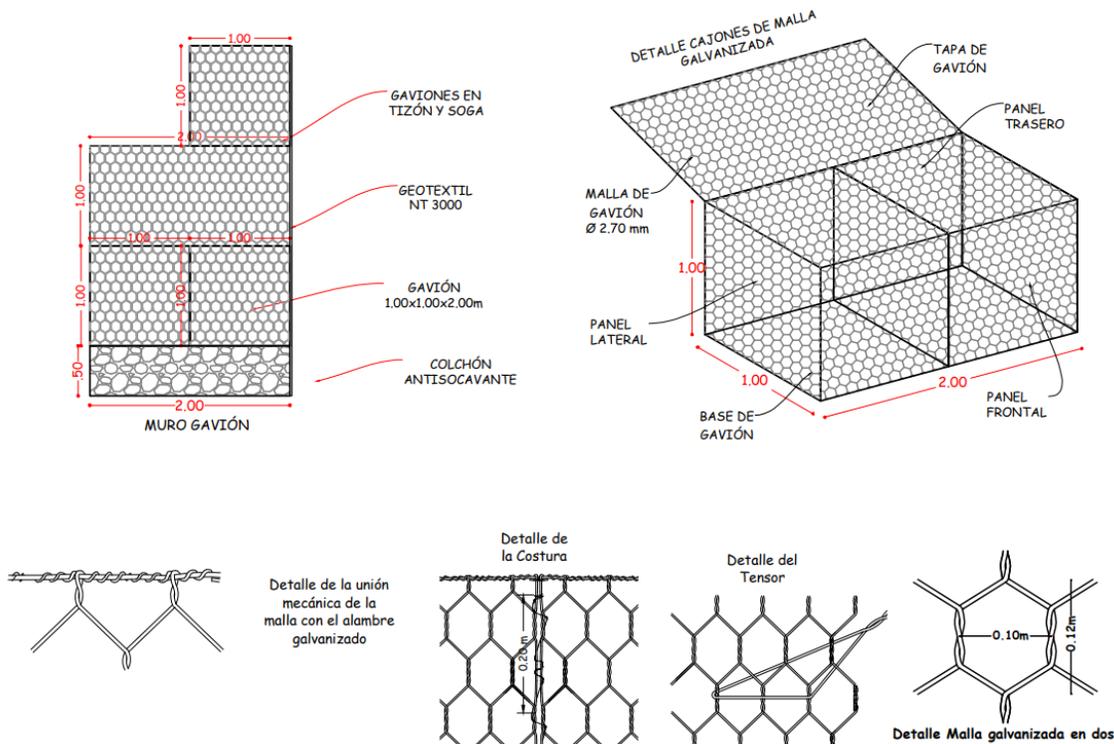
Dimensiones de componentes de muro de gaviones

Componente	Dimensiones normadas
Gaviones	2 m x 1 m x 1 m
Malla galvanizada	Varía según el diseño, comúnmente entre 2.7 mm a 4 mm de diámetro de alambre, con aberturas de malla en 80 mm x 80 mm a 100 mm x 100 mm.
Alambre galvanizado	2.7 mm de diámetro, 2.2 m de longitud, utilizadas para atar los gaviones entre sí y con los refuerzos.
Refuerzo tensor	3.4 mm de diámetro
Piedra para relleno	Varía según el tamaño del gavión, piedra de río de 100 mm a 200 mm de diámetro.
Geotextil	Dimensiones variables según el diseño y la aplicación específica.
Grapas de fijación	Varía según el diseño, comúnmente entre 50 mm a 100 mm de longitud.

Nota. Propia del investigador (2023)

Figura 28

Componentes de muro de gaviones



Nota. Propia del investigador (2023)

La ejecución de una obra de muro de gaviones para evitar deslizamientos puede generar varios beneficios sociales, entre los que se incluyen:

Reducción del riesgo de desastres naturales: Los deslizamientos de tierra pueden ser catastróficos, causando daños materiales y pérdidas humanas. La construcción de muros de gaviones ayuda a estabilizar el terreno y reduce significativamente el riesgo de deslizamientos, lo que protege a las comunidades cercanas de posibles tragedias.

Protección de la infraestructura: Los deslizamientos de tierra pueden dañar carreteras, puentes, líneas eléctricas y otras infraestructuras vitales. Al evitar los deslizamientos, los muros de gaviones protegen esta infraestructura, lo que a su vez garantiza la conectividad y el poder acceder a los servicios básicos para las comunidades.

Preservación del medio ambiente: La construcción de muros de gaviones suele ser una de las alternativas más respetuosas con el medio ambiente que otras técnicas de estabilización del suelo, ya que utiliza materiales naturales y locales. Esto ayuda a mantener la estabilidad ecológica en la zona y protege los recursos naturales, como ríos y suelos fértiles.

Fomento del desarrollo económico local: La prevención de deslizamientos mediante la construcción de muros de gaviones genera contribuciones en el desarrollo de la economía de las comunidades de medio local. Al mantener seguras las áreas propensas a deslizamientos, se promueve la estabilidad económica al proteger la infraestructura, las viviendas y las tierras de cultivo, lo que a su vez fomenta la inversión y el crecimiento económico en la región.

Mejora de la calidad de vida: La reducción del riesgo de deslizamientos y la protección de la infraestructura básica contribuyen significativamente al bienestar de los habitantes del área investigada. Los muros de gaviones ofrecen un entorno más seguro y estable para vivir, trabajar y recrearse, mejorando así el bienestar general de la comunidad.

En síntesis, la construcción de muros de gaviones para prevenir deslizamientos proporciona beneficios sociales significativos, incluyendo la disminución del riesgo de desastres naturales, la protección de la infraestructura, la preservación del medio ambiente, el fomento del crecimiento económico local y la mejora en la calidad de vida de las comunidades afectadas.

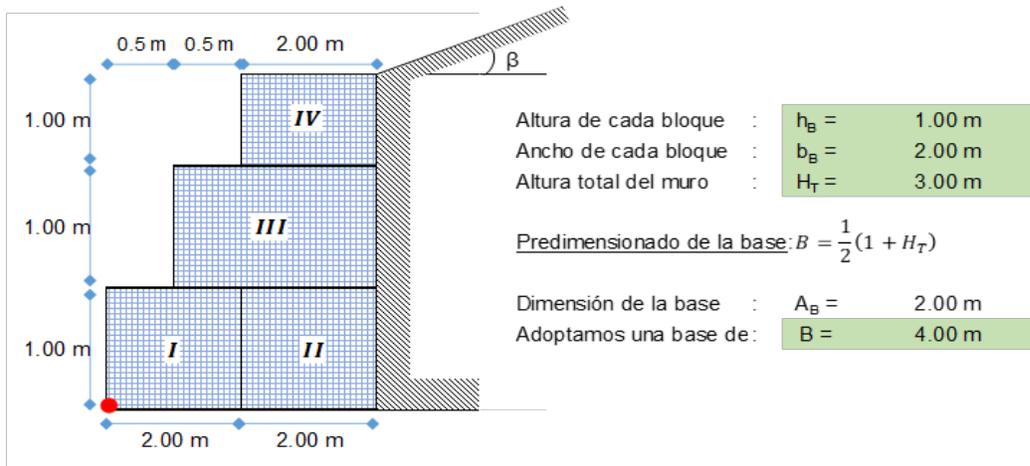
Asimismo, se realizó una verificación del diseño mediante un análisis descriptivo realizado en hojas de cálculo, validando el diseño obtenido con el uso de software especializado

Diseño de muro de gaviones

DATOS PARA EL DISEÑO:

- Peso del terreno	:	$g_s = 1.94 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra	:	$g_r = 2.91 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción	:	$\phi = 15.02^\circ$
- Ángulo que forma el relleno	:	$\beta = 8.53^\circ$
- Capacidad portante	:	$s_s = 0.93 \text{ kg/cm}^2$

GEOMETRÍA DEL MURO:



CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO:

- EMPUJE ACTIVO:

Coeficiente de empuje activo:

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

$$K_a = 0.63909361$$

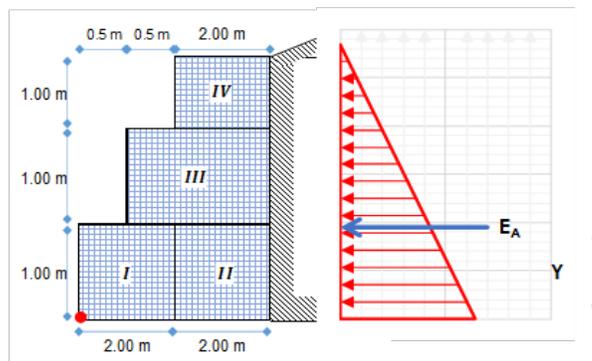
Cálculo del empuje activo:

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

$$E_A = 5.5793 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje activo:

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



ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD:

- CÁLCULO DEL PESO TOTAL Y MOMENTO RESISTENTE:

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	2.000	2.91 tn/m ³	5.82 tn/m	1.000	5.8200
II	Gavión	2.000	2.91 tn/m ³	5.82 tn/m	3.000	17.4600
III	Gavión	2.500	2.91 tn/m ³	7.28 tn/m	1.750	12.7313
IV	Gavión	2.000	2.91 tn/m ³	5.82 tn/m	2.000	11.6400
Σ =				24.74 tn/m	Σ =	47.651

$$P = 24.74 \text{ tn}$$

$$M_r = 47.7 \text{ tn-m}$$

- CÁLCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCIÓN:

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

$$M_A = 5.579 \text{ tn} \times 1.000 \text{ m}$$

$$M_A = 5.579 \text{ tn-m}$$

- VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO: FSD = 1.50

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

$$f = 0.450$$

$$FSD = 2.00 > 1.50 \quad \dots \text{ Conforme}$$

- VERIFICACIÓN POR VOLTEO: FSD = 2.00

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

$$FSV = 8.54 > 2.00 \quad \dots \text{ Conforme}$$

- VERIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$x_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 1.70 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - x_0 \quad e = 0.2991 \text{ m}$$

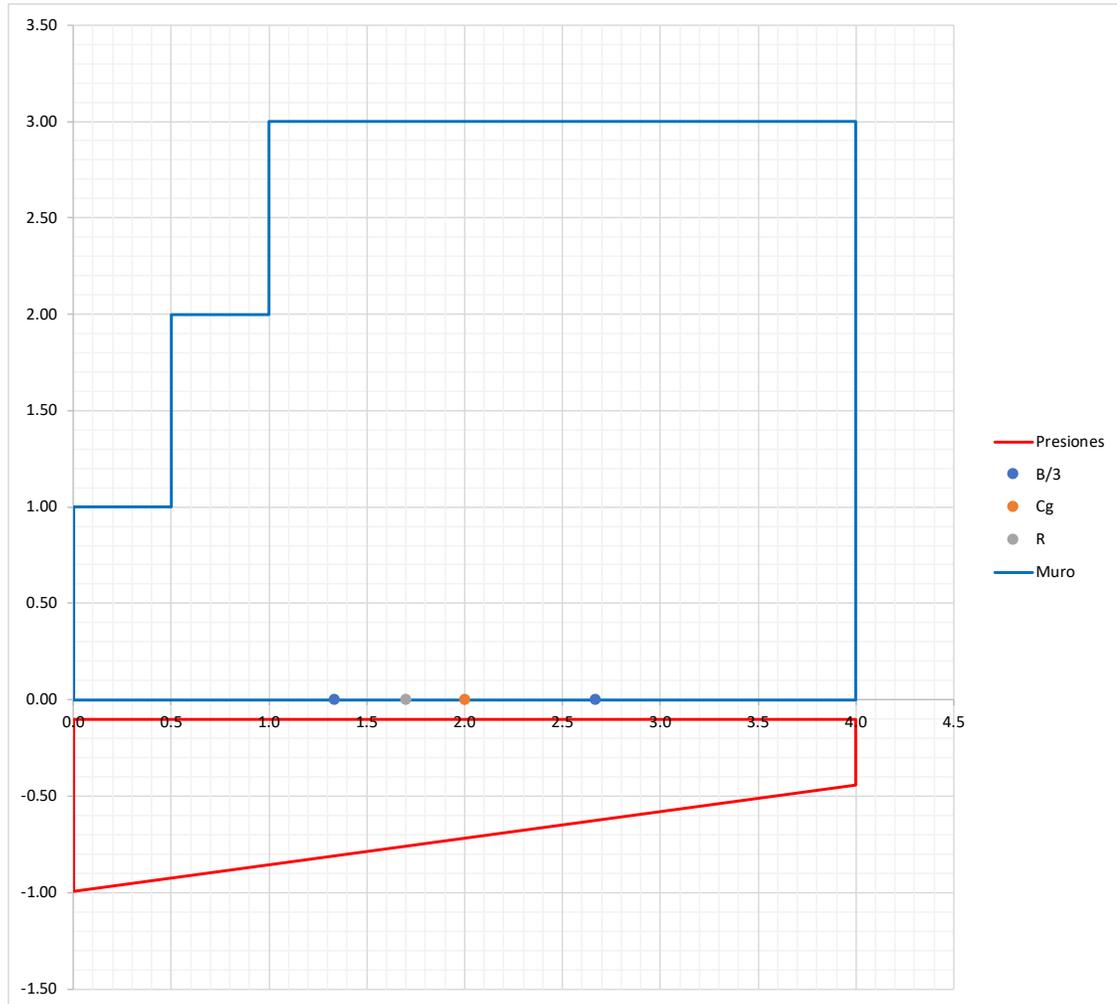
Se debe cumplir que: $e < \frac{B}{6} = 0.67 \text{ m} \quad \dots \text{ Ok: cae dentro del tercio central}$

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

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

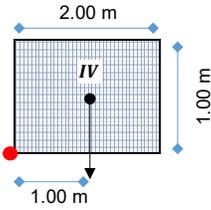
$s_1 = 0.90 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 0.93 \text{ kg/cm}^2$... Conforme
 $s_2 = 0.34 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 0.93 \text{ kg/cm}^2$... Conforme

- ESQUEMA DE PRESIONES:



VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE:

- PRIMER BLOQUE:



Fuerzas estabilizantes:

Peso (IV) = 2.00 x 1.00 x 2.91 = 5.82000 tn

Momento (IV) = 5.82 tn x 1.00 = 5.82000 tn-m

Fuerzas desestabilizantes:

Empuje = $E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2$ = 0.6199 tn

Momento = $M_A = E_A * Y$ = 0.20664 tn-m

Verificación por deslizamiento FSD = 1.50

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

FSD = 4.69 > 1.50 ... **Conforme**

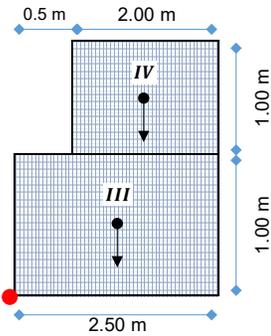
Verificación por volteo:

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

FSV = 28.16 > 2.00 ... **Conforme**

FSV = 2.00

- SEGUNDO BLOQUE:



Fuerzas estabilizantes:

Peso (IV) = 2.00 x 1.00 x 2.91 = 5.82000 tn

Peso (II) = 1.00 x 2.50 x 2.91 = 7.27500 tn

$\Sigma = 13.09500$ tn

Momento (IV) = 5.82 tn x 1.50 m = 8.73000 tn-m

Momento (III) = 7.28 tn x 1.25 m = 9.09375 tn-m

$\Sigma = 17.8238$ tn-m

Fuerzas desestabilizantes:

Empuje = $E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2$ = 2.4797 tn

Momento = $M_A = E_A * Y$ = 1.65312 tn-m

Verificación por deslizamiento FSD = 1.50

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

FSD = 2.64 > 1.50 ... **Conforme**

Verificación por volteo:

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

FSV = 10.78 > 2.00 ... **Conforme**

FSV = 2.00

Por último, cabe recalcar que la construcción de este proyecto conllevaría un presupuesto de S/10,613,473.92 nuevos soles, sin considerar costos de IGV, utilidad y gastos generales.

Descripción	Unidad	Metrado	Costo Unitario	Costo total
Obras provisionales				
Cartel de obra de 3.60 x 2.40 m	und	1	S/ 727.63	S/ 727.63
Movilización y desmovilización de equipos	glb	1	S/ 77,456.16	S/ 77,456.16
Trabajos preliminares				
Limpieza de terreno natural	m2	18562.24	S/ 3.15	S/ 58,401.41
Trazo, nivel y replanteo	m2	18562.24	S/ 3.34	S/ 61,951.35
Protección con gaviones				
Movimiento de tierras				
Excavación de terreno con maquinaria	m3	52471.18	S/ 18.05	S/ 947,104.80
Eliminación de material excedente	m3	1824.22	S/ 27.73	S/ 50,585.62
Muro de gaviones				
Excavación con material suelto	m3	52471.18	S/ 23.05	S/ 1,209,258.18
Gaviones tipo caja I	m3	18562.24	S/ 217.18	S/ 4,031,404.45
Gaviones tipo caja II	m3	12374.83	S/ 220.74	S/ 2,731,615.52
Gaviones tipo caja III	m3	6187.41	S/ 220.74	S/ 1,365,806.66
Colchón antisocavante	m3	773.43	S/ 92.11	S/ 71,240.64
Seguridad y salud	glb	1	S/ 2,677.92	S/ 2,677.92
Mitigación ambiental	glb	1	S/ 5,243.58	S/ 5,243.58
Total				S/ 10,613,473.92

DISCUSIONES

Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

HG: El diseño de un muro de gaviones mitiga el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, provincia de Chota-Departamento de Cajamarca.

Este diseño permite minimizar el impacto negativo de los deslizamientos en diferentes áreas. A nivel social, se reduce la pérdida de vidas y se protege a la población afectada. En el ámbito económico, se disminuyen las pérdidas materiales y se asegura la continuidad del comercio y el transporte. Desde el punto de vista ambiental, se mitigan los efectos adversos sobre el medio físico, biológico y socioeconómico.

Por lo tanto, la hipótesis general del estudio se considera válida, ya que la construcción del muro de gaviones efectivamente reduce el impacto de los deslizamientos y disminuye el nivel de exposición de la población a estos eventos.

Tabla 62

Discusión con hipótesis general

Hipótesis planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El diseño de un muro de gaviones mitiga el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, provincia de Chota-Departamento de Cajamarca.	De acuerdo con los resultados obtenidos en base a la matriz de estratificación y de Leopold se verían minimizados con el diseño del muro de gaviones.	La hipótesis general se considera verdadera, dado que al diseñarse el muro de gaviones se mitiga el impacto generado por el deslizamiento en la carretera.

Nota. Propia del investigador (2023)

H1: El impacto social de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba provoca daños severos en la infraestructura y afecta a una población de 50,000 habitantes.

Se considera que los deslizamientos producidos en la carretera Lajas Cochabamba produciría un impacto ambiental que traería como consecuencia que 8038 pobladores se vean afectados

Por este motivo la hipótesis 1 se considera inválida dado que el deslizamiento de detritos no genera un impacto social de esa magnitud.

Tabla 63

Discusión con hipótesis específica 1

Hipótesis planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El impacto social de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas- Cochabamba provoca daños severos en la infraestructura y afecta a una población de 50,000 habitantes.	De acuerdo con los resultados obtenidos se considera que la población vulnerable varía en un intervalo de edad menor a 4 años y mayor a 65.	La hipótesis 1 se considera falsa, dado que el deslizamiento de detritos genera un impacto social de 8038 habitantes.

Nota. Propia del investigador (2023)

H2: El impacto económico de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba asciende a 10,000,000.00 nuevos soles.

Con la ocurrencia de deslizamientos se ven afectados alrededor de 11km de la muestra de estudio, lo cual genera un costo económico por rehabilitación de \$9,900,000 dólares americanos. Por otro lado, la reconstrucción de las viviendas afectadas producto del deslizamiento conlleva un gasto económico de S/.334,196,000 nuevos soles.

Por este motivo la hipótesis 2 se considera válida dado que el deslizamiento de detritos genera un gran impacto económico.

Tabla 64

Discusión con hipótesis específica 2

Hipótesis planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El impacto económico de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba asciende a 10,000,000.00 nuevos soles.	De acuerdo con los resultados obtenidos los deslizamientos generan daño a la infraestructura de la carretera Lajas Cochabamba.	La hipótesis 2 se considera verdadera, dado que el deslizamiento de detritos genera un impacto económico mayor a 10,000,000 nuevos soles.

Nota. Propia del investigador (2023)

H3: El impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas- Cochabamba es alto.

El impacto ambiental generado por el deslizamiento en se clasificó como alto y negativo debido a que el principal factor al que afecta es la salud humana por las pérdidas de vidas, el desempleo, la contaminación y la inaccesibilidad y uso de la carretera por deslizamiento de detritos.

Por este motivo la hipótesis 3 se considera válida dado que el deslizamiento de detritos genera un gran impacto negativo al medio físico, biológico y socioeconómico.

Tabla 65

Discusión con hipótesis específica 3

Hipótesis planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera	De acuerdo con los resultados alcanzados por la matriz de Leopold	La hipótesis 3 se considera verdadera, dado que el deslizamiento de

Lajas- Cochabamba es alto.	se considera impacto negativo	detritos genera un impacto negativo.
----------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

Nota. Propia del investigador (2023)

Antecedentes Nacionales

Cervantes y Hilario (2018), en su tesis titulada *Propuesta de análisis y diseño de gaviones ante posibles deslizamientos de taludes entre los tramos del KM 00+000 al KM 00+885 del distrito de Los Olivos*, abordaron el diseño de gaviones como una solución para mitigar el impacto de los deslizamientos. Utilizando una metodología aplicada, un nivel explicativo y un diseño no experimental, los resultados demostraron que el diseño propuesto de gaviones efectivamente reduce el elevado nivel de vulnerabilidad de los pobladores. Sin embargo, la zona también es susceptible a huaycos, por lo que se recomienda la implementación de defensas ribereñas. La investigación concluye que el diseño de muros de gaviones es viable y ofrece soluciones efectivas para los problemas desfavorables presentes en la zona de estudio.

Tabla 66

Contrastación de antecedentes nacionales

Antecedentes	Método aplicado	Resultados obtenidos	Observaciones
Cervantes y Hilario (2018) en su tesis denominado "Propuesta de análisis y diseño de gaviones ante posibles deslizamientos de taludes entre los tramos del	Utilizó un diseño de gaviones con fines de estabilizar el talud y hacer frente al deslizamiento, además de evaluar a nivel social,	Obtuvieron por resultado que utilizar gaviones logra reducir el alto grado de vulnerabilidad de la población.	Este resultado coincide con la investigación ya que se realizó una propuesta de muro de gaviones y este permite minimizar el nivel de exposición de la población.

KM 00+000 al económico y
KM +885 del ambiental.
distrito de Los
Olivos”

Nota. Elaboración propia (2023)

CONCLUSIONES

El diseño del muro de gaviones demostró ser óptimo como defensa para el talud, evitando así los deslizamientos. El diseño se estructuró en tres etapas con dimensiones específicas: una base de 6 m de longitud, una parte intermedia de 4 m y una capa superior de 2 m, todas con una altura uniforme de 1 m. La ejecución de esta obra de muro de gaviones proporciona beneficios sociales significativos, al reducir el riesgo de desastres naturales, proteger la infraestructura, preservar el medio ambiente, fomentar el crecimiento económico local y mejorar el bienestar de las comunidades afectadas.

La población con una vulnerabilidad Muy Alta incluye a aquellos menores de 4 años y mayores de 65 años. También se considera con vulnerabilidad Alta a aquellos en los rangos etarios de 5 a 14 años y de 55 a 64 años. Además, la vulnerabilidad Muy Alta se aplica a personas con discapacidad visual, sin servicios básicos y sin planes de gestión de riesgo. Se estima que los deslizamientos en la carretera Lajas Cochabamba afectarían a 8,038 pobladores.

El impacto económico de los deslizamientos afecta aproximadamente 11 km de la carretera estudiada, lo que resulta en un costo de rehabilitación de \$9,900,000 dólares estadounidenses, dado que el costo promedio de pavimentación por kilómetro es de \$900,000. Además, la reconstrucción de viviendas afectadas por los deslizamientos implica un gasto económico de S/.334,196,000 nuevos soles, considerando un costo promedio de S/.86,000 nuevos soles por vivienda.

Se determinó que el deslizamiento presenta tanto impactos ambientales negativos como positivos. Durante la fase del deslizamiento, se identifican actividades críticas como la destrucción de viviendas, afectando directamente la salud humana debido a la pérdida de bienes materiales y vidas. Esta fase obtuvo un valor total de -846 (valor adimensional medido con la matriz de Leopold), reflejando el impacto negativo en esta etapa. Por otro lado, en la fase posterior al deslizamiento, se alcanzó un valor positivo de 335 (valor adimensional en la matriz de Leopold), indicando mejoras en el bienestar de la población a través de la salud, la empleabilidad y la rehabilitación de las actividades cotidianas.

La propuesta de solución frente a los deslizamientos es el diseño e implementación de un muro de gaviones con las siguientes características: la capa inicial tiene una longitud de 6 metros y una altura de 1 metro. La segunda capa se extiende a 4 metros de longitud y 1 metro de altura. La tercera capa está compuesta por dos hileras adyacentes, cada una con una longitud de 5 metros, un ancho de 1 metro y una altura de 1 metro, y la capa en su conjunto tiene una longitud total de 2 metros y una altura de 1 metro. Además, se incorpora un colchón antisocavante con dimensiones de 0.50 metros. Se estima que el costo de implementación de este proyecto sería de S/10,613,473.92 nuevos soles.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones similares en zonas con problemas de vulnerabilidad ante deslizamientos. Esto permitirá promover futuros proyectos que mejoren y garanticen la calidad y seguridad de la vida de los pobladores.

Es aconsejable evaluar el impacto social basándose en datos actualizados. En investigaciones futuras, se podría considerar la realización de visitas in situ para identificar la población posiblemente afectada en caso de estos eventos.

Se sugiere efectuar una evaluación del impacto ambiental para generar una gestión de riesgo adecuada ante eventos de deslizamiento. Esto debe incluir la consignación de eventualidades, el impacto antes, durante y después del evento, así como las actividades preventivas y de acción rápida para la población.

Además, se recomienda establecer un sistema de monitoreo a largo plazo para conocer la efectividad continua de las medidas de estabilización, minimizando la ocurrencia de desastres y evitando impactos económicos negativos en la zona.

Finalmente, se recomienda desarrollar planes de contingencia para reducir el tiempo de permanencia del desastre en la carretera, ya que esto interrumpe el transporte y el comercio, afectando económicamente a la población.

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Arce, D. (2020). Traffic Parameters Survey Methodology for Traffic Modelling of Intersections: Case of Study Lima, Peru. *IEEE ANDESCON*, 1-6. Retrieved from <https://doi.org/nb8z>
- Arias, J. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL. Obtenido de <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Bárcena, A., Samaniego, J., Wilson, P., & Alatorre, J. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Santiago: CEPAL. Retrieved from <https://goo.su/MJQHg>
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <https://goo.su/syUCK>
- Çağdaş, K., & Derya, A. (2021). Simulation of the climatic changes around the coastal land reclamation areas using artificial neural networks. *Urban Climate*, 38, Artículo 100914. Retrieved from <https://doi.org/nb8v>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014, 11 de febrero). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales*. Retrieved from <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>
- Cervantes, S. M., & Hilario, C. (2018). *Propuesta de análisis y diseño de gaviones ante posibles deslizamientos de taludes entre los tramos del km 00+000 al km 00+885 del distrito de los Olivos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Telesup]. Repositorio Digital de la UTELESUP. Retrieved from <https://repositorio.utelesup.edu.pe/handle/UTELESUP/326>
- Comisión de Gestión Integral del Riesgo de Emergencias y Desastres en Educación. (2021, febrero). *Plan de contingencia frente a los efectos de las lluvias intensas, inundaciones y movimientos en masa, 2021-2023*. Retrieved from <https://goo.su/pLuzIDS>
- Crónicas económicas. (2023, 11 de abril). *La compleja y cara misión que nos toca*. Retrieved from <https://goo.su/xDmfK>
- Espinoza, R. (2019). *Sistemas de Estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo – Huancavelica, 2018*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la UCV. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25119>
- Flood Resilience Portal. (2024, 24 de mayo). *Portal de resiliencia ante inundaciones*. Retrieved from <https://goo.su/mUUc58>
- Fracassi, G. (2019). *Defensas dibereñas con gaviones y geosintéticos*. Ediciones de la U. Retrieved from <https://goo.su/3kgiLhK>
- GGU-GABION. (2021, 20 de julio). *GGU Software Latinoamérica*. Retrieved from <https://goo.su/JGNZ4d>

- Giancola, M. Á., & Amaya, A. (2020). Manual para la construcción de Muros tipo Gavión en la ejecución de proyectos de vialidad estado de Zulia. *REVECITEC*, 10(1), 56-77. Retrieved from <https://ojs.urbe.edu/index.php/revecitec/article/view/1759>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2021, marzo). *Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento de la zona urbana del centro poblado la Pucara, distrito de Tacabamba, provincia de Chota, región Cajamarca*. Retrieved from <https://goo.su/Npjb8t>
- Guzman, L. A., Arellana, J., & Castro, W. F. (2022). Desirable streets for pedestrians: Using a street-level index to assess walkability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 111, Artículo 103462. Retrieved from <https://doi.org/nb8t>
- Imfeld, N., Barreto, C., Correa, K., Jacques, M., Sedlmeier, K., Gubler, S., . . . Brönnimann, S. (2019). Summertime precipitation deficits in the southern Peruvian highlands since 1964. *Int J Climatol*, 39(11), 4497–4513. Retrieved from <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/89>
- Infobae. (2017, 20 de noviembre). *El kilómetro de carretera en América Latina cuesta 7 veces más que en Europa*. Retrieved from <https://goo.su/SOUTT>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018, octubre). *Resultados definitivos de los censos nacionales 2017*. Retrieved from <https://goo.su/FFyC>
- Jaramillo, E. (2010). Defensas costeras en playas arenosas de la Región del Bío-Bío y Maule: ¿Qué podemos aprender de su interacción con el terremoto del 27 de febrero de 2010? *Arquitecturas del Sur*, 28(38), 66-79. Retrieved from <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/813>
- Kirezci, E., Young, I. R., Ranasinghe, R., Muis, S., Nicholls, R. J., Lincke, D., & Hinkel, J. (2020). Projections of global-scale extreme sea levels and resulting episodic coastal flooding over the 21st Century. *Scientific reports*, 10(1), 1-12. Retrieved from <https://doi.org/d5g3>
- Koutsovili, E. I., Tzoraki, O., Kalli, A. A., Provatias, S., & Gaganis, P. (2023). Participatory approaches for planning nature-based solutions in flood vulnerable landscapes. *Environmental Science & Policy*, 140, 12-23. Retrieved from <https://doi.org/nb8s>
- Kumar, P., & Shukla, S. (2023). Utilization of steel slag waste as construction material: A review. *Materials Today: Proceedings*, 78(1), 145-152. Retrieved from <https://doi.org/nb8r>
- Li, A., Zhou, M., Tian, Y., & Yang, S. (2020). Effect of rockfill berm on the stability of large geotextile mat dikes on soft clay. *Computers and Geotechnics*, 128(1), 1-12. Retrieved from <https://doi.org/nb8q>
- Li-Lu, S., Liu, D., Chen, T., & He, M.-T. (Abril de 2019). Analysis on the accident casualties influenced by several economic factors based on the traffic-related data in China from 2004 to 2016. *Chinese Journal of Traumatology*, 22(2), 75-79. Obtenido de <https://doi.org/nb8p>

- Maccaferri Perú. (2024, 20 de febrero). *Engineering a Better solution*. Retrieved from <https://www.maccaferri.com/pe>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, 4 de noviembre). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Retrieved from <https://goo.su/HVofSr>
- Montenegro, K. (2019). *Diseño de muros de contención para el mejoramiento de la estabilidad de taludes a fin de construir casas de concreto en el AA. HH Las Minas, Comas-Lima - 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la UCV. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40124>
- Navaratnarajah, N. (2020). An assessment of building vulnerability to a tsunami in the Galle coastal area, Sri Lanka. *Journal of Building Engineering*, 27, Artículo 100952. Retrieved from <https://doi.org/nb8n>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y Redacción de la Tesis (5° ed.)*. Ediciones de la U. Obtenido de <https://goo.su/Rz3eZog>
- Ogranización de las Naciones Unidas. (2022, 27 de diciembre). *UNEP*. Retrieved from <https://www.unep.org/>
- Olayode, I. O., Tartibu, L. K., Okwu, M. O., & Uchechi, U. F. (2020). Intelligent transportation systems, un-signalized road intersections and traffic congestion in Johannesburg: a systematic review. *Procedia CIRP*, 91, 844-850. Retrieved from <https://doi.org/nb8m>
- Polo, B. R., & Polo, L. R. (2020). *Propuesta de guía de intervención ante deslizamientos para asegurar la transitabilidad en carreteras vecinales*. [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la URP. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3898>
- Rimoldi, P., Shamrock, J., Kawalec, J., & Touze, N. (2021). Sustainable Use of Geosynthetics in Dykes. *Sustainability*, 13(8), Artículo 4445. Retrieved from <https://doi.org/gmk2zt>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2022, 1 de diciembre). *Boletín hidrológico mensual a nivel nacional (diciembre 2022)*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12542/2579>
- Soluciones y Mallas S.A.S. (2022, 18 de junio). *Gaviones*. Retrieved from <https://goo.su/84t3C>
- Soni, J., Chokshi, T., Sharma, R., Gujar, R., Jariwala, N., & Pitroda, J. (2022). Assessing the Applicability of Fine Copper Slag in Road and Structural Fill Application. *Materials Today: Proceedings*, 62(13), 7040-7043. Retrieved from <https://doi.org/nb8j>
- Swain, R., & Maharathi, P. (2021). Design of a Concrete Gravity Dam for Flood Control in Brahmani River Basin. *International Journal of Science and Research*, 10(10), 323-349. Retrieved from <https://www.ijsr.net/archive/v10i10/SR211005195019.pdf>
- Vargas, J. V. (2021). *Propuesta de defensa ribereña para controlar inundaciones utilizando el programa Geo5 en un tramo del Río Chico, Ica 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad

César Vallejo]. Repositorio Institucional de la UCV. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87255>

Xiao, S., Shang, K., Lin, K., Wu, Q., Gu, H., & Zhang, Z. (2023). Pavement crack detection with hybrid-window attentive vision transformers. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 116, Artículo 103172. Retrieved from <https://doi.org/gtch8n>

Zamora, A. I. (2019). *Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del Colegio "San Carlos" - Bambamarca*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la UNC. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2903>

Zhang, L., Gu, W., Byon, Y.-J., & Lee, J. (2023). Condition-based pavement management systems accounting for model uncertainty and facility heterogeneity with belief updates. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 148(1), Artículo 104054. Retrieved from <https://doi.org/nb8h>

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Diseño de muro de gaviones para mitigar el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca						
Problemas General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera influye el diseño de un muro de gaviones en la mitigación del impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?	Realizar el diseño de un muro de gaviones para mitigar el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca	El diseño de un muro de gaviones mitiga el impacto por deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, provincia de Chota-Departamento de Cajamarca.	Muro de Gaviones	Diseño integral	Diseño geométrico	Tipo de investigación
					Cálculo estructural	Aplicada
				Presupuesto	Metrado	Descriptivo
					Análisis de precios unitarios	Población
Problemas Específicos	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifica	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el impacto social generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?	Evaluar el impacto social generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca	El impacto social de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas- Cochabamba provoca daños severos en la infraestructura y afecta a una población de 50,000 habitantes.	Deslizamientos	Impacto social	Nivel de vulnerabilidad	Muestra
					Población afectada	Indicar el kilómetro donde ocurren los deslizamientos
¿Cuál es el impacto económico generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?	Evaluar el impacto económico generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca	El impacto económico de los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba asciende a 10,000,000.00 nuevos soles.	Deslizamientos	Impacto económico	Nivel de vulnerabilidad	Procedimiento
					Presupuesto por rehabilitación en carretas y reconstrucción en viviendas	
¿Cuál es el impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca?	Evaluar el impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas Cochabamba, Provincia de Chota-Departamento de Cajamarca	El impacto ambiental generado por los deslizamientos en el tramo de la carretera Lajas-Cochabamba es alto.	Deslizamientos	Impacto ambiental	Factor biológico	
					Factor físico	
					Factor socioeconómico	

Nota: Elaboración Propia

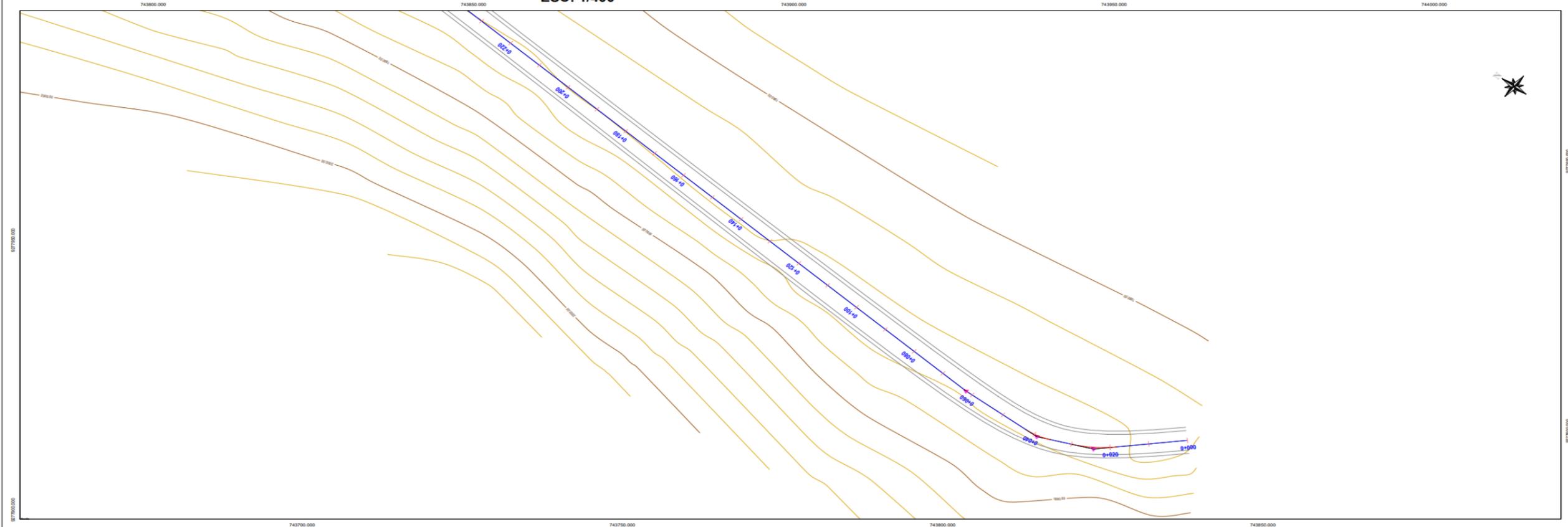
ANEXO 02. FICHA DE OBSERVACIÓN

ACCIONES			ELEMENTOS													
			A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN			B. TRANSF. DEL SUELO Y CONSTRUC.			C. EXT. DE RECURSOS		D. ALT. DE TERRENOS		D. RENOVACIÓN DE RECURSOS		E. ACUMULACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
			Modificación del hábitat	Alteración de la cubierta del suelo	Quemas	Ruido y vibraciones	Excavar y rellenar	Excavaciones y restauración	Paisajismo	Reforestación	Conservación y gestión de la naturaleza	Reciclado de residuos	Infiltraciones subterráneas	Acumulación de restos	Eliminación de chatarras	Fallos operativos
A. CARACTERÍSTICA FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Suelos														
		Morfología del terreno														
	AGUA	Subterránea														
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	ATMOSFERA	Calidad														
		Calidad														
	PROCESOS	Compactación y asentamiento														
	FLORA	Árboles														
		Herbáceas														
C. FACTORES CULTURALES		Cultivos														
		Microflora														
	FAUNA	Insectos														
		Animales terrestres														
D. RELACIONES ECOLÓGICAS		Microfauna														
	ESTÉTICA E INTERES HUMANO	Vistas esénicas y panorámicas														
		Composición del paisaje														
	ESTATUS CULTURAL	Salud y seguridad														
E. ACCIDENTES		Empleo														
	ACTIVIDADES	Eliminación de residuos														
F. ACCIDENTES		Insectos vectores y enfermedades														
		Cadenas tróficas														

ANEXO 03. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/400

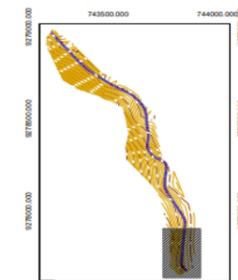


PERFIL LONGITUDINAL esc 1/750



LEYENDA	
	CURVA DE 70M
	RD
	LAD
	PUNTE
	MT
	CAJETA
	MINERA DISEÑADA

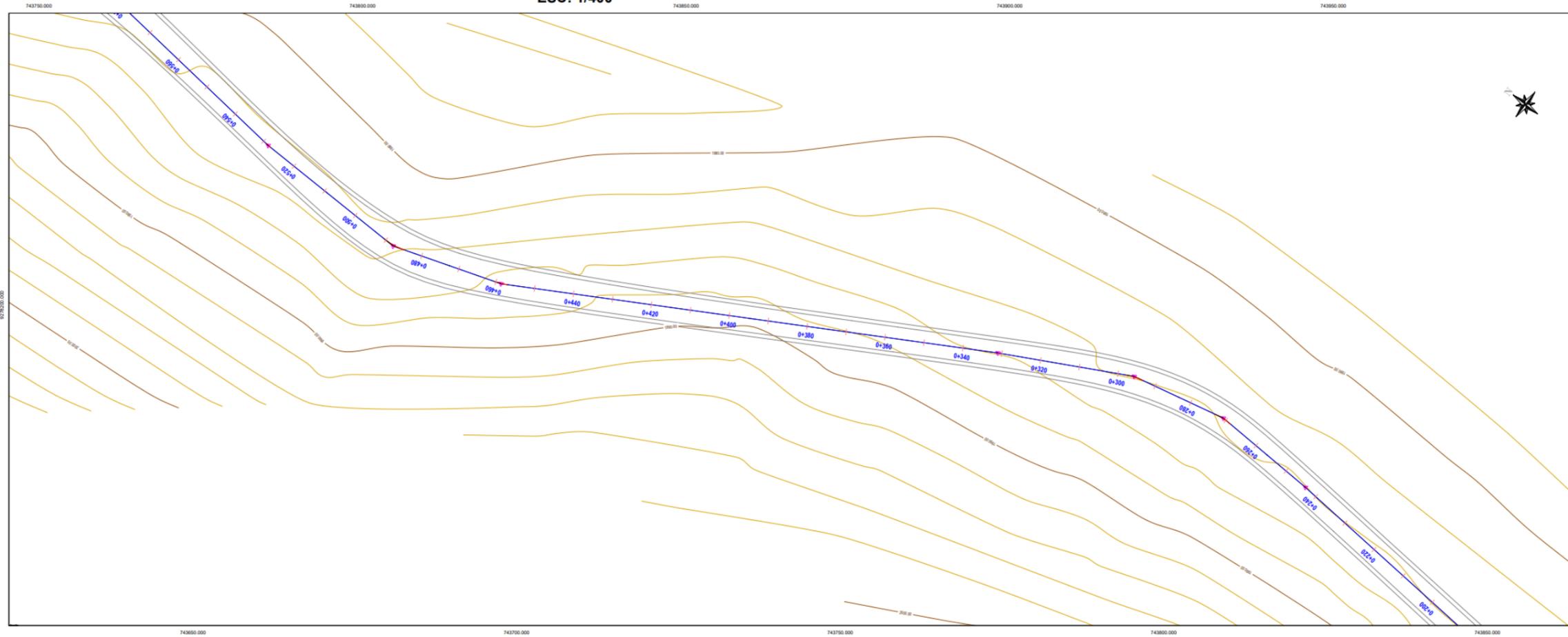
COORDENADAS DE CALICATAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALICATA-1	8273208.848	741792.188
CALICATA-2	8273396.835	741812.731



 UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES			
TESIS: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS OCCIDENTALES, PROVINCIA DE CUSCO - DEPARTAMENTO DE CALAMARCA			
PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1			
REGION: CALAMARCA	PROVINCIA: CUSCO	DISTRITO: LAJAS OCCIDENTALES	ESCALA: 1/400
TESTA:	INYER: DIEGO SALAS SUAREZ	APROBADO POR:	PLANO:
ASISTENTE:	ALVARO ALBERTO CARRERA GALFETE	FECHA: OCT. 2022	PT-01

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/400

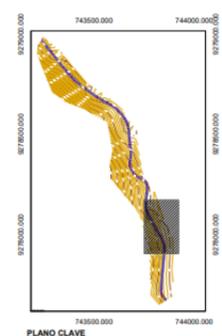


PERFIL LONGITUDINAL esc 1/750



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL
	OPERA DE OBRAS
	EXISTENTE
	AGUA
	ALTIMETRIA
	ALTIMETRIA
	ALTIMETRIA

COORDENADAS DE CALICATAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALICATA-1	8277828.848	743795.198
CALICATA-2	8277828.848	743795.198



UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

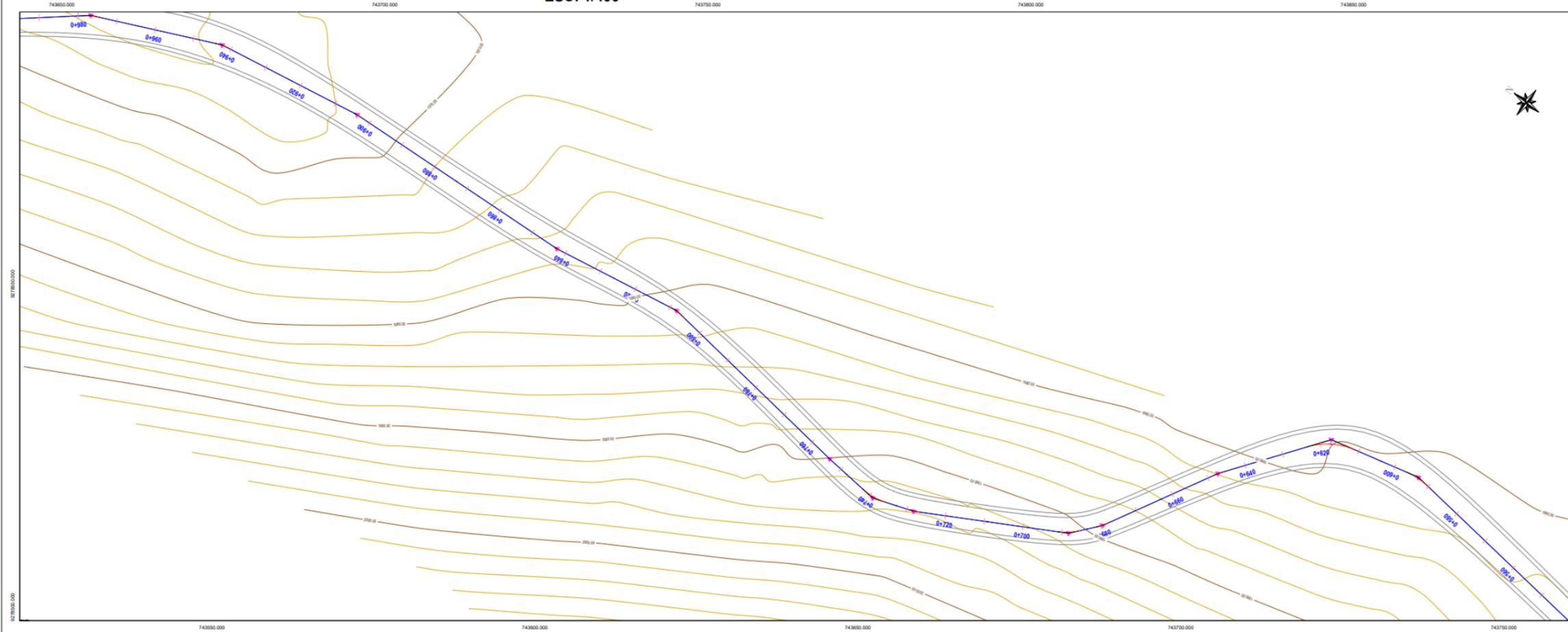
TESIS:
DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CIUTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1

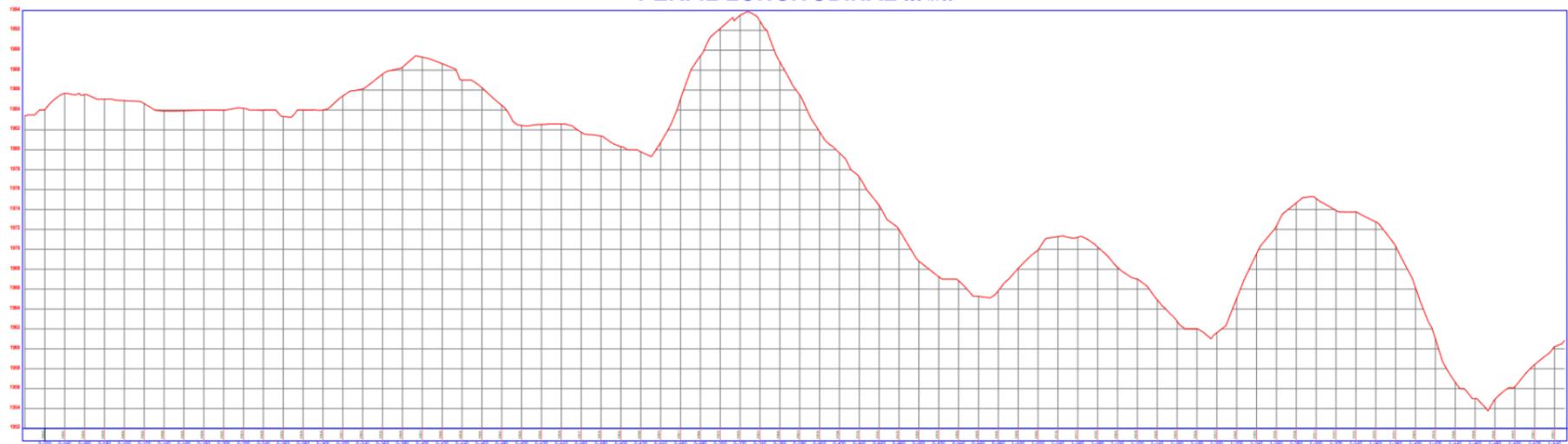
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CIUTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/400	PLANO:
TESISTA:	NOVEL EDGARD RAMIRO BUSTO	AFILIADO POR:		PT-02
ASESOR:	ALONSO ALBERTO CARRERA BALBUENA	FECHA: OCT. 2023		

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/400



PERFIL LONGITUDINAL esc 1/750

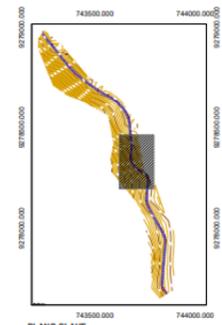


LEYENDA

	CURVA DE NIVEL
	ALINEAMIENTO
	ANCHO

COORDENADAS DE CALZADAS

DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALZADA-1	9273028.540	741760.108
CALZADA-2	9273306.835	741812.731



UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

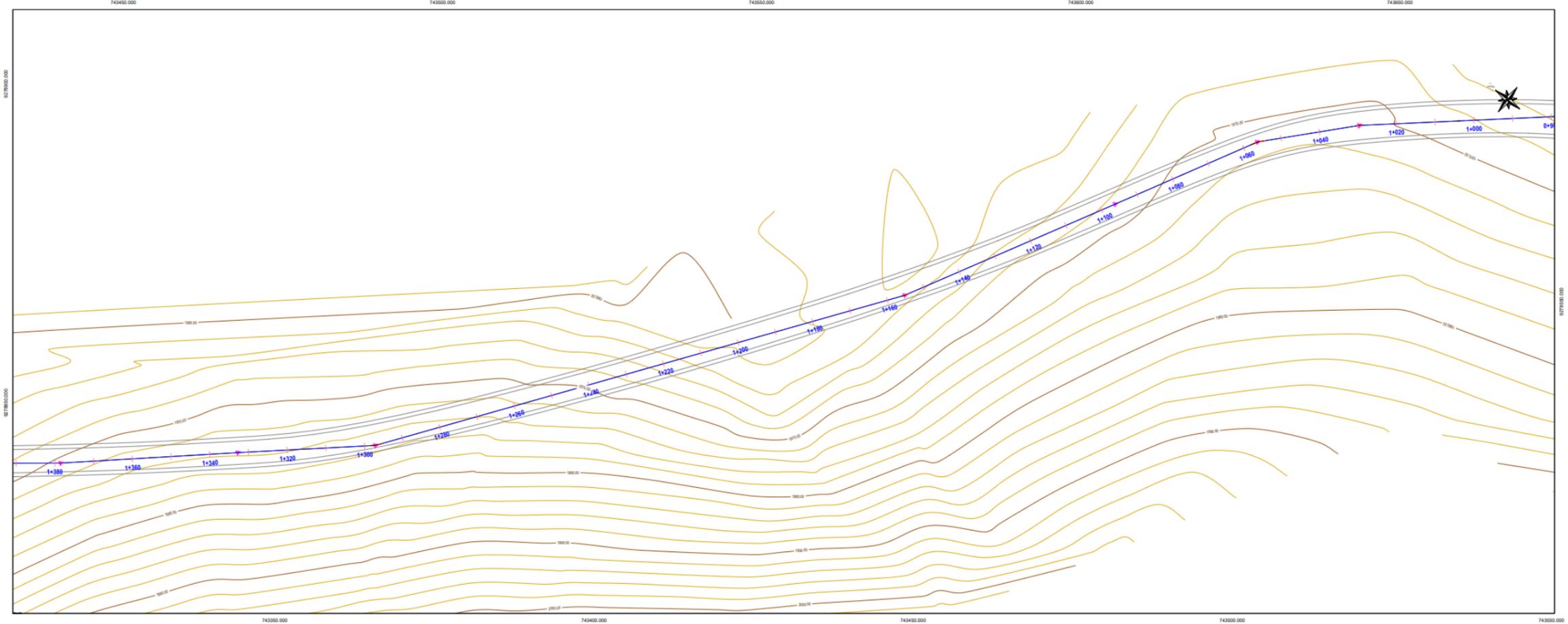
TESIS:
DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1

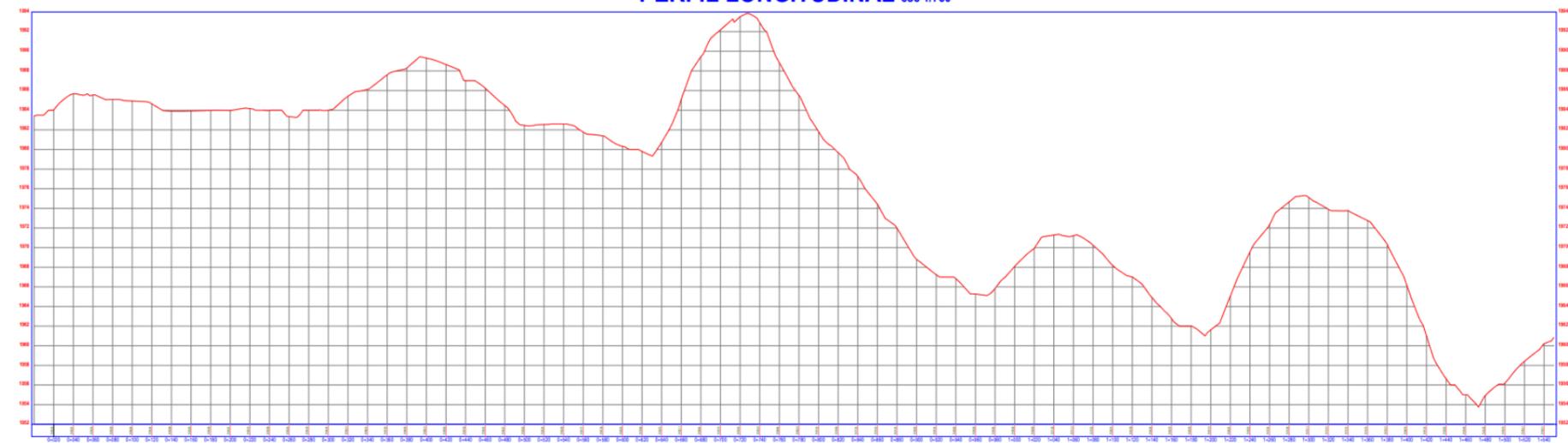
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/400	PLANO:
TESISTA: INGENIERO EDUARDO BARRERA BARRERA	APROBADO POR:	FECHA: OCT 2023	PT-03	
ASESOR: INGENIERO ALBERTO CABRERA SALAZAR				

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/400

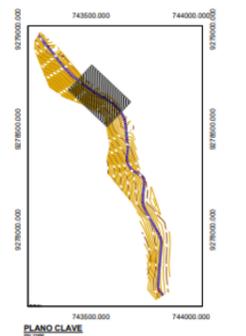


PERFIL LONGITUDINAL esc 1/750



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL
	NO
	EXISTENTE
	AGUA
	ESTRUCTURA
	ALICATA
	ALICATA
	ALICATA
	ALICATA

COORDENADAS DE CALICATAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
ALICATA-1	827308.548	741765.198
ALICATA-2	827338.832	741812.731




UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

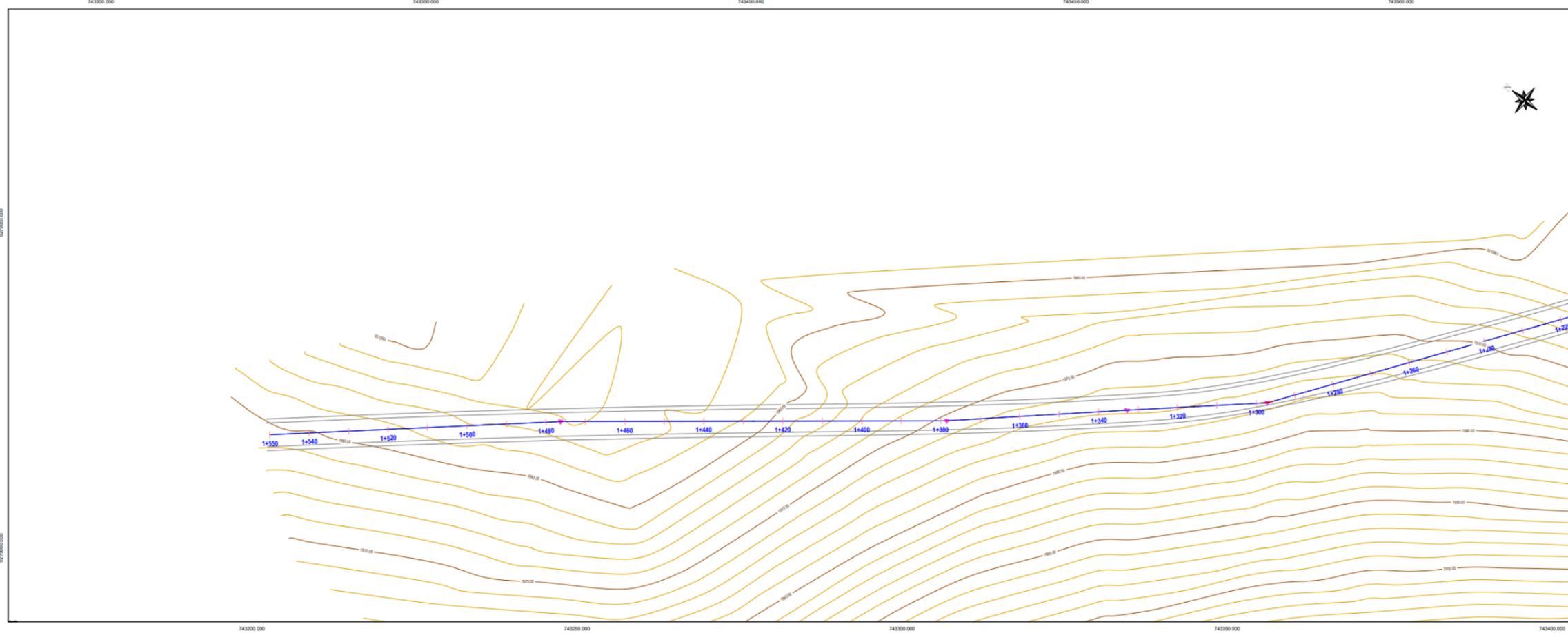
TESIS:
 DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CIUTA - DEPARTAMENTO DE CAMARCA

PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1

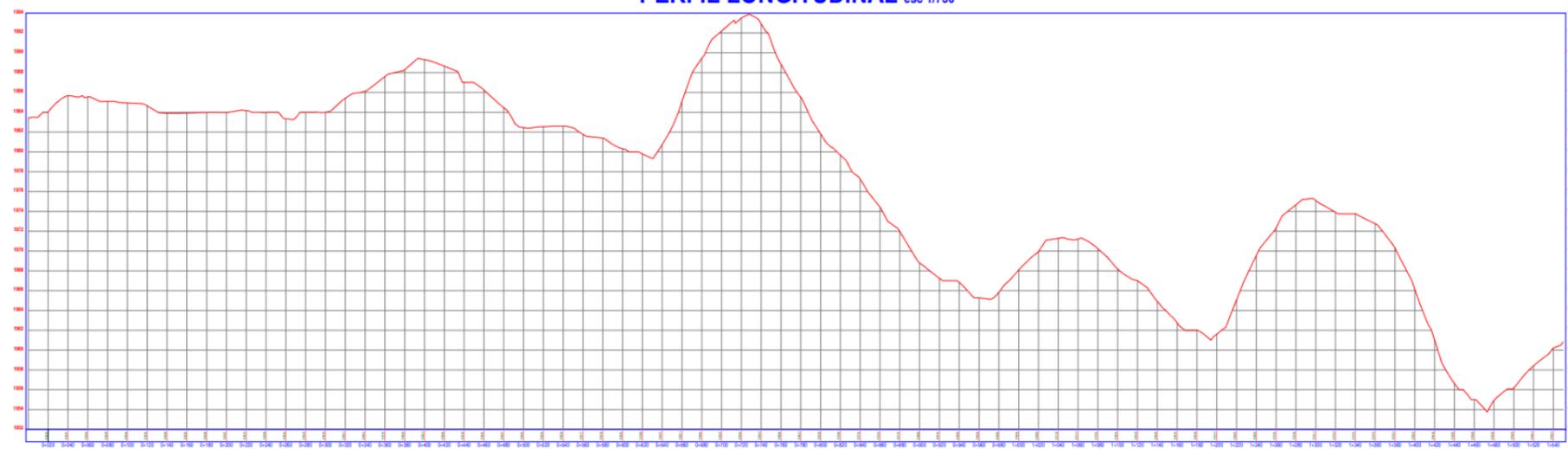
REGION: CAMARCA	PROVINCIA: CIUTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/400	PLANO:
FECHA:	INTEGRADO POR:	APROBADO POR:		PT-04
ASESOR:	ALICATA:	FECHA: OCT-2023		

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/400

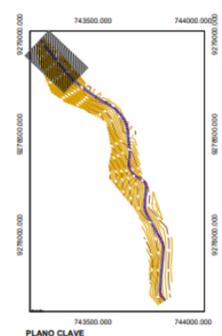


PERFIL LONGITUDINAL esc 1/750



LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL
	LINEA DE ALINEAMIENTO
	AGUA
	ESTRUCTURA
	ALTIMETRIA
	ALTIMETRIA
	ALTIMETRIA

COORDENADAS DE CALICATAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALICATA-1	827308.848	741795.188
CALICATA-2	827308.838	741812.731



UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

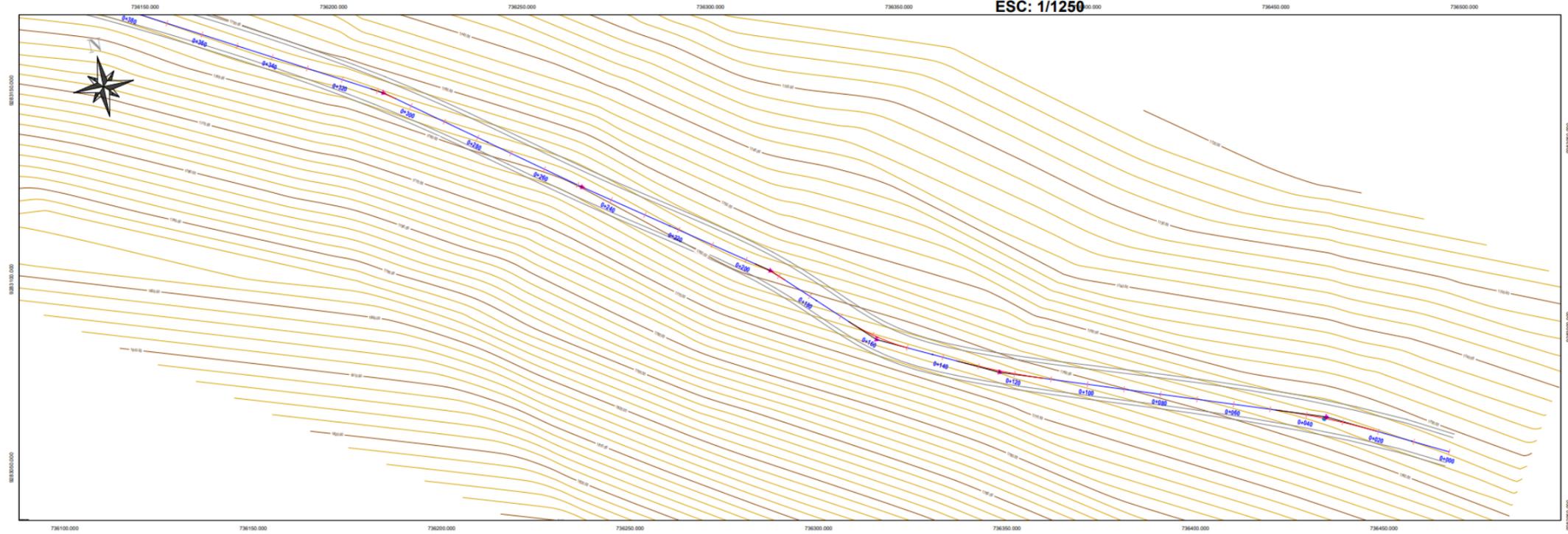
TESIS: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 1

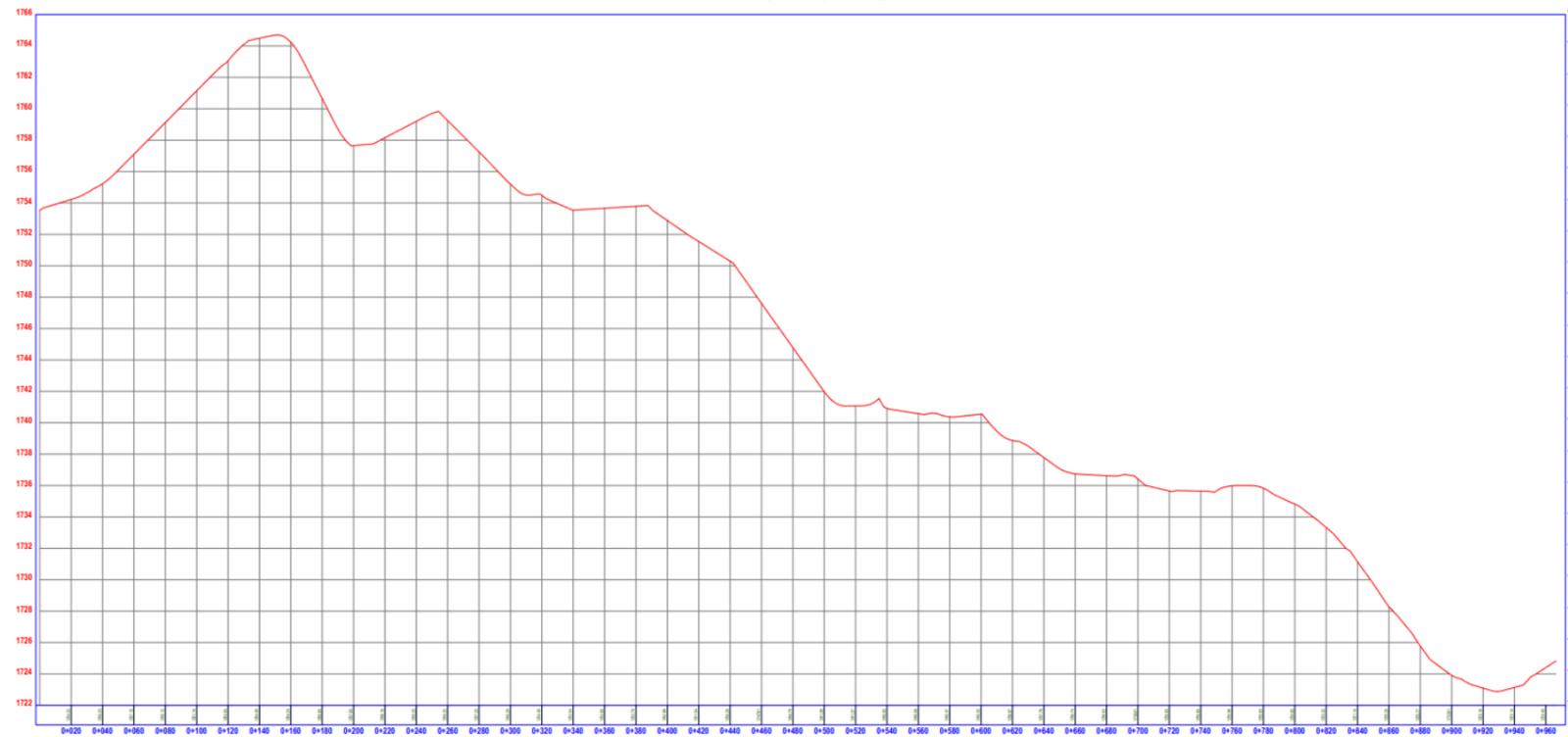
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/400	PLANO:
TESISTA:	BOYER OSCAR DAVID BAUTISTA	APROBADO POR:		PT-05
ASESOR:	ALVARO ALBERTO CARRERA GALATERRA			

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/1250

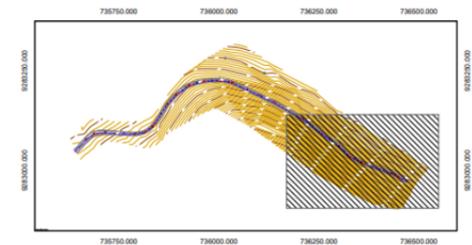


PERFIL LONGITUDINAL



LEYENDA	
	CARRETERIA DE MANTENIMIENTO
	CARRETERIA DE MANTENIMIENTO
	LAGO
	PLAZA
	MTS
	CAJON
	VALLES EXISTENTES

COORDENADAS DE CALCULOS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALCULO-1	807338.548	761755.188
CALCULO-2	807338.835	761812.731

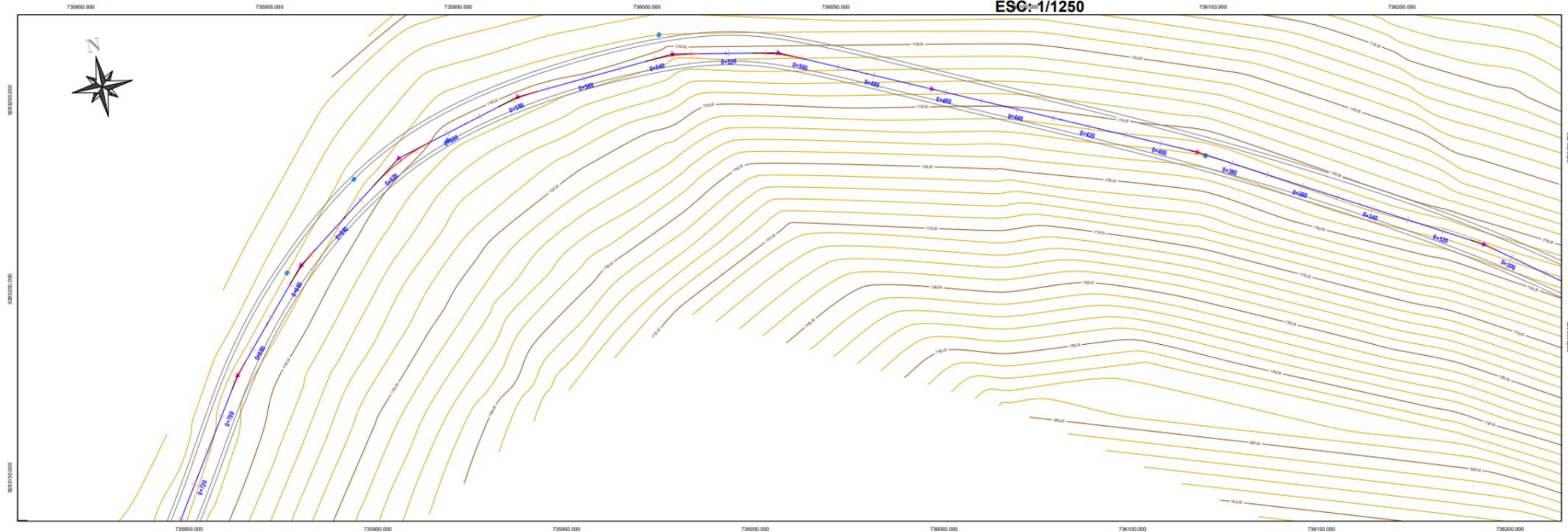


PLANO CLAVE

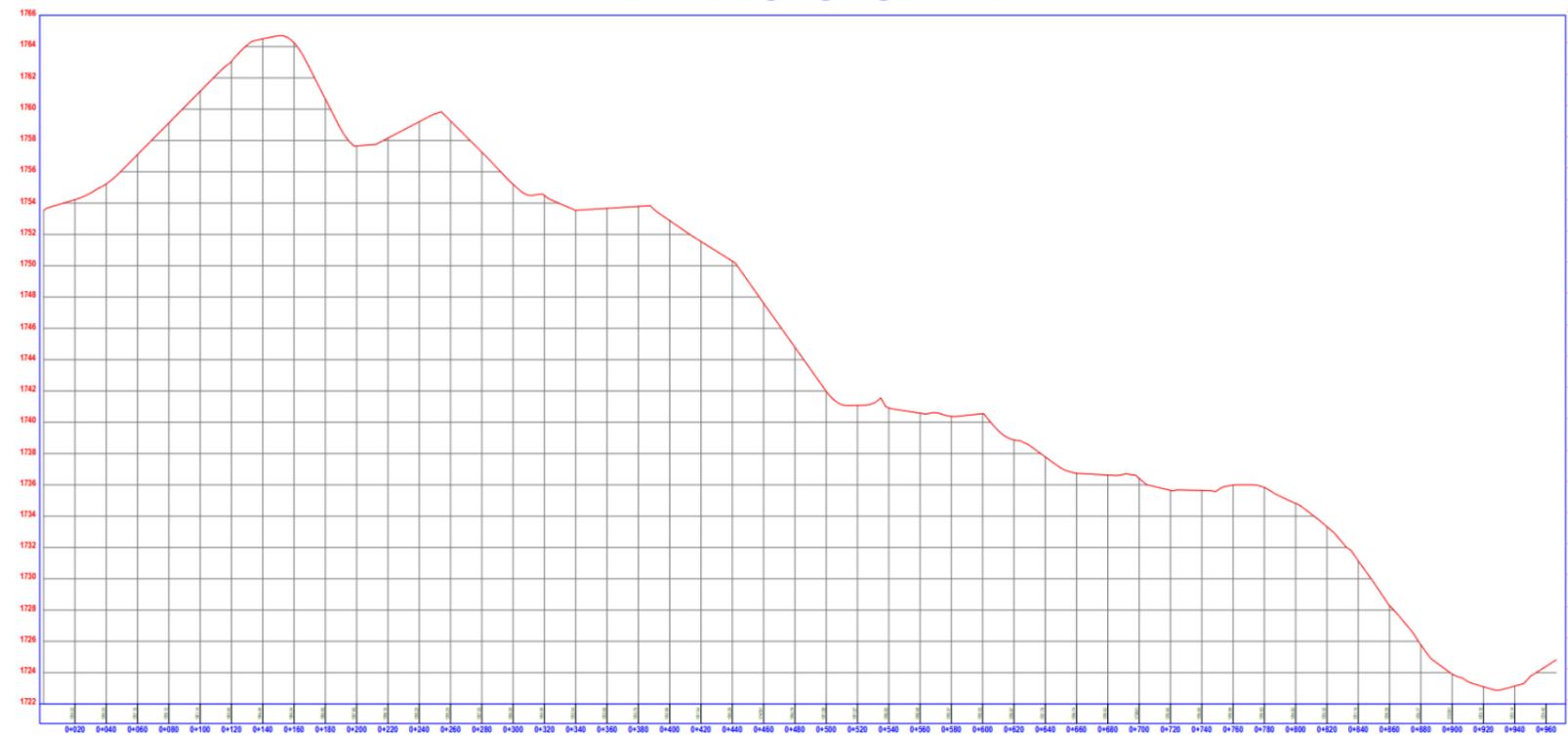
 UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES			
TÍTULO: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CRUZA - DEPARTAMENTO DE CALAMARCA			
PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 2			
REGION: CALAMARCA	PROVINCIA: CRUZA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: Indicada
TÍTULO: NOYER EDUARD SUAREZ	APROBADO POR:		PLANO: PT-06
ASISTENTE: WILSON ALBERTO CARRERA CALFATELLA	FECHA: OCT-2023		

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/1250

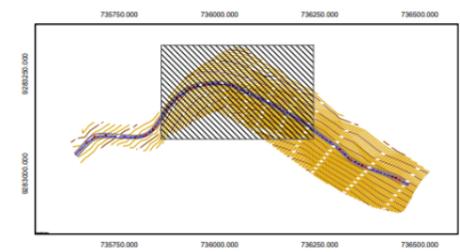


PERFIL LONGITUDINAL



LEYENDA	
	CARRETERA DE CALZADA
	PERFIL LONGITUDINAL
	VAL
	PIEDE
	WTS
	VALDES

COORDENADAS DE CALZADAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALZADA-1	807308.548	761750.108
CALZADA-2	807308.630	761812.731



PLANO CLAVE

UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

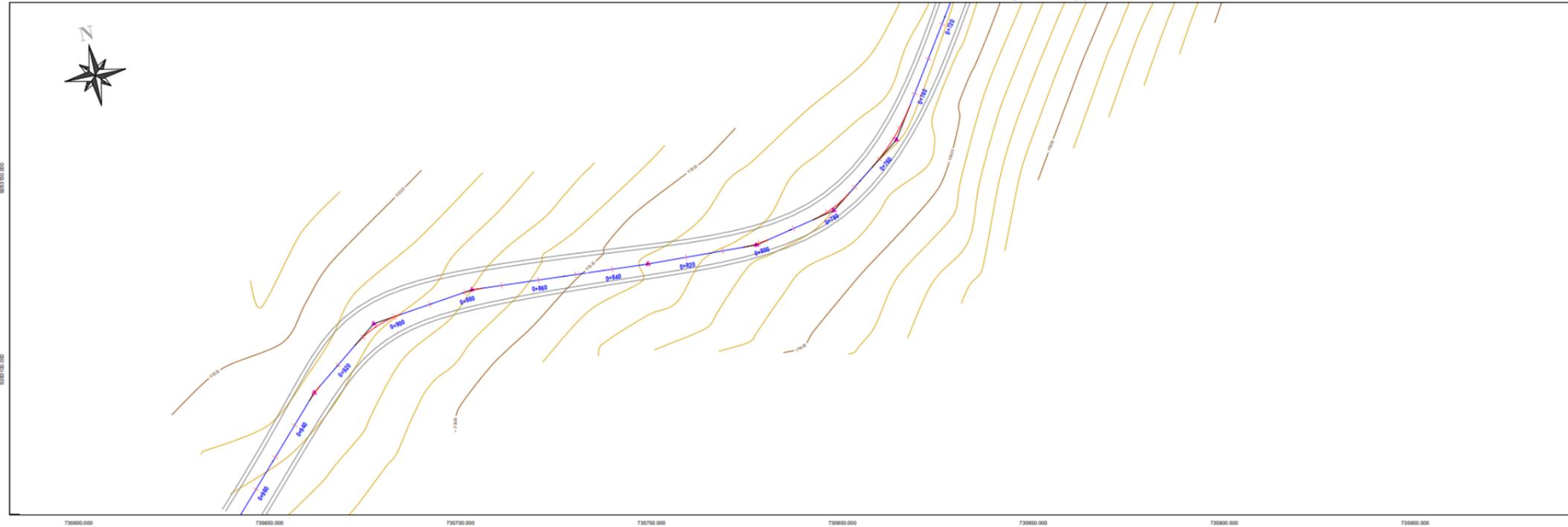
TESIS: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 2

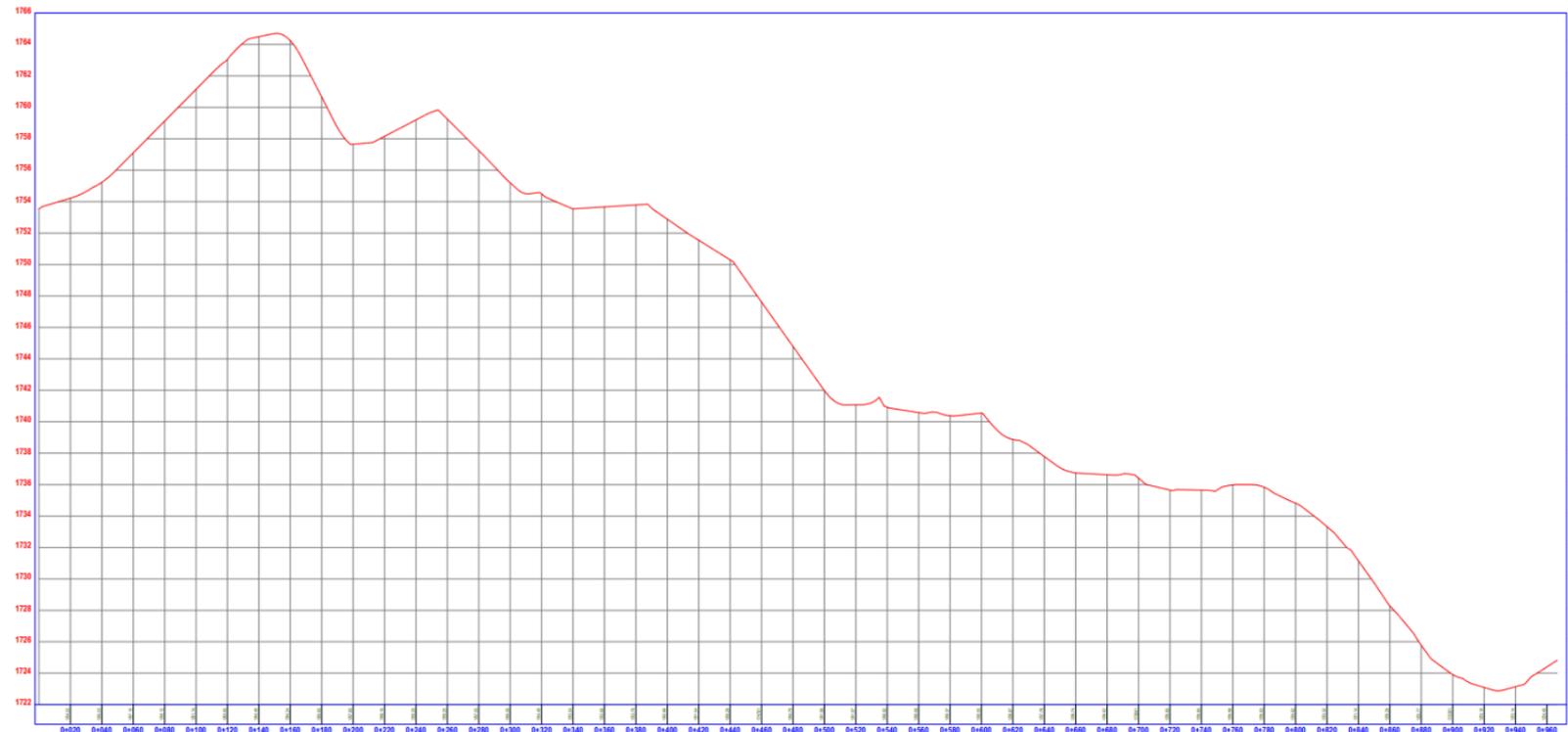
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/1250	PLANO:
TESISTA: NOTER EDUARDO BLANCA SUAREZ	APROBADO POR:	FECHA: OCT-2023	PT-07	
ASESOR: ALBERTO CARRERA GARCERAN				

PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/1250

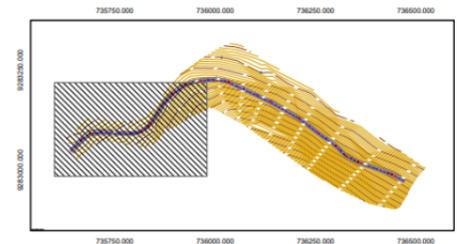


PERFIL LONGITUDINAL



LEYENDA	
	SEÑAL DE VIAL
	SEÑAL DE VIAL
	NO

COORDENADAS DE CALICATAS		
DESCRIPCION	NORTE	ESTE
CALICATA-1	8273208.048	761790.138
CALICATA-2	8273208.048	761912.731

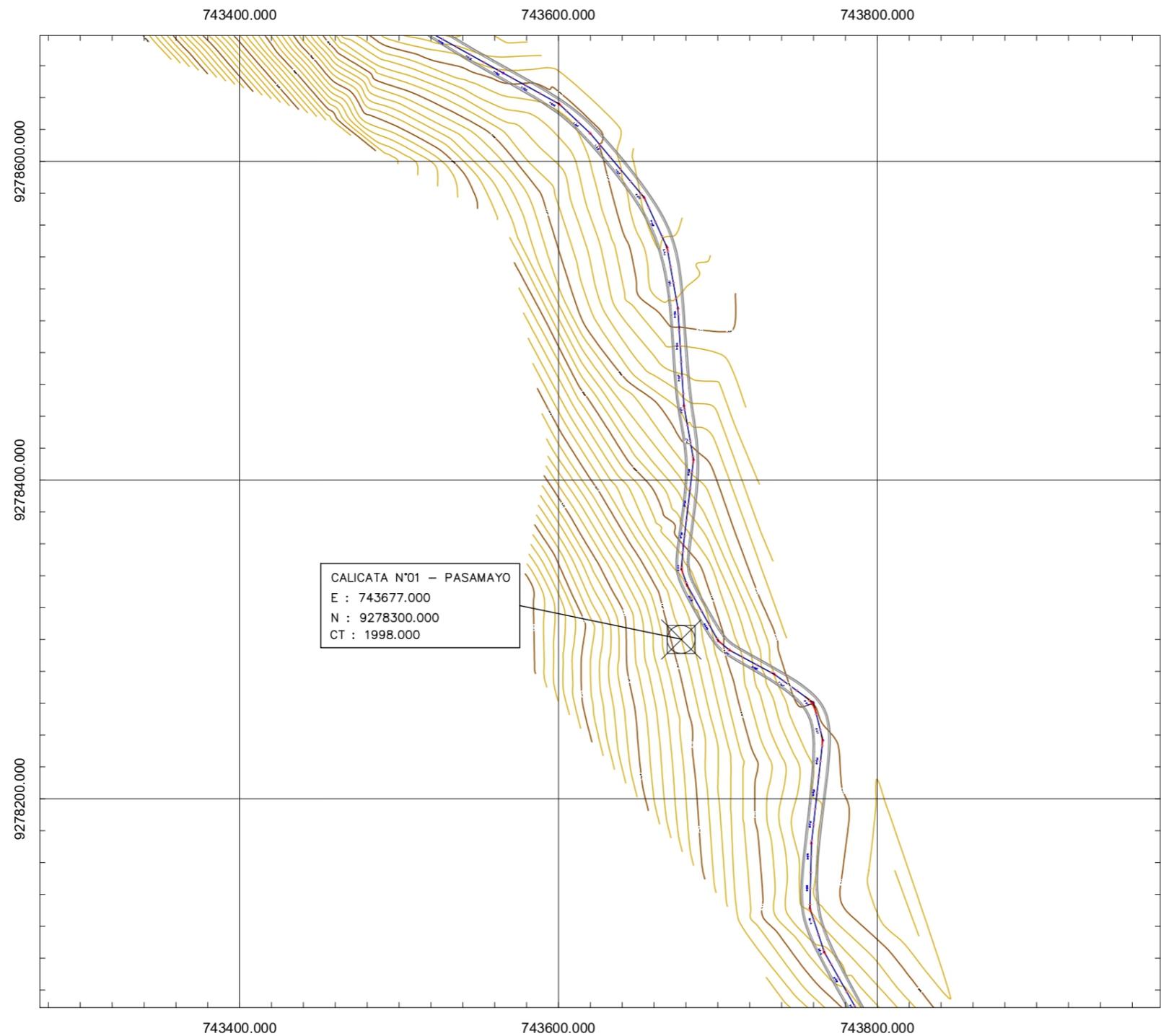


PLANO CLAVE

 UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES			
TESIS: DIAGNÓSTICO DE NEURO DE GAVIONES PARA MEDIR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE COCHA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			
PLANO TOPOGRÁFICO - TRAMO 2			
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: COCHA	DISTRITO: LAJAS-COCHABAMBA	ESCALA: 1/1250
TESISTA: NOVEL EDGARD DIAZ DIAZ	ASESORADO POR:		
ASISTENTE: ALFONSO ALBERTO CABRERA SALVATIERRA			FECHA: OCT 2023
			PT-08

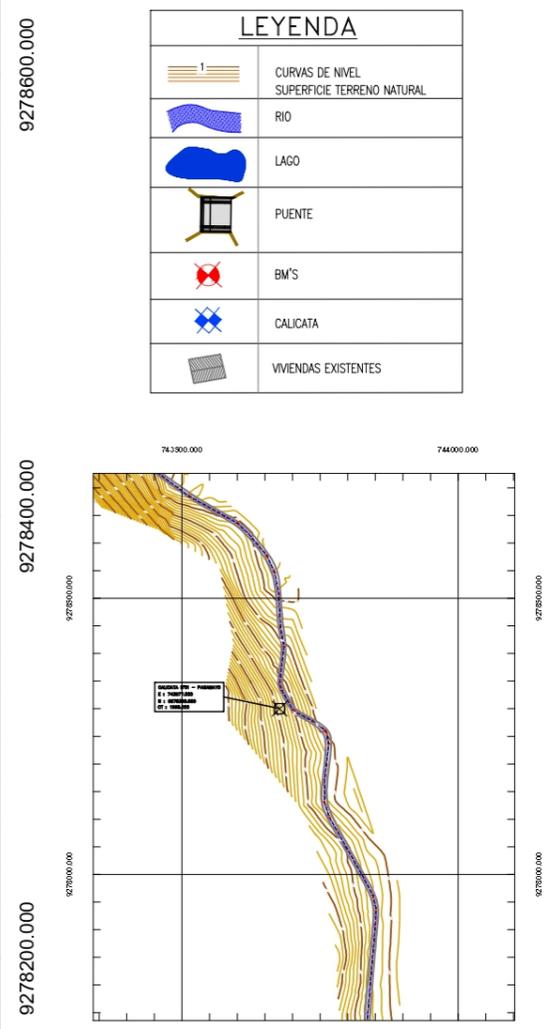
PLANO DE UBICACION DE CALICATAS

ESC: 1/2500



CALICATA N°01 - PASAMAYO
 E : 743677.000
 N : 9278300.000
 CT : 1998.000

LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
	RIO
	LAGO
	PUENTE
	BM'S
	CALICATA
	VIVIENDAS EXISTENTES



PLANO CLAVE
 ESC: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES

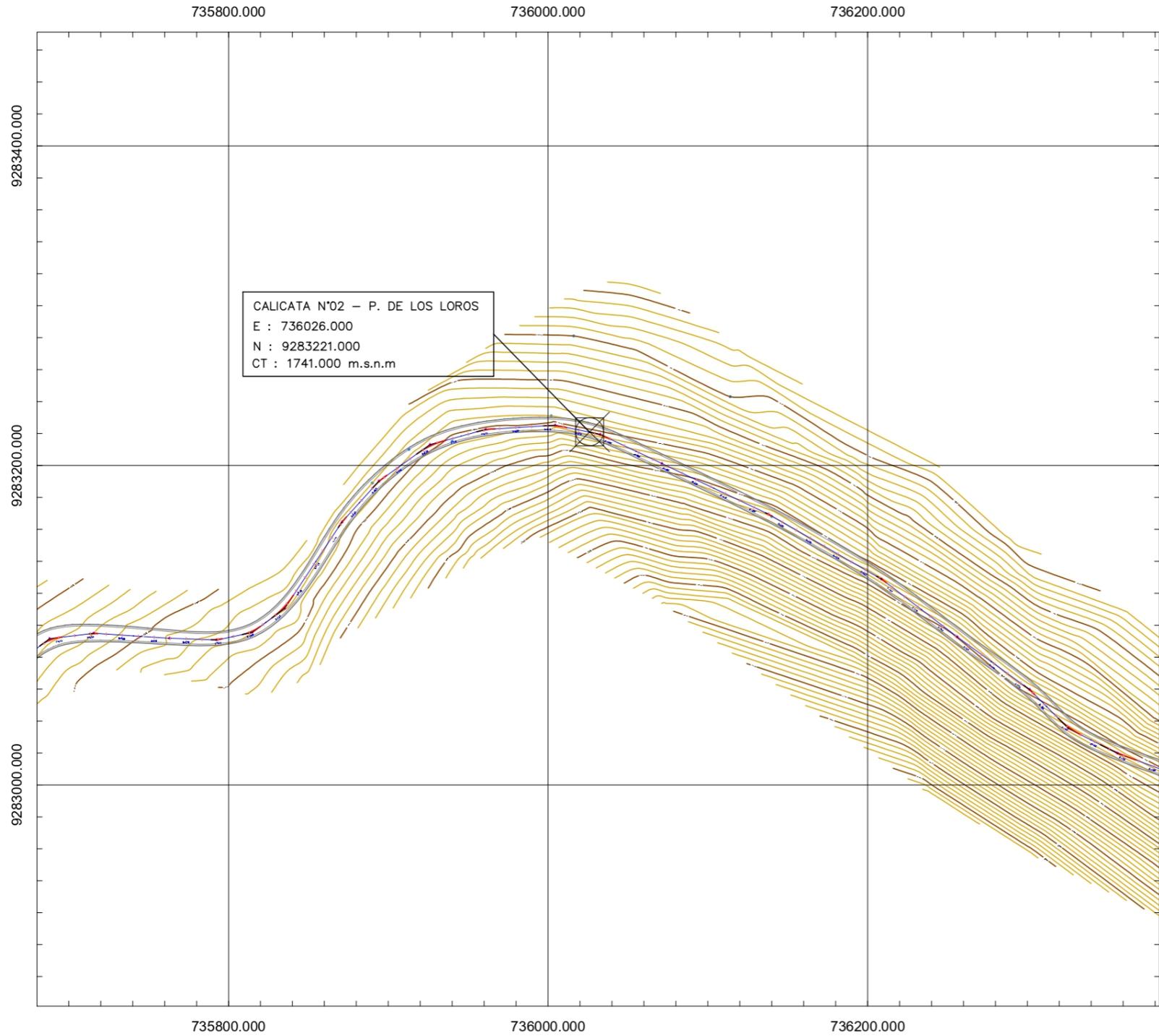
TÍTULO: DISEÑO DE MURO DE GATONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CASERTEJA LAJAS COCCABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

PLANO UBICACION - CALICATA N°01

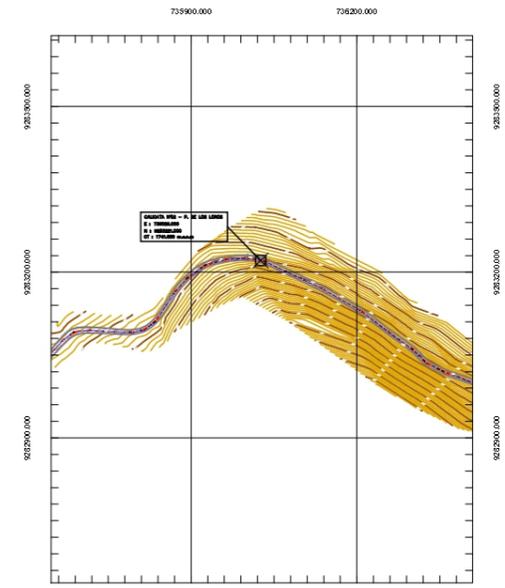
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS-COCCABAMBA	ESCALA: INDICADA	PLANO:
TEMA: BOYOS	BOYOS: DIANNA BAZITH	APROBADO POR:		CA-01
ASESOR: ALBERTO CABRERA SALFATERRA		FECHA: OCT-2023		

PLANO DE UBICACION DE CALICATAS

ESC: 1/2500



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
	RIO
	LAGO
	PUENTE
	BM'S
	CALICATA
	VIVIENDAS EXISTENTES



PLANO CLAVE
 ESC: 1/10000

UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES			
TÍTULO: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			
PLANO UBICACION – CALICATA N°02			
REGION: CAJAMARCA	PROVINCIA: CHOTA	DISTRITO: LAJAS COCHABAMBA	ESCALA: 1/2500
TEMA: BRYOS EDUO DIANA SANTH	AFIDELADO POR:		PLANO: CA-02
ASISTENTE: ALBERTO CARRERA BALFATIERNA	FECHA: OCT-2021		

ANEXO 04. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

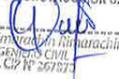


GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 01 (PASAMAYO)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267973

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clabo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 287379

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

UBICACION: PASAMAYO - LAJAS

CALICATA N° 01

PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA 12-08-23

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA/ CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
0.10							Profundidad de 0.00 - 0.20 m. CORTEZA ORGÁNICA
0.20							
0.30		28.12%	40.4%	24.1%	16.3%	GC	Profundidad de 0.20 - 3.00 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo "GC", Grava Arcillosa, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-7 (1), suelo de color plomo oscuro, con alto contenido de humedad y alto porcentaje de índice de plasticidad. con presencia de boloneras aisladas e incrustadas dentro del manto rocoso
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							

LABORATORIO
 INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clava Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
 INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Ceremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267370

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

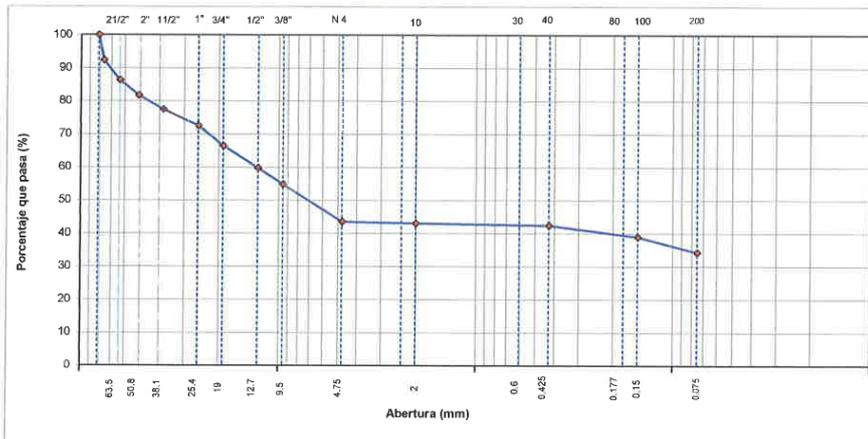
ESTRUCTURA : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR : I.C.D
SOLICITANTE : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP. : G.R.R
ESTRATO : TERRENO EXISTENTE	FECHA : 16/08/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO	TAMAÑO MÁXIMO :
CALICATA : C - 01	MASA INICIAL : 20532.0 g
MUESTRA : M - 1	FRACCIÓN SECA : 650.0 g
UBICACIÓN : PASAMAYO - LAJAS	PROFUND. (M.) : 0.00 - 3.00 m.

TAMIZ	ASIENTO T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89				100.0	A	
3"	76.200	1561.0	7.6	7.6	92.4		
2 1/2"	63.500	1236.0	6.0	13.6	86.4		% Masa Material >4: 56.5%
2"	50.800	948.0	4.6	18.2	81.8		% Masa Material <4: 43.5%
1 1/2"	38.100	878.0	4.3	22.5	77.5		Límite Líquido (LL): 40.4
1"	25.400	1016.0	4.9	27.5	72.5		Límite Plástico (LP): 24.1
3/4"	19.000	1246.0	6.1	33.5	66.5		Índice Plástico (IP): 16.3
1/2"	12.700	1378.0	6.7	40.2	59.8		Clasificación(SUCS): GC
3/8"	9.500	1016.0	4.9	45.2	54.8		Clasific.(AASHTO): A-2-7 (1)
Nº 4	4.750	2317.0	11.3	56.5	43.5		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	7.1	0.5	57.0	43.0		Contenido de Humedad (%): 28.12
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez :
Nº 40	0.425	8.70	0.6	57.5	42.5		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	51.30	3.4	61.0	39.0		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	69.90	4.7	65.7	34.3		
< Nº 200	FONDO	513.00	34.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORIA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 207370

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR	: I.C.D
SOLICITANTE	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP.	: G.R.R
ESTRATO	TERRENO EXISTENTE	FECHA	: 16-ago.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREO DE CALICATA A CIELO ABIERTO		
CALICATA	: C - 01	MUESTRA	: M - 1
UBICACIÓN	: PASAMAYO - LAJAS	PROF. (M.)	: 0.00 - 3.00 m.

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	2000.0			
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1561.0			
MASA DE CAPSULA (gr.)				
MASA DEL AGUA	439.0			
MASA DE SUELO SECO	1561.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	28.12			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : **28.12**

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

LIMITES DE CONSISTENCIA

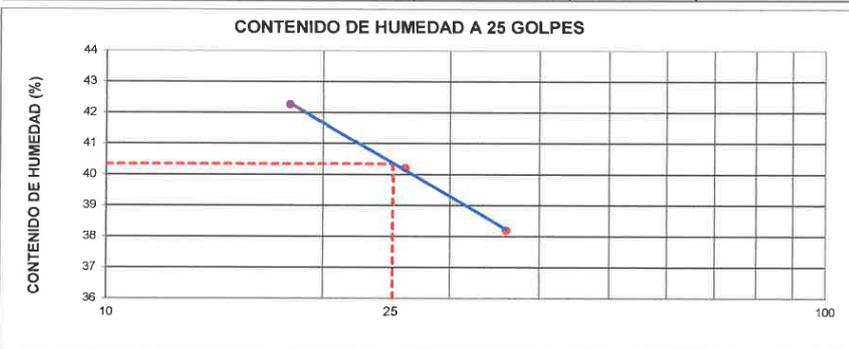
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR :	I.C.D
SOLICITANTE :	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP. :	G.R.R
ESTRATO :	TERRENO EXISTENTE	FECHA :	16-ago -23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO		
CALICATA :	C - 01	MUESTRA :	M - 1
UBICACIÓN :	PASAMAYO - LAJAS	PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00 m.

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		30	31	32
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	47.95	47.36	47.18
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	38.44	38.40	38.47
MASA DE AGUA	(g)	9.51	8.96	8.71
MASA DEL TARRO	(g)	15.94	16.12	15.67
MASA DEL SUELO SECO	(g)	22.50	22.28	22.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.27	40.22	38.20
NUMERO DE GOLPES		18	26	36
				40.23
				26.67

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		30	31	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.28	16.07	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	14.46	14.21	
MASA DE AGUA	(g)	1.82	1.86	
MASA DEL TARRO	(g)	6.90	6.47	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.56	7.74	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.07	24.03	24.05



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.4
LIMITE PLASTICO	24.1
INDICE DE PLASTICIDAD	16.3

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimalachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267370



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clayo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26797

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS	
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".	
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
ESTRUCTURA : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR :	I.C.D
SOLICITANTE : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP. :	G.R.R
ESTRATO : TERRENO EXISTENTE	FECHA :	16-ago.-23
DATOS DE LA MUESTRA		
MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO	MUESTRA:	M - 1
CALICATA : C - 01	PROFUNDIDAD:	0.00 - 3.00 m.
UBICACIÓN : PASAMAYO - LAJAS		

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D854**

MÉTODO DE ENSAYO "B"

Gravedad específica de sólidos	(g)	2.61
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	23.2
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99929
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	(g)	2.61

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


 LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Claudio Rinkarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rinkarachin Rinkarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 2578270



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clabo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267373

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 3

PROYECTO : "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

Solicitante : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Muestreado por : I.C.D
 Propietario : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Ensayado por : I.C.D
 Ubicación de Proyecto : PASAMAYO - LAJAS Fecha de Ensayo: 21/08/2023
 Material : GRAVA ARCILLOSAS Turno: DIA
 Código de Muestra : 01 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : C-01 Norte: 9278306
 N° de Muestra : M-01 Este: 743678
 Estructura : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES Cota: 1993

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.76	23.77	23.76
Diámetro (mm)	60.75	60.76	60.77
Area inicial (cm ²)	28.99	29.00	29.00
Volumen de la muestra (cm ³)	68.87	68.92	68.92

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Masa humedo de la muestra + Peso del anillo (g)	216.30	216.40	216.30
Masa del anillo (g)	84.2	84.2	84.2
Masa de la muestra humeda (g)	132.10	132.2	132.1
Masa de la muestra seca (g)	101.90	102.50	102.50
Contenido de humedad (%)	29.64	28.98	28.88
Densidad humeda (g/cm ³)	1.918	1.920	1.918
Densidad seca (g/cm ³)	1.480	1.488	1.488

Realizado por:	ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
	Altura Inicial: 23.8 mm Diámetro de muestra: 60.8 mm Area Inicial: 29.0 cm ² Densidad Seca: 1.480 g/cm ³ Humedad: 28.6 % Paso Normal: 1.452 kg Esfuerzo Normal: 0.50 kg/cm ²	23.8 mm	60.8 mm	29.0 cm ²	23.8 mm	60.8 mm	29.0 cm ²	23.8 mm	60.8 mm
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
	0.25		0.45		1.25		3.52		3.52
	0.50		0.86		1.85		4.52		4.52
	0.75		1.19		2.25		5.66		5.66
	1.00		1.66		3.00		6.35		6.35
	1.50		2.09		3.95		7.62		7.62
	2.00		2.47		4.86		8.65		8.65
	2.50		2.87		5.65		9.52		9.52
	3.00		3.16		6.35		10.54		10.54
	3.50		3.78		6.96		11.65		11.65
	4.00		4.09		7.65		12.46		12.46
	4.50		4.36		8.52		13.48		13.48
5.00		4.78		9.65		14.52		14.52	
5.50		5.26		10.32		15.25		15.25	
6.00		5.58		10.85		15.85		15.85	
6.50		6.00		11.45		16.35		16.35	
7.00		6.37		11.85		16.85		16.85	
7.50		6.85		12.65		17.52		17.52	
8.00		7.58		13.25		18.65		18.65	
8.50		8.35		13.85		18.96		18.96	
9.00		8.85		14.35		19.52		19.52	
9.50		9.52		15.16		20.60		20.60	
10.00		9.70		15.91		21.38		21.38	

OBSERVACIONES: Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Ceremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

PROYECTO : "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

Solicitante : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH
 Atención : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH
 Ubicación de Proyecto : PASAMAYO - LAJAS
 Material : GRAVA ARCILLOSAS

Muestreado por : I.C.D
 Ensayado por : I.C.D
 Fecha de Ensayo : 21/08/2023
 Turno : DIA

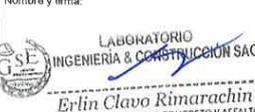
Código de Muestra : 01
 Sondaje / Calicata : C-01
 N° de Muestra : M-01
 Estructura : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES

Profundidad : 3.00 m
 Norte : 9278306
 Este : 743678
 Cota : 1993

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.8	mm	Altura Inicial:	23.8	mm	Altura Inicial:	23.8	mm	Altura Inicial:	23.8	mm
Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm
Area Inicial:	29.0	cm ²	Area Inicial:	29.0	cm ²	Area Inicial:	29.0	cm ²	Area Inicial:	29.0	cm ²
Densidad Seca:	1.480	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.480	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.480	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.480	gr/cm ³
Humedad Inic:	29.6	%	Humedad Inic:	29.6	%	Humedad Inic:	29.6	%	Humedad Inic:	29.6	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.00	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.50	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.33	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.55	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.74	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.74	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.04	0.41	0.04	0.05	0.41	0.12	0.10
0.82	0.03	0.07	0.82	0.06	0.08	0.82	0.16	0.13
1.23	0.04	0.10	1.23	0.08	0.10	1.23	0.19	0.16
1.65	0.06	0.14	1.65	0.10	0.13	1.65	0.22	0.18
2.47	0.07	0.18	2.47	0.14	0.17	2.47	0.26	0.21
3.29	0.09	0.21	3.29	0.17	0.21	3.29	0.30	0.24
4.12	0.10	0.24	4.12	0.19	0.24	4.12	0.33	0.27
4.94	0.11	0.26	4.94	0.22	0.26	4.94	0.36	0.29
5.76	0.13	0.31	5.76	0.24	0.29	5.76	0.40	0.32
6.58	0.14	0.34	6.58	0.26	0.31	6.58	0.43	0.34
7.41	0.15	0.35	7.41	0.29	0.35	7.41	0.47	0.36
8.23	0.16	0.38	8.23	0.33	0.39	8.23	0.50	0.39
9.05	0.18	0.42	9.05	0.36	0.41	9.05	0.53	0.41
9.88	0.19	0.44	9.88	0.37	0.43	9.88	0.55	0.42
10.70	0.21	0.47	10.70	0.40	0.45	10.70	0.58	0.43
11.52	0.22	0.49	11.52	0.41	0.46	11.52	0.58	0.44
12.35	0.24	0.53	12.35	0.44	0.49	12.35	0.60	0.45
13.17	0.26	0.58	13.17	0.46	0.50	13.17	0.64	0.47
13.99	0.29	0.63	13.99	0.49	0.52	13.99	0.65	0.48
14.81	0.31	0.66	14.81	0.53	0.53	14.81	0.67	0.49
15.64	0.33	0.70	15.64	0.52	0.56	15.64	0.71	0.51
16.46	0.33	0.71	16.46	0.55	0.58	16.46	0.74	0.52

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

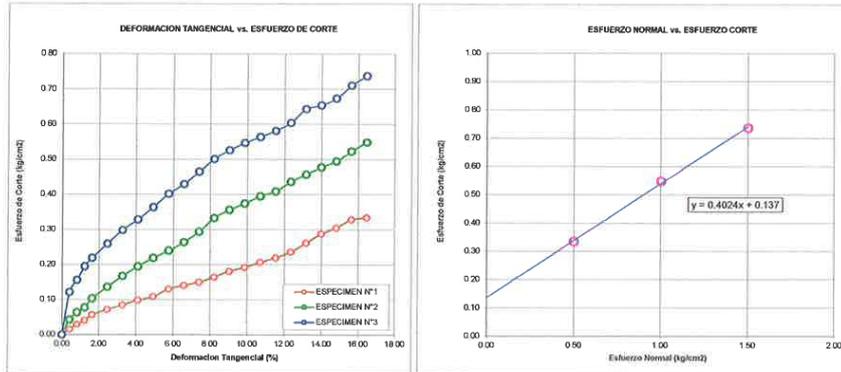
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COO - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. (IP N° 257370)

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	3 de 3

Proyecto	: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".		
Solicitante	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	Muestreado por :	I.C.D
Atención	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	Ensayado por :	I.C.D
Ubicación de Proyecto	: PASAMAYO - LAJAS	Fecha de Ensayo:	21/08/2023
Material	: GRAVA ARCILLOSAS	Turno:	DIA
Código de Muestra	: 01	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-01	Norte:	9278308
N° de Muestra	: M-01	Este:	743078
Estructura	: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	Cota:	1993

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.14 kg/cm2
 Angulo de fricción ϕ : 21.9°

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. C.P. N° 267470

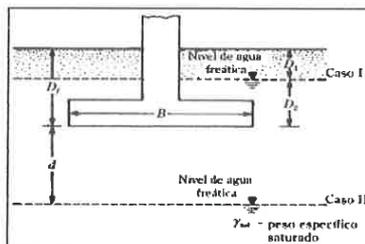
	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
<p>GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC RUC: 20605442235 DIRECCION: JR. ANAXIMANDRO VEGA #885 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gselaboratorio2015@gmail.com, CEL. 930866995</p>	
(Norma NTP 339.171)	
<p>PROYECTO : "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".</p> <p>UBICACIÓN : PASAMAYO - LAJAS</p> <p>EXPLORACION : C-01</p> <p>MUESTRA : M-01</p> <p>PROFUNDIDAD : 3.00 m. RESP. DE LAB : G.R.R</p> <p>COORDENADAS : NORTE: 9278306 ESTE: 743678 1993 m.s.n.m. FECHA : 21/08/2023</p> <p>SOLICITANTE : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH ESTADO : REMOLDEADA</p>	
Densidad Húmeda gr/cm ³ = 1.92	Profundidad de Cimentación, Df = 1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ² = 0.14	Ancho de Cimentación, B, m = 1.20 m
Angulo de Friccion, f, ° = 21.92	
SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)	
Formulas de capacidad de Carga	
	Para falla General Para falla Local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$ $q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentación cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$ $q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentación circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$ $q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$
Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3
	General Local
Nc =	20.17 12.88
Nq =	9.12 4.46
Ng =	5.82 2.17
Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm ²)
	q _u q_{adm}
Cimentación corrida	2.71 0.90
Cimentación cuadrada	3.01 1.00
Observaciones	



CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE - FALLA LOCAL - C- 01 (PASAMAYO - LAJAS)

EXPRESIÓN CIMENTACIÓN CORRIDA

$$q_s = (2/3c) \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 1/2 \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$



Para $\phi' = 15.02$

$N'_c = 12.879$

$N'_q = 4.46$

$N'_\gamma = 2.17$

Nivel freático = -

γ suelo = 1.92 ton/m³

γ agua = 1 ton/m³

$C = 0.14$ kg/cm²

OPCIÓN 01	Df (m)	B (m)	$\gamma \cdot D_f$ (ton/m ²)	γ' (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
	1.00	1.00	1.92	1.919	21.92	1.37	22.40	7.47	0.75
	1.50	1.00	2.88	1.919	21.92	1.37	26.67	8.89	0.89
	2.00	1.00	3.84	1.919	21.92	1.37	30.95	10.32	1.03
	2.50	1.00	4.80	1.919	21.92	1.37	35.22	11.74	1.17
	3.00	1.00	5.76	1.919	21.92	1.37	39.50	13.17	1.32

OPCIÓN 02	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	1.20	1.92	1.919	21.92	1.37	22.82	7.61	0.76
	1.50	1.20	2.88	1.919	21.92	1.37	27.09	9.03	0.90
	2.00	1.20	3.84	1.919	21.92	1.37	31.37	10.46	1.05
	2.50	1.20	4.80	1.919	21.92	1.37	35.64	11.88	1.19
	3.00	1.20	5.76	1.919	21.92	1.37	39.92	13.31	1.33

OPCIÓN 03	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	2.00	1.92	1.919	21.92	1.37	24.49	8.16	0.82
	1.50	2.00	2.88	1.919	21.92	1.37	28.76	9.59	0.96
	2.00	2.00	3.84	1.919	21.92	1.37	33.04	11.01	1.10
	2.50	2.00	4.80	1.919	21.92	1.37	37.31	12.44	1.24
	3.00	2.00	5.76	1.919	21.92	1.37	41.59	13.86	1.39

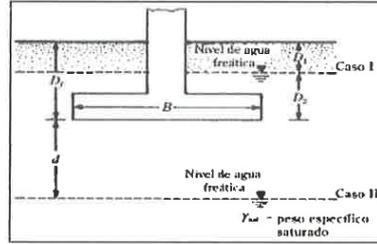
LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. C. 24 257072

CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE - FALLA LOCAL - C- 01 (PASAMAYO - LAJAS)

EXPRESIÓN ZAPATA CUADRADA

$$q_c = 1.3(2/3c) \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$



Para $\phi' = 15.02$
 $N'_c = 12.879$
 $N'_q = 4.46$
 $N'_\gamma = 2.17$

Nivel freático = -
 γ suelo = 1.92 ton/m³
 γ agua = 1 ton/m³
 $C = 0.14$ kg/cm²

OPCIÓN 01	Df (m)	B (m)	$\gamma \cdot D_f$ (ton/m ²)	γ' (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
	1.00	1.00	1.92	1.919	21.92	1.37	25.51	8.50	0.85
	1.50	1.00	2.88	1.919	21.92	1.37	29.79	9.93	0.99
	2.00	1.00	3.84	1.919	21.92	1.37	34.06	11.35	1.14
	2.50	1.00	4.80	1.919	21.92	1.37	38.34	12.78	1.28
	3.00	1.00	5.76	1.919	21.92	1.37	42.61	14.20	1.42

OPCIÓN 02	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	1.20	1.92	1.919	21.92	1.37	25.84	8.61	0.86
	1.50	1.20	2.88	1.919	21.92	1.37	30.12	10.04	1.00
	2.00	1.20	3.84	1.919	21.92	1.37	34.39	11.46	1.15
	2.50	1.20	4.80	1.919	21.92	1.37	38.67	12.89	1.29
	3.00	1.20	5.76	1.919	21.92	1.37	42.94	14.31	1.43

OPCIÓN 03	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	2.00	1.92	1.919	21.92	1.37	27.18	9.06	0.91
	1.50	2.00	2.88	1.919	21.92	1.37	31.45	10.48	1.05
	2.00	2.00	3.84	1.919	21.92	1.37	35.73	11.91	1.19
	2.50	2.00	4.80	1.919	21.92	1.37	40.00	13.33	1.33
	3.00	2.00	5.76	1.919	21.92	1.37	44.28	14.76	1.48

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Ertin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267373



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA 02 (PEÑA DE LOS LOROS)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Kimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rivera Chín Riparacchini
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P. N° 26737

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clapo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Germinia Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26757

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

UBICACION: PEÑAS LOS LOROS - COCHABAMBA

CALICATA N° 02

PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA 12-08-23

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA / CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
0.10							Profundidad de 0.00 - 0.30 m. CORTEZA ORGÁNICA
0.30							
0.40							Profundidad de 0.30 - 3.00 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo "GC", Grava Arcillosa, identificado en el sistema AASTHO, como A-2-6 (0), suelo de color plomo oscuro y manchas marrón, con alto contenido de humedad y alto porcentaje de índice de plasticidad. con presencia de boloneras aisladas e incrustadas dentro del manto rocoso
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

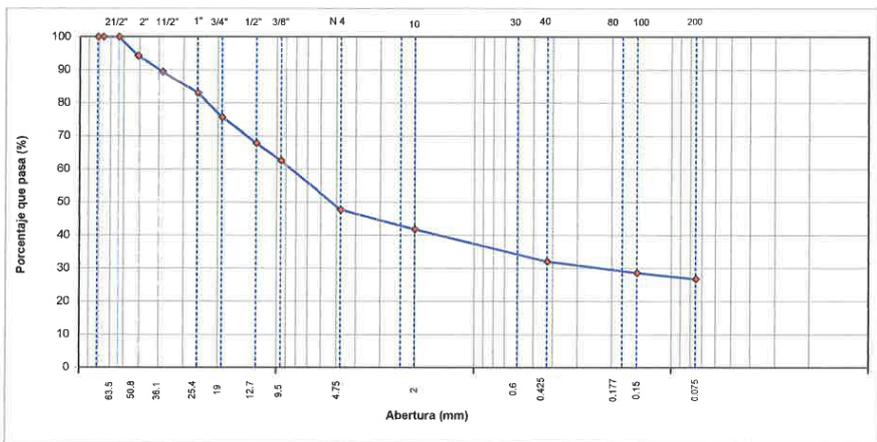
	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
ESTRUCTURA :	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES
SOLICITANTE :	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH
ESTRATO :	TERRENO EXISTENTE
HECHO POR :	I.C.D
ING. RESP. :	G.R.R
FECHA :	16/08/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO
CALICATA :	C - 02
MUESTRA :	M - 1
UBICACIÓN :	PEÑAS LOS LOROS - COCHABAMBA
TAMAÑO MÁXIMO :	
MASA INICIAL :	15110.0 g
FRACCIÓN SECA :	600.0 g
PROFUND. (M.) :	0.00 - 3.00 m.

TAMIZ	ASTM T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					A	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				100.0		% Masa Material >4: 52.3%
2"	50.800	860.0	5.7	5.7	94.3		% Masa Material <4: 47.7%
1 1/2"	38.100	723.0	4.8	10.5	89.5		Límite Líquido (LL): 35.6
1"	25.400	976.0	6.5	16.9	83.1		Límite Plástico (LP): 23.5
3/4"	19.000	1112.0	7.4	24.3	75.7		Índice Plástico (IP): 12.1
1/2"	12.700	1189.0	7.9	32.2	67.8		Clasificación(SUCS): CC
3/8"	9.500	793.0	5.2	37.4	62.6		Clasific. (AASHTO): A-2-6 (0)
Nº 4	4.750	2248.0	14.9	52.3	47.7		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	74.2	5.9	58.2	41.8		Contenido de Humedad (%): 25.17
Nº 16	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez: :
Nº 40	0.425	122.40	9.7	67.9	32.1		Descripción del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	43.10	3.4	71.4	28.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	23.30	1.9	73.2	26.8		
< Nº 200	FONDO	337.00	26.8	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267512

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR	: I.C.D
SOLICITANTE	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP.	: G.R.R
ESTRATO	TERRENO EXISTENTE	FECHA	: 16-ago.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREO DE CALICATA A CIELO ABIERTO		
CALICATA	: C - 02	MUESTRA	: M - 1
UBICACIÓN	: PEÑAS LOS LOROS - COCHABAMBA	PROF. (M.)	: 0.00 - 3.00 m.

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1800.0			
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1438.0			
MASA DE CAPSULA (gr.)				
MASA DEL AGUA	362.0			
MASA DE SUELO SECO	1438.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25.17			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : **25.17**

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

LIMITES DE CONSISTENCIA

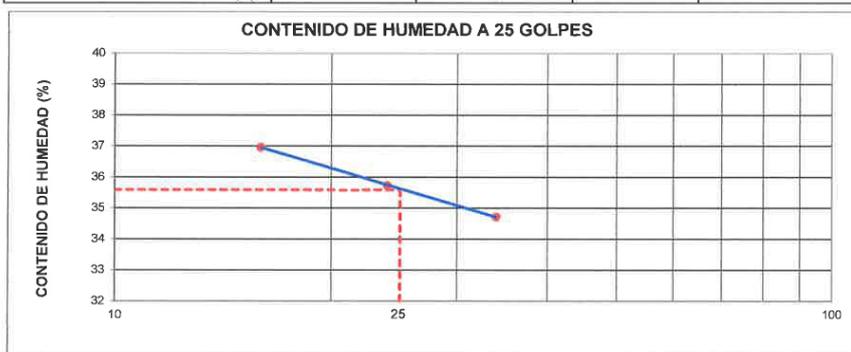
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR :	I.C.D
SOLICITANTE :	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP. :	G.R.R
ESTRATO :	TERRENO EXISTENTE	FECHA :	16-ago-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO		
CALICATA :	C - 02	MUESTRA :	M - 1
UBICACIÓN :	PEÑAS LOS LOROS - COCHABAMBA	PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00 m.

LIMITE LIQUIDO					
Nº TARRO		11	10	12	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46.81	47.88	46.70	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	38.57	39.26	38.85	
MASA DE AGUA	(g)	8.24	8.62	8.05	
MASA DEL TARRO	(g)	16.28	15.14	15.47	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	22.29	24.12	23.18	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.97	35.74	34.73	35.81
NUMERO DE GOLPES		16	24	34	24.67

LIMITE PLASTICO					
Nº TARRO		15	14		
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.84	16.71		
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	14.94	14.78		
MASA DE AGUA	(g)	1.90	1.93		
MASA DEL TARRO	(g)	6.81	6.59		
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.13	8.19		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.37	23.57	23.47	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	35.6
LIMITE PLASTICO	23.5
INDICE DE PLASTICIDAD	12.1

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO EN
 Reg. CIP N° 267972



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS		
	PROYECTO: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	HECHO POR :	I.C.D
SOLICITANTE :	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ING. RESP. :	G.R.R
ESTRATO :	TERRENO EXISTENTE	FECHA :	16-ago.-23
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA A CIELO ABIERTO	MUESTRA:	M - 1
CALICATA :	C - 02	PROFUNDIDAD:	0.00 - 3.00 m.
UBICACIÓN :	PEÑAS LOS LOROS - COCHABAMBA		
ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS ASTM D854			
MÉTODO DE ENSAYO		"B"	

Gravedad específica de sólidos	(g)	2.59
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	23.0
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99934
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	(g)	2.58

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


 LABORATORIO
 INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavé Rimarachin
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


 LABORATORIO
 INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267373



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Geremias Simonsich Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Res. CIP N° 257170

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 3

PROYECTO : "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

Solicitante : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Muestreado por : SOLICITANTE
 Propietario : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Ensayado por : I.C.D
 Ubicación de Proyecto : PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA Fecha de Ensayo: 22/08/2023
 Material : GRAVA ARCILLOSA Turno: DIA

Código de Muestra : 02 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : C-02 Norte: 9280649
 N° de Muestra : M-01 Este: 741966
 Estructura : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES Cota: 1911

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.76	23.77	23.78
Diámetro (mm)	60.76	60.78	60.77
Área inicial (cm ²)	29.00	29.01	29.00
Volumen de la muestra (cm ³)	68.89	68.97	68.97

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Masa húmeda de la muestra + Peso del anillo (g)	219.00	219.50	219.30
Masa del anillo (g)	84.2	84.2	84.2
Masa de la muestra húmeda (g)	134.80	135.3	135.1
Masa de la muestra seca (g)	107.20	106.90	106.70
Contenido de humedad (%)	25.75	26.67	26.62
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.957	1.964	1.961
Densidad seca (g/cm ³)	1.556	1.552	1.549

Realizado por:	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Altura inicial:	23.8 mm				
Diámetro de muestra:	60.8 mm	60.8 mm	60.8 mm	60.8 mm	60.8 mm	60.8 mm
Área Inicial:	29.0 cm ²	29.0 cm ²	29.0 cm ²	29.0 cm ²	29.0 cm ²	29.0 cm ²
Densidad Seca:	1.556 g/cm ³	1.562 g/cm ³	1.562 g/cm ³	1.549 g/cm ³	1.549 g/cm ³	1.549 g/cm ³
Humedad:	25.7 %	26.6 %	26.6 %	26.6 %	26.6 %	26.6 %
Peso Normal:	1.452 kg	2.910 kg	2.910 kg	4.355 kg	4.355 kg	4.355 kg
Esfuerzo Normal:	0.50 kg/cm ²	1.00 kg/cm ²	1.00 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)					
	Deformación vertical (mm)					
	Carga (kgf)					
	0.00		0.00		0.00	
	0.25		0.61		1.10	
	0.50		0.87		2.14	
	0.75		1.10		2.76	
	1.00		1.36		3.36	
	1.50		1.84		4.17	
	2.00		2.26		5.26	
	2.50		2.70		6.92	
	3.00		3.46		8.86	
	3.50		4.07		7.52	
4.00		4.45		8.66		
4.50		4.91		8.99		
5.00		5.39		9.62		
5.50		5.86		10.32		
6.00		6.32		10.85		
6.50		6.52		11.35		
7.00		6.86		12.05		
7.50		7.21		12.62		
8.00		7.52		12.85		
8.50		7.86		13.62		
9.00		8.66		13.85		
9.50		8.96		14.65		
10.00		9.45		15.08		

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 267870

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

PROYECTO : "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

Solicitante : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : HOYOS IDROGO DIANNA SADITH Ensayado por : I.C.D
 Ubicación de Proyecto : PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA Fecha de Ensayo: 22/08/2023
 Material : GRAVA ARCILLOSA Turno: DIA

Código de Muestra : 02 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : C-02 Norte: 9280649
 N° de Muestra : M-01 Este: 741966
 Estructura : DISEÑO DE MURO DE GAVIONES Cota: 1911

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.8	mm	Altura Inicial:	23.8	mm	Altura Inicial:	23.8	mm
Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm
Area Inicial:	29.0	cm ²	Area Inicial:	29.0	cm ²	Area Inicial:	29.0	cm ²
Densidad Seca:	1.556	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.556	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.549	gr/cm ³
Humedad Inic:	25.7	%	Humedad Inic:	25.7	%	Humedad Inic:	26.6	%
Esf. Normal :	0.50	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.00	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.50	ka/cm ²
Esf. Corte:	0.33	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.52	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.72	ka/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.05	0.41	0.04	0.05	0.41	0.13	0.11
0.82	0.03	0.08	0.82	0.07	0.09	0.82	0.16	0.13
1.23	0.04	0.10	1.23	0.10	0.12	1.23	0.17	0.14
1.65	0.05	0.12	1.65	0.12	0.14	1.65	0.20	0.17
2.47	0.06	0.16	2.47	0.14	0.18	2.47	0.23	0.19
3.29	0.08	0.19	3.29	0.18	0.22	3.29	0.26	0.22
4.11	0.09	0.23	4.11	0.20	0.25	4.11	0.29	0.24
4.94	0.12	0.29	4.94	0.24	0.28	4.94	0.33	0.27
5.76	0.14	0.34	5.76	0.26	0.31	5.76	0.36	0.29
6.58	0.15	0.36	6.58	0.30	0.35	6.58	0.40	0.32
7.41	0.17	0.40	7.41	0.31	0.36	7.41	0.44	0.34
8.23	0.19	0.43	8.23	0.33	0.38	8.23	0.47	0.36
9.05	0.20	0.47	9.05	0.36	0.41	9.05	0.50	0.39
9.87	0.22	0.50	9.87	0.37	0.43	9.87	0.54	0.41
10.70	0.22	0.51	10.70	0.39	0.44	10.70	0.57	0.43
11.52	0.24	0.53	11.52	0.42	0.47	11.52	0.60	0.45
12.34	0.25	0.55	12.34	0.43	0.48	12.34	0.63	0.47
13.17	0.26	0.57	13.17	0.44	0.49	13.17	0.64	0.47
13.99	0.27	0.59	13.99	0.47	0.51	13.99	0.67	0.49
14.81	0.30	0.65	14.81	0.48	0.52	14.81	0.68	0.49
15.64	0.31	0.66	15.64	0.51	0.54	15.64	0.71	0.51
16.46	0.33	0.69	16.46	0.52	0.55	16.46	0.72	0.51

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

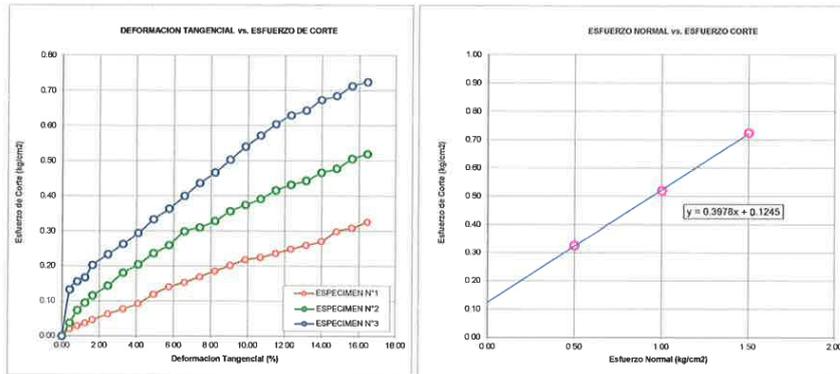
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Ceremias Rimarachin LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC INGENIERO CIVIL Reg. C.I.P. N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	3 de 3

Proyecto	: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".		
Solicitante	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	Ensayado por	: I.C.D
Ubicación de Proyecto	: PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA	Fecha de Ensayo	: 22/09/2023
Material	: GRAVA ARCILLOSA	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 02	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-02	Norte	: 9280649
N° de Muestra	: M-01	Este	: 741966
Estructura	: DISEÑO DE MURO DE GAVIONES	Cola	: 1911

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.12 kg/cm²
 Angulo de fricción δ : 21.7°

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. C.P. N° 281370

	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS																												
	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC RUC: 2060542235 DIRECCION: JR. ANAXIMANDRO VEGA #865 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL: 930868995																												
(Norma NTP 339.171)																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>PROYECTO</td> <td colspan="3">: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".</td> </tr> <tr> <td>UBICACIÓN</td> <td colspan="3">: PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA</td> </tr> <tr> <td>EXPLORACION</td> <td colspan="3">: C-02</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA</td> <td colspan="3">: M-01</td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD</td> <td>: 3.00 m</td> <td>RESP. DE LAB</td> <td>: G.R.R</td> </tr> <tr> <td>COORDENADAS</td> <td>: NORTE: 9280649 ESTE: 741966 1911 ms.n.m.</td> <td>FECHA</td> <td>: 22/09/2023</td> </tr> <tr> <td>SOLICITANTE</td> <td>: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH</td> <td>ESTADO</td> <td>: REMOLDEADA</td> </tr> </table>		PROYECTO	: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".			UBICACIÓN	: PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA			EXPLORACION	: C-02			MUESTRA	: M-01			PROFUNDIDAD	: 3.00 m	RESP. DE LAB	: G.R.R	COORDENADAS	: NORTE: 9280649 ESTE: 741966 1911 ms.n.m.	FECHA	: 22/09/2023	SOLICITANTE	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ESTADO	: REMOLDEADA
PROYECTO	: "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO POR DESPLAZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA CARRETERA LAJAS COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".																												
UBICACIÓN	: PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA																												
EXPLORACION	: C-02																												
MUESTRA	: M-01																												
PROFUNDIDAD	: 3.00 m	RESP. DE LAB	: G.R.R																										
COORDENADAS	: NORTE: 9280649 ESTE: 741966 1911 ms.n.m.	FECHA	: 22/09/2023																										
SOLICITANTE	: HOYOS IDROGO DIANNA SADITH	ESTADO	: REMOLDEADA																										
Densidad Húmeda gr/cm3 = 1.96 Cohesion del Suelo, kg/cm2 = 0.12 Angulo de Friccion, I, ° = 21.69	Profundidad de Cimentacion, Df = 1.50 m Ancho de Cimentacion, B, m = 1.20 m																												
SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)																													
Formulas de capacidad de Carga																													
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Para falla General</td> <td style="width: 50%;">Para falla Local</td> </tr> <tr> <td>$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$</td> <td>$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$</td> </tr> <tr> <td>$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$</td> <td>$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$</td> </tr> <tr> <td>$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$</td> <td>$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$</td> </tr> </table>	Para falla General	Para falla Local	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$																				
Para falla General	Para falla Local																												
$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$																												
$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$																												
$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$																												
Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3																												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td>Nc =</td> <td style="text-align: center;">19.85</td> <td style="text-align: center;">12.75</td> </tr> <tr> <td>Nq =</td> <td style="text-align: center;">8.90</td> <td style="text-align: center;">4.38</td> </tr> <tr> <td>Ng =</td> <td style="text-align: center;">5.63</td> <td style="text-align: center;">2.12</td> </tr> </table>		General	Local	Nc =	19.85	12.75	Nq =	8.90	4.38	Ng =	5.63	2.12																	
	General	Local																											
Nc =	19.85	12.75																											
Nq =	8.90	4.38																											
Ng =	5.63	2.12																											
Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm2)																												
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">q_u</td> <td style="text-align: center;">q_{adm}</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion corrida</td> <td style="text-align: center;">2.60</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion cuadrada</td> <td style="text-align: center;">2.86</td> <td style="text-align: center;">0.95</td> </tr> </table>		q_u	q_{adm}	Cimentacion corrida	2.60	0.87	Cimentacion cuadrada	2.86	0.95																			
	q_u	q_{adm}																											
Cimentacion corrida	2.60	0.87																											
Cimentacion cuadrada	2.86	0.95																											
Observaciones																													

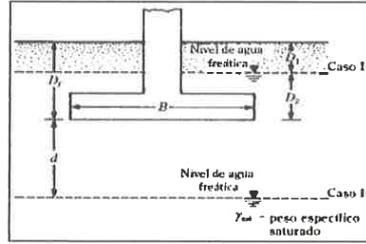

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Clavo Rimarachin
 LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º N.º 267076

CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE - FALLA LOCAL - C- 02 (PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA)

EXPRESIÓN CIMENTACIÓN CORRIDA

$$q_c = (2/3c) \cdot N^{\circ}c + \gamma \cdot D_f \cdot N^{\circ}q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N^{\circ}\gamma$$



Para $\phi' = 14.85$
 $N^{\circ}c = 12.751$
 $N^{\circ}q = 4.38$
 $N^{\circ}\gamma = 2.12$

Nivel freático = -
 γ suelo = 1.96 ton/m³
 γ agua = 1 ton/m³
 $C = 0.12$ kg/cm²

OPCIÓN 01	Df (m)	B (m)	$\gamma \cdot D_f$ (ton/m ²)	γ' (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
	1.00	1.00	1.96	1.961	21.69	1.25	21.26	7.09	0.71
	1.50	1.00	2.94	1.961	21.69	1.25	25.56	8.52	0.85
	2.00	1.00	3.92	1.961	21.69	1.25	29.85	9.95	1.00
	2.50	1.00	4.90	1.961	21.69	1.25	34.15	11.38	1.14
	3.00	1.00	5.88	1.961	21.69	1.25	38.45	12.82	1.28

OPCIÓN 02	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	1.20	1.96	1.961	21.69	1.25	21.68	7.23	0.72
	1.50	1.20	2.94	1.961	21.69	1.25	25.97	8.66	0.87
	2.00	1.20	3.92	1.961	21.69	1.25	30.27	10.09	1.01
	2.50	1.20	4.90	1.961	21.69	1.25	34.57	11.52	1.15
	3.00	1.20	5.88	1.961	21.69	1.25	38.86	12.95	1.30

OPCIÓN 03	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	2.00	1.96	1.961	21.69	1.25	23.34	7.78	0.78
	1.50	2.00	2.94	1.961	21.69	1.25	27.64	9.21	0.92
	2.00	2.00	3.92	1.961	21.69	1.25	31.93	10.64	1.06
	2.50	2.00	4.90	1.961	21.69	1.25	36.23	12.08	1.21
	3.00	2.00	5.88	1.961	21.69	1.25	40.53	13.51	1.35

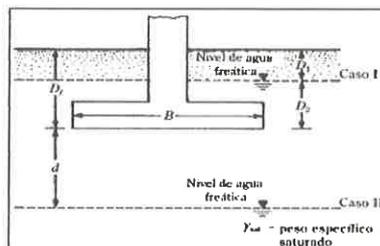
LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

CÁLCULO CAPACIDAD PORTANTE - FALLA LOCAL - C- 02 (PEÑA DE LOS LOROS - COCHABAMBA)

EXPRESIÓN ZAPATA CUADRADA

$$q_c = 1.3(2/3c) N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N' \gamma$$



Para $\phi' = 14.85$
 $N_c = 12.751$
 $N_q = 4.38$
 $N' \gamma = 2.12$

Nivel freático = -
 γ suelo = 1.96 ton/m³
 γ agua = 1 ton/m³
 $C = 0.12$ kg/cm²

OPCIÓN 01	Df (m)	B (m)	$\gamma \cdot D_f$ (ton/m ²)	γ' (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
	1.00	1.00	1.96	1.961	21.69	1.25	24.02	8.01	0.80
	1.50	1.00	2.94	1.961	21.69	1.25	28.31	9.44	0.94
	2.00	1.00	3.92	1.961	21.69	1.25	32.61	10.87	1.09
	2.50	1.00	4.90	1.961	21.69	1.25	36.91	12.30	1.23
	3.00	1.00	5.88	1.961	21.69	1.25	41.20	13.73	1.37

OPCIÓN 02	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	1.20	1.96	1.961	21.69	1.25	24.35	8.12	0.81
	1.50	1.20	2.94	1.961	21.69	1.25	28.65	9.55	0.95
	2.00	1.20	3.92	1.961	21.69	1.25	32.94	10.98	1.10
	2.50	1.20	4.90	1.961	21.69	1.25	37.24	12.41	1.24
	3.00	1.20	5.88	1.961	21.69	1.25	41.54	13.85	1.38

OPCIÓN 03	Df (m)	B (m)	q (ton/m ²)	γ (ton/m ³)	ϕ	C (Ton/m ²)	q (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (ton/m ²)
	1.00	2.00	1.96	1.961	21.69	1.25	25.68	8.56	0.86
	1.50	2.00	2.94	1.961	21.69	1.25	29.98	9.99	1.00
	2.00	2.00	3.92	1.961	21.69	1.25	34.28	11.43	1.14
	2.50	2.00	4.90	1.961	21.69	1.25	38.57	12.86	1.29
	3.00	2.00	5.88	1.961	21.69	1.25	42.87	14.29	1.43

LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erhin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Kimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 267579

ANEXO 05. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ELABORADO POR:	HOYOS IDROGO DIANNA SADITH						
FECHA:	24 DE ABRIL DEL 2024						
Partida	1.00	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40 m					S/ 727.63
Rendimiento	UND	MO.	1	EQ.			
	Descripción Recurso	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra					285.36	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	18.77	150.16	
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	16.90	135.20	
	Materiales					428.00	
0202010061	Colocacion y suministro de cartel de obra	UNI		1.0000	428.00	428.00	
	Equipos					14.27	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	285.36	14.27	
Partida	2.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO					S/ 77,456.16
Rendimiento	glb	MO.	1	EQ.	1		
	Descripción Recurso	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra					149.44	
0147010003	Controlador de Equipos y Maquinaria	hh	1.0000	8.0000	18.68	149.44	
	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					77306.72	
	Movilizacion y desmovilizacion de maquinaria	gl		1.0000	77299.25	77299.25	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%		0.0500	149.44	7.47	
Partida	2.00	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL					S/ 3.34
Rendimiento	m2/DIA	MO.	500	EQ.	500		
	Descripción Recurso	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra					2.06	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0320	18.68	0.60	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0640	16.89	1.08	
0147010034	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	23.66	0.38	
	Materiales					0.75	
0202010061	CLAVOS	kg		0.0050	5.23	0.03	
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0050	5.61	0.03	
0202970003	ACERO CORRUGADO GRADO 60 ASTM A615	kg		0.0150	2.49	0.04	
0221000001	YESO	BOL		0.0100	5.11	0.05	
0243570051	MADERA	p2		0.0500	9.01	0.45	
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.0033	48.45	0.16	
	Equipos					0.53	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	2.06	0.10	
0348970015	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0160	18.75	0.30	
0348970016	NIVEL DE INGENIERIA	hm	1.0000	0.0160	7.77	0.12	
Partida	4.00	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL					S/ 3.15
Rendimiento	m2/DIA	MO.	1000	EQ.	1000		
	Descripción Recurso	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra					1.06	
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0080	28.68	0.23	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0480	17.29	0.83	
	Equipos					2.09	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0500	1.06	0.05	
0349040037	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0080	254.24	2.03	
Partida	5	EXCAVACION DE TERRENO CON MAQUINARIA					S/ 18.05
Rendimiento	m3/DIA	MO.	150	EQ.	200		
	Descripción Recurso	Unidad Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra					9.51	
147010001	CAPATAZ	hh	1	0.053333333	26.03	1.39	
147010002	OPERARIO	hh	2	0.106666667	23.66	2.52	
147010003	OFICIAL	hh	2	0.106666667	18.68	1.99	
147010004	PEON	hh	4	0.213333333	16.89	3.60	
	Materiales					0.25	
234000005	COMBUSTIBLE, LUBRIC. Y FILTROS	%EQ		0.03	8.29	0.25	
	Equipos					8.29	
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.05	9.51	0.48	
349040036	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-110 HP	hm	1	0.04	147.39	5.90	
	MOTOBOMBA	hm	2	0.08	24.00	1.92	

Partida	6	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						S/	27.73
Rendimiento	m3/DIA		MO.	200	EQ.	200			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
0147010020	Mano de Obra CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0400	18.68	0.75		0.75
	Equipos								26.98
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3		hm	3.0000	0.1200	197.76	23.73		
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	0.5000	0.0200	162.43	3.25		
Partida	7	EXCAVACION CON MATERIAL SUELTO						S/	23.05
Rendimiento	m3/DIA		MO.	100	EQ.	200			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								14.26
147010001	CAPATAZ		hh	1	0.08	26.03	2.08		
147010002	OPERARIO		hh	2	0.16	23.66	3.79		
147010003	OFICIAL		hh	2	0.16	18.68	2.99		
147010004	PEON		hh	4	0.32	16.89	5.40		
	Materiales								0.26
234000005	COMBUSTIBLE, LUBRIC. Y FILTROS		%EQ		0.03	8.53	0.26		
	Equipos								8.53
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.05	14.26	0.71		
349040036	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-110 HP		hm	1	0.04	147.39	5.90		
	MOTOBOMBA		hm	2	0.08	24.00	1.92		
Partida	8	GAVIONES TIPO CAJA I						S/	217.18
Rendimiento	m3/DIA		MO.	100	EQ.	200			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								5.47
147010001	CAPATAZ		hh	1	0.08	26.03	2.08		
147010002	OPERARIO		hh	1	0.08	23.66	1.89		
147010003	OFICIAL		hh	1	0.08	18.68	1.49		
	Materiales								126.70
234000005	Malla de alambre galvanizado		m2		1	18.10	18.10		
234000006	Piedra de relleno		m3		1	108.6	108.60		
234000007	Alambre de amarre		kg		1	18.1	18.10		
234000008	Geotextil		m2		1	7.24	7.24		
	Equipos								85.01
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.05	5.47	0.27		
349040036	CAMIONETA		HM	1.0000	1.0000	84.74	84.74		
Partida	9	GAVIONES TIPO CAJA II y III						S/	220.74
Rendimiento	m3/DIA		MO.	100	EQ.	200			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								8.86
147010001	CAPATAZ		hh	1	0.08	26.03	2.08		
147010002	OPERARIO		hh	2	0.16	23.66	3.79		
147010003	OFICIAL		hh	2	0.16	18.68	2.99		
	Materiales								126.70
234000005	Malla de alambre galvanizado		m2		1	18.10	18.10		
234000006	Piedra de relleno		m3		1	108.6	108.60		
234000007	Alambre de amarre		kg		1	18.1	18.10		
234000008	Geotextil		m2		1	7.24	7.24		
	Equipos								85.18
337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.05	8.86	0.44		
349040036	CAMIONETA		HM	1.0000	1.0000	84.74	84.74		
Partida	10	MITIGACIÓN AMBIENTAL						S/	5,243.58
Rendimiento	GLB		MO.	1	EQ.	1			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								23.66
0147010001	Operario		TCO		1.0000	23.66	23.66		
	Materiales								4542.00
930101920301	Mallas de control de erosión		m3		300.0000	15.14	4542.00		
	Equipos								677.92
0337010001	CAMIONETA		HM	1.0000	8.0000	84.74	677.92		
Partida	11	SEGURIDAD Y SALUD						S/	2,677.92
Rendimiento	GLB		MO.	1	EQ.	1			
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra								1500.00
0147010001	TECNICO EN SEGURIDAD EN OBRA		TCO		1.0000	1500.00	1500.00		
	Materiales								2000.00
930101920301	CINTAS, CASCOS, BOTAS, ETC		m3		1.0000	2000.00	2000.00		
	Equipos								677.92
0349040037	CAMIONETA		hm	1.0000	8.0000	84.74	677.92		