

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA**



**INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL  
DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA  
SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN,  
CHANCHAMAYO – JUNIN, 2024**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Vladimir Ordóñez Camposano**

**ORCID: 0009-0007-7468-6868**

**Asesor:**

**Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez**

**ORCID 0000-0002-6766-7665**

**Para obtener el grado académico de:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA**

**TACNA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA**



**INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL  
DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA  
SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN,  
CHANCHAMAYO – JUNIN, 2024**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Vladimir Ordóñez Camposano**

**ORCID: 0009-0007-7468-6868**

**Asesor:**

**Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez**

**ORCID 0000-0002-6766-7665**

**Para obtener el grado académico de:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA**

**TACNA – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA**  
**Tesis**  
**“INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL**  
**DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA**  
**SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN,**  
**CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024”**

**Presentada por:**

Bach. Vladimir Ordóñez Camposano

**Tesis sustentada y aprobada el 03 de setiembre de 2024; ante el siguiente jurado examinador:**

**PRESIDENTE:** Dr. Martín Paucara Rojas

**SECRETARIO:** Dr. Diomedes Marcos Martin Oyola Zapata

**VOCAL:** Dr. Genner Alvarito Villareal Castro

**ASESOR:** Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez

## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Yo, Vladimir Ordóñez Camposano, en calidad de egresado de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Geotecnia, de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 41093377.

Soy autor de la tesis titulada:

“INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024”, con asesor: Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez.

**DECLARO BAJO JURAMENTO**

Ser el único autor del texto, entregado para obtener el grado académico de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN En Geotecnia, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para la obtención de un grado académico, en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 19 % de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que, para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades que de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo

declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello, en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que, de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna, 03 de setiembre de 2024



---

VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

DNI: 41093377

## DEDICATORIA

En memoria de mi querida hermana que en vida fue: Iris Flor Ordóñez Camposano.

Dedico este trabajo de Investigación a mis queridos Padres: Olga y Zenón, por su apoyo incondicional, por permitirme ser mejor cada día y ver sus sueños reflejados en mí, al desarrollarme como un profesional de calidad y con valores.

A mis hermanos: Joule, Betzabé, Wilson, Maribel y Edison, por brindarme sus consejos y compañía durante todas las etapas de mi vida.

A mi Esposa Mónica Victoria Menacho e hija Olga Ester Ordóñez Menacho por su inmenso apoyo, comprensión y ser parte de mi felicidad.

## GRADECIMIENTO

Para la elaboración de este informe quiero expresar mi gratitud a:

Mis padres Zenón Ordóñez B. y Olga Camposano C., quienes me motivaron a desarrollar esta investigación y que hoy se ve cristalizada en esta tesis.

Mi Esposa Mónica VÍctoria Menacho Vadillo e hija Olga Ester Ordóñez Menacho que me apoyaron de manera incondicional.

Mis asesores, Dr. Edgar Hurtado Chávez y Dra. Lena Ingrid Valderrama Pome, por su orientación y apoyo, durante el desarrollo de esta tesis.

A todo el equipo de trabajo del Laboratorio GEO TEST V S.A.C., en especial a Manuel Mucha, Marimar Prieto, Aracely Janto, Guadalupe Astuñaupa, Yerson Lima, Carlos Villalobos, Blaise Escalante, Evelin de la Cruz; por su apoyo constante al realizar los Ensayos de Corte Directo y en los estudios de Refracción sísmica – Masw.

A todos los catedráticos de la Escuela de Post Grado de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Privada de Tacna” que me impartieron su conocimiento y experiencia, durante mi permanencia en las aulas universitarias.

Así mismo quiero reconocer las enseñanzas del Ingeniero Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, ilustre maestro forjador de generaciones. Su valiosa experiencia siempre me motivó a continuar con esta investigación, en base a sus oportunas observaciones.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE APÉNDICES</b> .....	<b>xv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.2.1. Interrogante principal .....	7
1.2.2. Interrogantes secundarias .....	7
1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
1.5.1. Objetivo general .....	9
1.5.2. Objetivos específicos.....	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	10
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	12
2.2. BASES TEÓRICAS .....	14
2.2.1. Talud.....	14
2.2.2. Comportamiento geotécnico .....	15
2.2.3. Métodos determinísticos para la estabilización de taludes.....	15
2.2.4. Propiedades físicas .....	17
2.2.5. Propiedades mecánicas.....	27

2.2.6. Simulación en modelos computarizados .....	29
2.2.7. Deslizamiento de taludes .....	30
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS .....	36
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>38</b>
3.1. HIPÓTESIS .....	38
3.1.1. Hipótesis general .....	38
3.1.2. Hipótesis específicas .....	38
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	38
3.2.1. Identificación de la variable(s) independiente(s) .....	38
3.2.2. Identificación de la variable dependiente .....	39
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.4. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.6.1. Ámbito de la investigación .....	42
3.6.2. Tiempo social de la investigación .....	42
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	43
3.7.1. Unidad de estudio .....	43
3.7.2. Población .....	43
3.7.3. Muestra .....	43
3.8. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	44
3.8.1. Procedimiento .....	44
3.8.2. Técnicas .....	46
3.8.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	53
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	54
4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	57
4.2.1. Laboratorio Geo test V SAC .....	57
4.2.2. Laboratorio Zear Ingeneering S.A.C .....	62
4.3. RESULTADOS .....	64

4.3.1. Objetivo Especifico 1: Las características físico-mecánicas según los resultados de laboratorio son las siguientes: .....	64
4.3.2. Objetivo Especifico 2: Parámetros elásticos .....	76
4.3.3. Objetivo Especifico 3: Determinación del factor de seguridad estático y pseudo estático del talud natural .....	81
4.4. PRUEBA ESTADÍSTICA .....	83
4.4.1. Hipótesis General .....	83
4.4.2. Hipótesis Específicas.....	84
4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>95</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>101</b>
<b>Apéndice 1: Matriz de consistencia .....</b>	<b>101</b>
<b>Apéndice 2: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.....</b>	<b>103</b>
<b>Apéndice 3: Planos .....</b>	<b>122</b>
<b>Apéndice 4: Fotografía de la aplicación del instrumento .....</b>	<b>127</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamices utilizados para el análisis granulométrico .....	17
Tabla 2. Tamices utilizados para el análisis granulométrico .....	23
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	41
Tabla 4. Accesos de la zona de estudio.....	44
Tabla 5. Cuadro de áreas (Perimétrico - Áreas Según levantamiento). .....	45
Tabla 6. Coordenadas del ámbito de ubicación del talud.....	55
Tabla 7. Ubicación de calicatas en coordenadas UTM. ....	56
Tabla 8. Contenido de humedad .....	64
Tabla 9. Clasificación del suelo .....	65
Tabla 10. Límites de consistencia .....	66
Tabla 11. Angulo de fricción de las muestras .....	66
Tabla 12. Cohesión de las muestras .....	67
Tabla 13. Parámetros elásticos con Masw-01 y LRS-01 .....	77
Tabla 14. Parámetros elásticos con Masw-02 y LRS-02 .....	78
Tabla 15. Parámetros elásticos con Masw-03 y LRS-03 .....	79
Tabla 16. Parámetros elásticos con Masw-04 y LRS-04 .....	80
Tabla 17. Factor de seguridad local con el software Slide6.....	82
Tabla 18. Factor de seguridad global con el software Slide6 .....	82
Tabla 19. Factores de seguridad con el software Geo5.....	83
Tabla 20. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) - Parámetros elásticos. ....	86
Tabla 21. Prueba Kruskal-Wallis – Parámetros elásticos. ....	86
Tabla 22. Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) – Factor de seguridad global. ....	87
Tabla 23. Prueba Kruskal-Wallis - Factor de seguridad global. ....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa del Perú .....	6
Figura 2 Mapa de San Ramón .....	6
Figura 3 Fuerzas actuantes en el cálculo de Equilibrio Limite .....	16
Figura 4 Cuchara de Casagrande.....	19
Figura 5 Ensayo de limite plástico .....	20
Figura 6 Consistencia del suelo.....	20
Figura 7 Carta de Plasticidad para la Clasificación de Suelos .....	22
Figura 8 Máxima resistencia al corte por falla.....	28
Figura 9 Ensayo de corte directo.....	28
Figura 10 Ondas P.....	29
Figura 11 Deslizamiento de translación en la vía Tijuana - Ensenada en México. .....	32
Figura 12 Deslizamiento Rotacional.....	33
Figura 13 Esquema del análisis de estabilidad de taludes por el método de Bishop Simplificado. ....	34
Figura 14 Representación esquemática de un bloque deslizante. ....	35
Figura 15 Ficha de recolección de datos .....	46
Figura 16 Análisis de estabilidad estática km 90+400 con Slide6.....	50
Figura 17 Análisis de estabilidad Pseudo-estática km 90+400 con Slide6.....	50
Figura 18 Análisis de estabilidad estática km 90+400 con Geo5 .....	52
<i>Figura 19</i> Análisis de estabilidad estático km 90+400 con Geo 5 .....	52
Figura 20 Centro poblado el Naranjal.....	54
Figura 21 Posible ubicación del talud .....	55
Figura 22 Ubicación de exploraciones geofísicas y geotécnicas .....	55
Figura 23 Ubicación de calicata C-1 para extracción de muestra.....	56
Figura 24 Ubicación de calicata C-2 para extracción de muestra.....	57
Figura 25 Tabla de clasificación de suelos AASHTO .....	59
Figura 26 Tabla de clasificación de suelos SUCS .....	60
Figura 27 Contenido de humedad .....	64

Figura 28 Ángulo de fricción .....	67
Figura 29 Cohesión .....	68
Figura 30 Línea de refracción sísmica 01 .....	68
Figura 31 Línea de refracción sísmica 02 .....	69
Figura 32 Línea de refracción sísmica 03 .....	70
Figura 33 Línea de refracción sísmica 04 .....	71
Figura 34 Sondaje MASW 01 .....	72
Figura 35 Sondaje MASW 02 .....	73
Figura 36 Sondaje MASW 03 .....	74
Figura 37 Sondaje MASW 04 .....	75

## ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1: Matriz de consistencia .....	101
Apéndice 2: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....	103
Apéndice 3: Planos.....	122
Apéndice 4: Fotografía de la aplicación del instrumento.....	127

## RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo general “Determinar la influencia del comportamiento geotécnico, en el deslizamiento de taludes naturales mediante la simulación con modelos computarizados San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024”. El problema que se aborda en este estudio, se centra en la incidencia de deslizamientos de taludes naturales en la región de San Ramón. Los deslizamientos de taludes, representan una amenaza significativa para la seguridad de las comunidades y la infraestructura en áreas montañosas y con relieve accidentado como en esta región; este problema, se agrava por el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano y rural no planificado, que aumenta la presión sobre el medio ambiente y puede provocar cambios en la estabilidad de los taludes naturales. Los deslizamientos de tierra, que se originan en taludes, representan eventos naturales perjudiciales para la seguridad de las personas, así como para la integridad de viviendas, carreteras y otras estructuras. Aunque es posible, identificar las áreas más vulnerables a estos deslizamientos y evaluar los factores que aumentan el riesgo, así como monitorear los deslizamientos diferenciales en los taludes, hasta ahora ha sido difícil entender completamente, cómo se comporta dinámicamente el flujo de lodo en estos deslizamientos. La metodología de investigación que se empleó fue el método científico, de tipo básica, con un nivel explicativo y diseño no experimental. Los resultados obtenidos indican que, en las líneas sísmicas del 01 al 04 se obtuvieron valores de ondas P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s y con el ensayo de MASW, las líneas de 01 al 04 obtuvieron una velocidad de onda S que oscilan desde 220 m/s a 497 m/s. En Conclusión, se puede indicar que el comportamiento geotécnico influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6.

**Palabras clave:** Comportamiento geotécnico, deslizamiento de taludes, simulación virtual, modelos computarizados.

## ABSTRACT

The general objective of this research was “Determine the influence of geotechnical behavior on the landslide of natural slopes through simulation with computer models San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024”. The problem addressed in this study focuses on the incidence of landslides on natural slopes in the San Ramón region. Slope landslides represent a significant threat to the safety of communities and infrastructure in mountainous areas with rugged relief such as in this region; This problem is aggravated by population growth and unplanned urban and rural development, which increases pressure on the environment and can cause changes in the stability of natural slopes. Landslides, which originate on slopes, represent natural events that are detrimental to the safety of people, as well as to the integrity of homes, roads and other structures. Although it is possible to identify the areas most vulnerable to these landslides and evaluate the factors that increase the risk, as well as monitor differential landslides on slopes, until now it has been difficult to fully understand how mud flow behaves dynamically in these landslides. . The research methodology used was the scientific method, of a basic type, with an explanatory level and non-experimental design. The results obtained indicate that, in the seismic lines from 01 to 04, values of P waves were obtained that range between 300 m/s to 2372 m/s and with the MASW test, the lines from 01 to 04 obtained an S wave velocity that They range from 220 m/s to 497 m/s. In Conclusion, it can be indicated that geotechnical behavior significantly influences the sliding of natural slopes, simulated by Geo5 and Slide6.

**KEY WORDS:** Geotechnical behavior, slope landslide, simulation, computerized models.

## INTRODUCCIÓN

La influencia del comportamiento geotécnico, en el deslizamiento de taludes naturales, es un aspecto crucial en la ingeniería geotécnica. La simulación con modelos computarizados, es una herramienta esencial para comprender y predecir estos fenómenos. Al analizar parámetros geométricos y geotécnicos, como la cohesión y otros factores, se puede evaluar la estabilidad de los taludes. Estudios como el análisis de estabilidad de taludes en rocas y la simulación numérica de obras para la estabilización superficial de taludes, destacan la importancia de considerar estos aspectos para asegurar que las estructuras sean seguras y estables. Además, se menciona la relevancia de elementos, como la revegetalización de taludes para mejorar su estabilidad y prevenir deslizamientos. La combinación de análisis geotécnicos, detallados y simulaciones computarizadas permite tomar decisiones informadas, para mitigar los riesgos asociados con los deslizamientos en taludes naturales.

De esta manera, este estudio investigó la influencia del comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales, mediante la simulación con modelos computarizados, teniendo como **objetivo general**, “Determinar la influencia del comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales mediante la simulación con modelos computarizados San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024”, y metodológicamente, la **investigación** cuantitativa, de tipo básico con un nivel explicativo de diseño no experimental.

Para un adecuado desenvolvimiento de esta tesis, se ha organizado en cuatro capítulos, siendo estos los siguientes:

Capítulo I: El problema, se desarrolló la realidad problemática de la zona de estudio, con el problema general, específicos, como la justificación, objetivos, delimitación y su importancia.

Capítulo II: Marco teórico, se analizaron referencias internacionales y nacionales como base teórica para ayudar con el desarrollo del trabajo de esta tesis, en este capítulo se detalla las bases teóricas para conocer las variables.

Capítulo III: Marco metodológico, se formuló la hipótesis general y las específicas, junto con las definiciones conceptuales y operacionales de las variables pertinentes. Además, se detallará la metodología de investigación, abordando la población, muestra y técnicas de muestreo, así como los instrumentos para la recolección de datos.

Capítulo IV: Resultados, para la obtención de los mismos, se realizó la descripción del trabajo de campo, la presentación de resultados, las pruebas estadísticas y la discusión de resultados.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La carretera que une, Tarma con la Merced en el departamento de Junín, se ve afectada por los constantes deslizamientos que se ocasionan por las persistentes lluvias que se han dado cada año en las temporadas de avenida. Uno de los casos más recientes, se ha registrado en el Km 0+078, particularmente en la localidad de Naranjal, que se encuentra en el distrito de San Ramón, en el cual provocó, por efecto del deslizamiento del talud, que la vía quede interrumpida por rocas y lodo dejando cientos de vehículos varados, así como también se observó que, una vez levantado el material proveniente del talud, la vía presentaba daños colaterales (Tinoco, 2021).

El problema más crítico, que sucede permanentemente en la zona sierra hacia el extremo con la selva del Perú, es el deslizamiento de taludes naturales por diferentes causas, como fuertes precipitaciones pluviales, procesos erosivos más o menos considerables por la composición de sus suelos, presencia sísmológica y en muchos casos la acción antrópica en la ejecución de obras.

Este panorama, se observa en el sector Naranjal - San Ramón, y resulta desafiante anticipar el comportamiento geotécnico de los taludes que están experimentando deslizamientos, generando serios daños a la población aledaña y a las obras civiles del entorno; por lo que, es necesario determinar cómo influye el comportamiento geotécnico de estos taludes, para lo cual pueden aplicarse modelos computarizados que permitan visualizar las condiciones o características del deslizamiento.

Lo expuesto, se respalda en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 11 (ODS 9 y 11), el primero pretende construir infraestructuras resilientes y fomentar la innovación, y el segundo, que busca transformar las ciudades en espacios más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Estos objetivos, abordados en la sección de gestión del riesgo de desastre, promueve la

reducción significativa de muertes causadas por desastres, incluidos aquellos asociados con deslizamientos de suelos, así como la mitigación del impacto en las personas afectadas y la disminución de las pérdidas económicas directas derivadas de estos eventos. (ONU-Hábitat, 2022)

A nivel global, la estabilización de taludes representa uno de los desafíos más significativos para los ingenieros geotécnicos en diversas áreas de trabajo, como la construcción de carreteras o edificaciones cercanas a pendientes. Lograr este propósito, implica considerar una variedad de factores intrínsecos, externos e intermedios que afectan la estabilidad del talud. Cuando los esfuerzos de estabilización, no tienen éxito, el talud puede presentar señales de movimiento distintas para cada enfoque. Algunas de estas señales, son evidentes a simple vista, mientras que otras solo se hacen aparentes, cuando el talud colapsa junto con la estrategia de estabilización empleada. Por esta razón, es crucial identificar los mecanismos de falla cuando un método no produce los resultados esperados, con el fin de explorar y proponer alternativas de estabilización efectivas. Otra de las razones, para el estudio de la estabilización de taludes, es el incremento progresivo de cortes y rellenos en proyectos de construcción; el cual incrementa el número de taludes en la zona y a su vez aumentan la necesidad del campo. (Becerra, 2019).

En el Perú, de acuerdo con la ADI PERÚ (2019), se construyen anualmente aproximadamente 50,000 viviendas informales en Lima, las cuales corren el riesgo de colapsar en caso de un terremoto debido a que no cumplen con las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). La mayoría de estas viviendas, están ubicadas en laderas, compuestas por suelos arenosos, lo que aumenta significativamente el riesgo de deslizamientos. Según (González & Valverde, 2021), el distrito de Villa el Salvador está entre los seis distritos más vulnerables a los terremotos, debido al tipo de suelo inestable presente en la zona. A pesar de esto, los habitantes han construido sus viviendas de manera autónoma en las laderas, utilizando cimentaciones reforzadas. Sin embargo, la falta de estabilidad en las pendientes conduce al colapso de las edificaciones o a la aparición de grietas. Además, si el suelo contiene agua y/o

arena, con el tiempo podría producirse licuefacción, un fenómeno en el cual la arena pierde estabilidad y las edificaciones construidas sobre ella se desploman.

En Huancayo, los deslizamientos son comunes en cualquier ladera o pendiente natural que presente inestabilidad. En la región de Junín, uno de los principales desafíos radica en el relieve, la geografía y el clima, especialmente en las zonas montañosas. Los deslizamientos han afectado carreteras debido a las intensas lluvias asociadas al fenómeno del Niño, tanto en la costa como en la sierra, lo que ha provocado cortes en las vías y aislamiento de comunidades locales y áreas remotas. Estos eventos, también han resultado en la interrupción de la actividad económica y han causado daños directos a cultivos, viviendas, servicios básicos y, lamentablemente pérdidas humanas. En muchas ocasiones, las autoridades no responden de manera inmediata, dejando a las comunidades locales a enfrentar la situación de manera improvisada, dado que no se han implementado medidas de prevención adecuadas. (Torres, 2019).

Según Bardales (2022), para dar solución al problema del comportamiento geotécnico de un talud, lo cual se interpreta como la caracterización del talud y como este se comporta frente a edificaciones. Se realizará una simulación, mediante modelos computarizados, en otras palabras, mediante programas o software, como Slide6; donde se utiliza el método de equilibrio limite e incluye el análisis de filtración de agua, modelado en diferentes situaciones, diseño de soporte y el análisis probabilístico. Otro software es el Geo5, cuyo uso es para el cálculo de desplazamientos, fuerzas internas, tensiones y deformaciones mediante el MEF en diferentes etapas de la construcción.

- Delimitación espacial

La investigación, se desarrolló en Sector Naranjal, Distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo, de la región Junín.

### Figura 1

*Mapa del Perú*



*Nota:* Tomado de la página web (Shutterstock)

### Figura 2

*Mapa de San Ramón*



*Nota.* Distritos que conforma San Ramón. Tomado de (FamilySearch Wiki, 2023)

- Delimitación temporal

La realización del presente proyecto de investigación, se llevó a cabo entre los meses de febrero y mayo del 2024. En los cuales se recolectó datos y proceso toda la información necesaria.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Interrogante principal

¿Cómo influye el comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales mediante la simulación con modelos computarizados San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024?

### 1.2.2. Interrogantes secundarias

- ¿Cómo pueden determinarse las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024?
- ¿Cuáles son los parámetros elásticos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024?
- ¿Cómo se presenta el factor de seguridad estático y pseudo estático de taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 de taludes naturales San Ramón - Chanchamayo– Junín 2024?

## 1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

- Justificación social

La justificación social según Fernández (2020), podemos describir los aportes de las investigaciones de tesis, como contribuciones destinadas a abordar las necesidades actuales y futuras de la sociedad, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región estudiada.

La justificación social de la investigación, propuso dar solución a la inestabilidad del talud que se encuentra en el sector Naranjal - San Ramón, ya que, mediante una simulación con modelos computarizados, se evaluó el comportamiento geotécnico de este, para así poder evitar

deslizamientos que causan accidentes, interrupción en la vía, pérdidas humanas y materiales, y así proporcionar calidad de vida a los habitantes de la zona de estudio; como también se tendrá en consideración la ODS 11 pues este propone la reducción de muertes provocadas por desastres.

- Justificación tecnológica

Según Romero (2019), la investigación también tiene implicaciones tecnológicas, ya sea al introducir innovaciones o al estudiar detalladamente las ventajas y desventajas de un avance tecnológico existente. Como investigadores, nos dedicamos a estudiar este impacto con el objetivo de informar a la sociedad sobre sus implicaciones.

Esta investigación, se justifica tecnológicamente, porque se realizó una simulación mediante modelos computarizados, utilizando programas o software, como: Slide6 (método de equilibrio límite, análisis de filtración de agua, entre otros) y Geo5 (cálculo de desplazamientos, fuerzas internas y deformaciones)

- Justificación metodológica

De acuerdo con Fernández (2020), se puede considerar que un estudio está metodológicamente justificado, cuando implica la creación de un nuevo instrumento para la recopilación o análisis de datos, propone una metodología novedosa que incorpora diferentes formas de experimentar con una o más variables, o busca investigar de manera más adecuada a una población específica. (pág. 71).

La justificación metodológica surge al implementar una nueva estrategia para generar conocimientos válidos y confiables, lo que implica explorar métodos confiables para esta generación de conocimientos. Asimismo, busca fortalecer la capacidad científica y fomentar la innovación tecnológica en el país.

## 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. Objetivo general

Determinar, la influencia del comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales, mediante la simulación con modelos computarizados San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar, las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- Determinar, los parámetros elásticos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024
- Determinar, el factor de seguridad estático y pseudo estático de taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 de taludes naturales San Ramón - Chanchamayo– Junín 2024.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Garay (2018) en su tesis, “Comparación de métodos de estabilidad de taludes por equilibrio límite y por métodos numéricos en condiciones de carga estática y pseudo-estática”, se examinó la estabilidad de los taludes en la zona “Ladera de Valle Sub-Andino” mediante el análisis del suelo deslizado, en el cual se emplearon las calicatas C-01 y C-02, así como los ensayos DPL-2 y DPL-5, junto con la línea de refracción sísmica LS-02 y MASW-02. A partir de los resultados obtenidos en DPL-2 y DPL-5, se calculó un valor promedio de cohesión de 45 kPa. Además, se determinó que la presencia de material sub-anguloso conlleva un ángulo de fricción mínimo de 0,25 grados, indicando una falla más profunda en lugar de superficial. Se concluye que en el ensayo geofísico se determinó que el  $P_e$  es de 18 kN/m<sup>3</sup> y la rigidez promedio es de 14,000 kPa.

Carpio (2020) en su tesis, “Análisis de la estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco”, en el cual se realizaron tomas de muestras con el objetivo de obtener las propiedades mecánicas de los suelos, incluyendo el material desplazado y las áreas con rasgos de movimientos y grietas tensionales. Los resultados indicaron la presencia de suelos arcillosos clasificados como GC y CL, así como depósitos superficiales SM de origen aluvial (según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS), con plasticidad media a baja. Los ensayos de densidad arrojaron valores de cohesión bajos, con condiciones de humedad de 1.7 g/cm<sup>3</sup> en estado húmedo y 1.8 g/cm<sup>3</sup> en estado seco. Estos datos nos permiten entender la cantidad de agua presente y cómo influyó en el deslizamiento de Lutt. Se determina, que el factor de seguridad de algunas secciones no es suficiente, lo cual

resulta en deslizamientos que afectan directamente a la población, como se observa en la tabla de resultados de las secciones 2 y 6.

Zavala (2021) en su tesis, “Estabilidad de taludes para el mejoramiento de Terraplén en la construcción de túnel de drenaje Toquepala-Tacna,2021”, Se indica que, en las superficies de falla del talud, se observa una similitud en los métodos estudiados, mostrando una superficie de falla circular. Esto proporciona un factor de seguridad de 1,318 según el método ordinario, 1,334 según el método Jambu Simplificado, 1,547 según el método Spencer y 1,582 según el método Bishop. Se concluye, que el talud está relativamente estable en condiciones estáticas.

Ruiz & Chávez (2023) en su tesis, “Evaluación de la estabilidad de talud para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tacna”, Se menciona, que se llevó a cabo el diseño estático y pseudoestático de los taludes en un área seleccionada de dos lagunas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Magollo, utilizando el software Slide6. Esta elección, se basó en la topografía y el perfil del terreno, que revelaron que dicha área tiene la mayor pendiente. Se concluye, que la estabilidad del talud en condiciones naturales del terreno para las dos lagunas es adecuada, ya que el factor de seguridad del primer talud de corte crítico en condiciones estáticas es de 1,593, lo cual cumple con lo exigido por la normativa, que es de 1,5, y con carga a 1,588.

Olguin (2018) en su tesis, “Evaluación geológica geotécnica del deslizamiento ubicado entre las progresivas del km 41+000 al km 41+750 de la línea de conducción Vilachauhani, Sector Titijahuani, Tarata – Tacna”, el estudio, tiene como objetivo establecer el modelo geológico y geotécnico de una zona donde se han identificado deslizamientos antiguos, por donde está previsto que pase el eje del canal Vilachauhani. Se concluye, que se determinó la capacidad de carga del suelo de fundación, asegurando que la capacidad de carga

admisible del terreno ( $Q_{adm}$ ) sea mayor que la carga actuante sobre el terreno ( $Q_{act}$ ) en el sector 1 (Prog. Km 41+070 al km 41+170) y en el sector 3 (Prog. Km 41+380 al km 41+475).

Zevallos (2019), presentó su tesis “Métodos de refracción sísmica MASW - MAM y parámetros elásticos del puente vehicular interregional Pampas. Ayacucho – Apurímac. 2016”, la velocidad de ondas, incluyendo ondas de densidad de los elementos por donde se transmiten aquellas ondas gracias a la refracción sísmica de MASW, donde el módulo de Poisson que se obtiene en el primer estrato, es de 0,42 v, el segundo, tercer, cuarto y quinto estrato presentan un módulo de Poisson de 0,42; 0,38; 0,36 y 0,34 respectivamente, los mismos estratos estudiados, también presentan un módulo elástico de 46839,03 t/m<sup>2</sup>, 79182,07 t/m<sup>2</sup>, 127995,88 t/m<sup>2</sup>, 198642,22 t/m<sup>2</sup> y 284062,02 t/m<sup>2</sup> correspondientemente a cada uno de los 05 estratos, donde concluyó, que se tiene en consideración que la ciudad de Lambayeque es una zona sísmica que se encuentra sobre arenas que posiblemente presenta licuefacciones en sus suelos ya que su geomorfología estructural muestra que es una zona poco estable.

#### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Zumba (2023) en su tesis, “Análisis de Estabilidad del Talud en la Vía al CRS Turi Aplicando Ensayos Geofísicos”, Se examinó la estabilidad de los taludes en la “Vía al CRS Turi”, obteniendo como resultado el factor de seguridad, el cual aumentó con la modificación de la geometría de la ladera, puesto que se retiró material suelto y se redujeron pendientes. El perfil de la derecha B-B es el que mejor resultados obtuvo, ya que pasó de 1,2 a 1,6; cumpliendo el factor mínimo. Las condiciones, que consideran agua en el análisis no cumplen con el factor de seguridad mínimo en ningún perfil. Para el evento sísmico, la modificación geométrica mejoró la estabilidad de los perfiles en el A-A que cumple con el criterio de estabilidad y el B-B aumentó el factor, mas no cumple con el factor mínimo. Se concluye,

que la aplicación de ensayos geofísicos, permite inferir los estratos del suelo y sus propiedades tanto físicas como mecánicas, que permiten analizar un talud o ladera mediante el cálculo del factor de seguridad.

Grajales y Ramírez (2018) en su tesis, “Análisis de la estabilidad de un talud derivado de cenizas volcánicas ubicado en la Vía Cerritos la Virginia”, se realizó el estudio, del deslizamiento ocurrido en la “Vía Cerritos la Virginia”, analizando el Factor de seguridad que fue de 0,91, mientras que en método matemático, dió un Factor de Seguridad de 1,05; con lo cual podemos observar, que ambos datos son cercanos y menores de 1,5, valor que determina la frontera de estabilidad aceptable; por lo tanto, se puede decir que el talud no es estable, y puede presentar algún riesgo de colapso en temporada de invierno, al incrementarse los esfuerzos desestabilizadores del talud. Se concluyó, que la disposición de los estratos geológicos encontrados, se procedió a hacer el análisis del factor de seguridad mediante un Software y un método Matemático (Bishop 67 simplificado) para comparar los resultados y poder establecer cuál era el más crítico y poder definir la estabilidad del talud

Sierra (2019) en su tesis, “Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el km 79 + 625 del tramo seis: ampliación del tercer Carril Vía Anapoima – Mosquera Cundinamarca”, realizó una comparación de los resultados obtenidos, utilizando los programas Slide6, Slope y Geo5, evaluando la estabilidad del talud en el tramo 6 K79 + 625 de la carretera Anapoima – Mosquera, donde se llevó a cabo la expansión de la vía para incluir un tercer carril. Concluye que en el talud ubicado en el tramo 6 Km 79+625 de la vía Anapoima – Mosquera (Cundinamarca), de acuerdo a los parámetros calculados por los resultados de laboratorio, se evidenció que el tipo de material presente en el talud es homogéneo de tipo LODOLITA, el cual reportó un factor de seguridad inicial antes de la intervención vial menor a uno (1).

Ramos (2019) en su tesis, “Análisis de estabilidad de taludes en rocas. Simulación con Ls-Dyna y comparación con Slide”, mediante el software LS-DYNA, permite interpretar sobre los tipos de rotura en taludes a través de los resultados de deformación plástica efectiva. En el software Slide, la experiencia del usuario, desempeña un papel significativo, tanto en la interpretación del círculo de rotura presentado como en la posibilidad de forzar un tipo específico de rotura, especialmente si hay evidencia de campo que respalda esta acción. Se llega a la conclusión, de que el software LS-DYNA tiene limitaciones en el análisis de taludes, ya que no incluye una formulación para calcular el factor de estabilidad.

Ávila et al. (2019) en su tesis, “Aplicación de la prospección sísmica MASW para identificar los rellenos de lodos en un vertedero”, el objetivo, es resaltar los resultados obtenidos en un vertedero, donde se necesitaba identificar la ubicación actual de los antiguos depósitos de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales en dos balsas principales del vertedero. La cobertura posterior de estas balsas con desechos de diversos tipos (RSU) ha provocado asentamientos significativos debido al peso de estos materiales y al desplazamiento de las masas de lodos. Se concluye que los datos recopilados, gracias a la capacidad de localización en el subsuelo, han permitido desarrollar modelos dinámicos mediante el procesamiento de las velocidades obtenidas en la prospección sísmica.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Talud

Un talud, se refiere a la inclinación que se aplica a la tierra, para que las distintas partes se sostengan mutuamente. Además, puede ser cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal, ya sea de manera temporal o permanente, y puede estar compuesta de suelo o roca.

Existen dos tipos principales de taludes:

- Talud Natural: Estos son creados por procesos naturales a lo largo de la historia geológica.
- Talud Artificial: Requieren la intervención humana y se construyen para diversos propósitos, como la construcción de carreteras, represas, ferrocarriles y minas a cielo abierto. (Navarro, 2020, p. 21).

#### 2.2.2. Comportamiento geotécnico

Se trata de la recopilación de datos numéricos, que describen las propiedades del suelo en relación con la construcción planeada y su ubicación, necesarios para realizar análisis y dimensionamiento de cimentaciones y estructuras. Este proceso, implica el estudio y la justificación técnica del comportamiento del terreno. (González & Valverde, 2021, p.61).

#### 2.2.3. Métodos determinísticos para la estabilización de taludes

Al evaluar la estabilidad de taludes, habitualmente se calculan índices de seguridad, utilizando enfoques matemáticos. Estos métodos, tienen en cuenta varios aspectos que podrían influir en la estabilidad, como la forma del talud, la presión de los poros, la actividad sísmica, entre otros. Esto se hace bajo la suposición, de que el suelo exhibe propiedades uniformes en todas las direcciones; es decir, que es isotrópico. (Moreno, 2022, p. 29)

##### A. Métodos del equilibrio límite

Los métodos de equilibrio límite, examinan el equilibrio de una masa que podría ser inestable, y se basan en comparar las fuerzas que podrían provocar su movimiento con las fuerzas que se oponen a éste a lo largo de una superficie de rotura específica. (Rojas, 2018, p. 13).

Los desafíos, relacionados con la inestabilidad, son estáticamente indeterminados y requieren considerar una variedad de suposiciones iniciales, dependiendo del método utilizado para resolverlos. Además, se adoptan las siguientes condiciones:

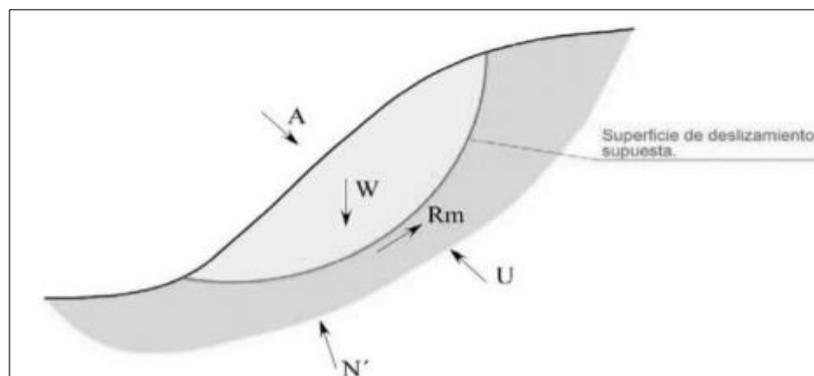
- La superficie de rotura, debe ser propuesta con una geometría que permita el deslizamiento o desprendimiento; es decir, debe ser una superficie que permita el movimiento, según las leyes de la cinemática.
- La disposición de las fuerzas que operan en la superficie donde se produce la ruptura, se puede calcular manejando información conocida, como el  $P_e$  del material y la presión del agua.
- La resistencia, se activa de manera uniforme en toda la superficie de rotura al mismo tiempo.

#### B. Características

Un análisis de equilibrio límite, implica calcular un factor de seguridad, donde se consideran los valores de la resistencia al esfuerzo cortante en el punto de fallo. Al disponer de estas propiedades y otras relevantes para este método, se evalúa la capacidad para resistir los esfuerzos cortantes que podrían desencadenar un deslizamiento. En la mayoría de los métodos de equilibrio límite, se contrastan las fuerzas y momentos resistentes en una superficie denominada superficie de falla, la cual varía según el método aplicado. La Figura 3 ilustra las fuerzas características del equilibrio límite.

**Figura 3**

*Fuerzas actuantes en el cálculo de Equilibrio Límite*



*Nota.* El esquema representa las fuerzas principales que actúan en el Método de Equilibrio Límite. Tomado de (Zavala, 2021)

#### 2.2.4. Propiedades físicas

##### A. Granulometría del suelo

En su tesis (Cañi, 2021, p.33) define, que la composición granulométrica se puede obtener mediante el uso de tamices, lo que nos ofrece información sobre las características se obtienen a través de la técnica de cribado, la cual nos ofrece curvas que representan la distribución de tamaño de las partículas. Para llevar a cabo este ensayo, se necesitan tamices con diferentes tamaños de malla, que incluyen medidas como 2 pulgadas,  $\frac{3}{4}$  de pulgada,  $\frac{1}{2}$  pulgada,  $\frac{3}{8}$  de pulgada,  $\frac{1}{4}$  de pulgada, así como tamices con números 4;10;20;40;60;100 y 200 según la clasificación de la normativa.

**Tabla 1**

*Tamices utilizados para el análisis granulométrico*

TAMICES	ABERTURA (mm)
2"	50,000
$\frac{3}{4}$ "	19,000
$\frac{1}{2}$ "	12,500
$\frac{3}{8}$ "	9,500
$\frac{1}{4}$ "	6,250
Nº 4	4,750
Nº 10	2,000
Nº 20	0,850
Nº 40	0,425
Nº 60	0,250
Nº 80	0,180
Nº100	0,149
Nº 200	0,075

*Nota.* Tabla extraída de la Norma Técnica Peruana 339.128

##### B. Límites de consistencia

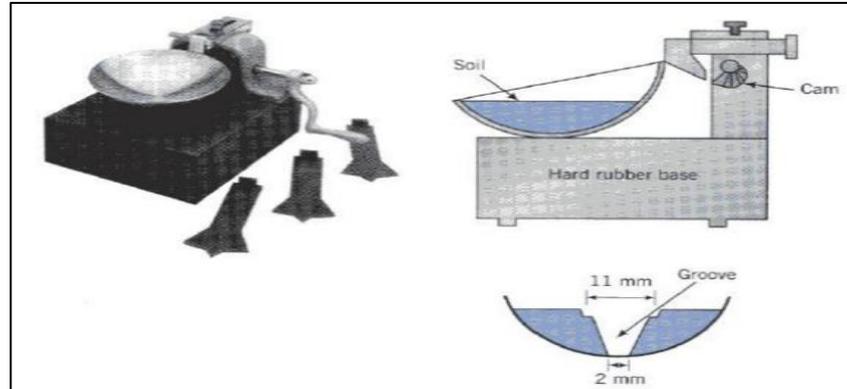
La capacidad de un suelo, para experimentar deformaciones que resultan en cambios permanentes, se define como su plasticidad, la cual está influenciada por el contenido de humedad y la composición de posibles componentes arcillosos o minerales presentes en el suelo. (Pilatasig, 2021, p. 08).

Los límites de Atterberg, también conocidos como límites de consistencia, describen los diferentes estados en los que se encuentran los suelos finos dependiendo de su contenido de agua. Estos suelos, como las arcillas, pueden pasar de un estado seco y duro a un estado plástico y finalmente a un estado líquido a medida que aumenta su humedad. Siendo estos los siguientes:

- **Límite líquido**

Según Rabat (2019) el límite líquido (LL), se define como la cantidad de agua presente, expresada como un porcentaje del peso seco de la muestra, determina la transición de un suelo de un estado líquido a uno plástico. En suelos plásticos, la resistencia al corte en el límite líquido es baja pero precisa, según Atterberg, alcanzando los  $25 \text{ g/cm}^2$ . En este punto, la cohesión del suelo es prácticamente nula.

La determinación tradicional del límite líquido, se ejecuta con el aparato "cuchara o copa de Casagrande". Se mezcla una muestra de suelo seco con agua destilada, intentando acercarse al límite líquido. La masa, se coloca en la cuchara y se da vueltas a una manivela, Al dejar caer la cuchara desde una altura de un centímetro y observar que las paredes del surco se unen por su fondo en una longitud de aproximadamente 13 mm, se determina que el suelo alcanza su contenido de humedad correspondiente al límite líquido tras exactamente 25 vueltas. Sin embargo, si el número de golpes está entre 10 y 40, se toma una muestra de la parte donde se juntan los bordes del surco y se determina su humedad. Se repite el ensayo añadiendo más agua o extendiendo la pasta para obtener otro punto al lado opuesto de los 25 golpes. Los resultados de ambos ensayos, se representan en una doble escala logarítmica y se traza una recta de pendiente 0,117 que equidiste de los dos puntos. La humedad, en la intersección de esta recta con la ordenada de 25 golpes da el límite líquido. (p.16).

**Figura 4***Cuchara de Casagrande*

*Nota.* Esquema de la cuchara de Casagrande utilizada para la determinación del límite Tomado de (Rabat, 2019, p.16).

- **Límite plástico**

El límite plástico según (Gutiérrez, 2022, p.23), es el porcentaje de humedad en relación con el peso seco de la muestra, en el cual los suelos cohesivos cambian de un estado semisólido a uno plástico. En la norma MTC E 111, se establece el procedimiento para determinar este límite, también conocido como el índice de plasticidad. Se toma una muestra de suelo, que ha pasado por un tamiz de 426 mm, obtenida del ensayo de límite líquido. La muestra se mezcla con agua destilada hasta formar una esfera fácilmente. Luego, se toma una porción de esta esfera para realizar el ensayo. La muestra se moldea en forma de elipsoide y se hace rodar con los dedos sobre una superficie lisa hasta formar cilindros con la presión justa.

### Figura 5

#### *Ensayo de limite plástico*

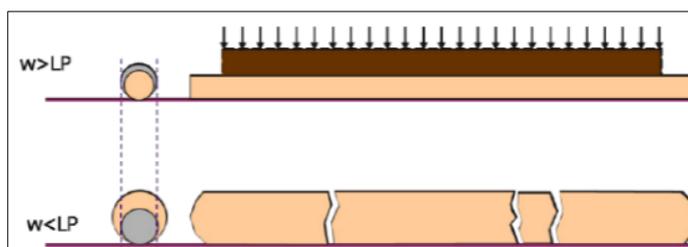


Nota. Trabajando sobre una superficie de vidrio para determinar el Límite Plástico mediante amasado. Tomado de Gutiérrez, (2022).

Si el cilindro, no se desmorona antes de alcanzar un diámetro de aproximadamente 3,2 mm (1/8"), se vuelve a formar un elipsoide y se repite el proceso las veces necesarias hasta que se destruya alrededor de ese diámetro.

### Figura 6

#### *Consistencia del suelo.*



**Nota.** Humedad por debajo que no es posible hacer rollos de 3,2 mm. Tomado de Gutiérrez, (2022)

Los suelos altamente plásticos, los fragmentos del cilindro tienen una longitud aproximada de 6 mm, mientras que, en suelos menos plásticos, estos fragmentos son más diminutos. Este proceso se repite hasta obtener alrededor de 6 g de suelo, que se coloca en un filtro de peso predefinido para determinar su contenido de humedad. Se realiza el mismo procedimiento con la otra mitad de la muestra, y si existe una diferencia significativa, se calcula la

media y se utiliza este valor como resultado. Los suelos que no pueden ser moldeados con ningún contenido de humedad se clasifican como no plásticos (N.P.)

Para el cálculo del límite plástico sería:

$$L.P. = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100 = \frac{Pw}{Ps} * 100$$

Donde:

L.P. = Humedad correspondiente al límite plástico en %.

Ph = Peso de las barritas húmedas en gramos.

Ps = Peso de las barritas secas en gramos.

Pw = Peso del agua contenido en las barritas pesadas en gramos.

#### - Índice de plasticidad

El índice de plasticidad se define según Rabat, (2019, p.18) Atterberg descubrió que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, conocida como índice de plasticidad (IP), era una medida que indica el grado de plasticidad de un suelo, señalando el intervalo de humedad en el cual el suelo permanece en estado plástico según los ensayos.

Se define como:

$$I.P.=L.P.- L.L.$$

Donde:

I.P.= Índice de Plasticidad

L.P.= Límite Plástico

L.L.= Límite Líquido

Tanto el límite líquido como el límite plástico, están influenciados por la cantidad y tipo de arcilla en el suelo; sin embargo, el índice de plasticidad generalmente depende de la cantidad de arcilla presente. En consecuencia, a las arenas

limpias se les asigna un índice de plasticidad nulo, aunque su valor exacto no pueda determinarse con precisión.

Basado en el valor del índice de plasticidad, Atterberg clasificó los suelos en las siguientes categorías:

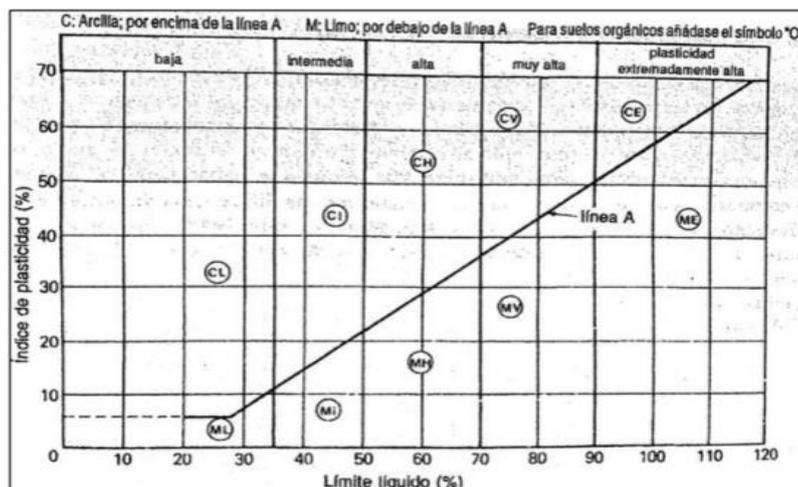
- Suelos desmenuzables ( $IP < 1$ )
- Suelos débilmente plásticos ( $1 < IP < 7$ )
- Suelos medianamente plásticos ( $7 < IP < 15$ )
- Suelos altamente plásticos ( $IP > 15$ )

### - Carta de plasticidad

La relación entre el índice de plasticidad y el límite líquido se utiliza para categorizar los suelos y determinar los subgrupos de los tipos de partículas finas. La carta de plasticidad, creada por Casagrande tras una extensa y meticulosa exploración, permitió diferenciar entre limos y arcillas de alta y baja plasticidad. (Gutiérrez, 2022, p.26)

### Figura 7

*Carta de Plasticidad para la Clasificación de Suelos*



Nota. Tomado de (Gutiérrez, 2022)

#### C. Contenido de humedad

El contenido de humedad de un suelo se define como el porcentaje de agua en una masa específica de suelo en relación con el peso de

las partículas sólidas presentes, según lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en 2016. Para determinar este contenido, se llevó a cabo el ensayo, varias horas después del muestreo. La cantidad pequeña de muestra de material húmedo, seleccionada como representativa del total muestreado, se determinó siguiendo las pautas de la norma técnica peruana NTP 333.127. (Cañi, 2021, p.35)

**Tabla 2.**

*Tamices utilizados para el análisis granulométrico*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		A ± 0,1 %	A ± 0,1 %
2 mm o menos	2,00 mm (nº10)	20 g	20 g*
4,75 mm	4,75 mm (nº 4)	100 g	20 g*
9,5 mm	9,51 mm (3/8")	500 g	50 g*
19,0 mm	19,00 mm (3/4")	2,5 g	250 g*
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 g	1 kg
75,0 mm	76,10 mm (3")	50 kg	5 kg

*Nota.* Tabla extraída de la Norma Técnica Peruana 339.127. “Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo”

El contenido de humedad de la muestra se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al ahorro}} * 100\%$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CWS} - M_C} * 100\% = \frac{M_W}{M_S} * 100$$

**w:** es el contenido de humedad, en %

**M<sub>cws</sub>:** es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gr

**M<sub>cs</sub>:** es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gr

**M<sub>c</sub>:** es el peso del contenedor, en gr

**M<sub>w</sub>:** es el peso del agua, en gr

**M<sub>s</sub>:** es el peso de las partículas sólidas, en gr

#### D. Clasificación de Suelos

Según Rabat (2019, p.30) menciona que, dado el amplio espectro en la naturaleza existen diversos tipos de suelos, y la mecánica de suelos ha creado varios enfoques para categorizarlos. Cada método tiene sus propias áreas de aplicación específicas, dependiendo de las necesidades y usos que los fundamenten.

Entre estos métodos, se incluyen la clasificación por El tamaño de las partículas, junto con la clasificación francesa, la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), son algunos de los métodos utilizados para clasificar los suelos en la mecánica de suelos.

La diversidad de sistemas de clasificación de suelos probablemente se debe a que ingenieros civiles, geólogos y agrónomos analizan el suelo desde diferentes enfoques. No obstante, es crucial que cualquier sistema de clasificación destinado a satisfacer necesidades específicas esté basado en las propiedades mecánicas fundamentales del suelo, las cuales son esenciales en diversas aplicaciones de la ingeniería.

Actualmente, los sistemas de clasificación más comúnmente utilizados son el AASHTO y el SUCS, siendo este último el más versátil para diversos campos de la Mecánica de Suelos. Ambos sistemas se fundamentan en ensayos fundamentales como el análisis

granulométrico y los límites de Atterberg, con particular énfasis en el límite líquido.

#### E. Clasificación SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), proporciona un vocabulario común, para resumir de manera sucinta las características generales de un tipo de suelo. Para clasificarlos según este sistema, se requieren pruebas de distribución granulométrica y plasticidad. La norma técnica peruana NTP 339.134 detalla un sistema para la clasificación de suelos, el cual se basa en pruebas de laboratorio como la granulometría, el límite líquido y el índice de plasticidad. Este método se utiliza cualitativamente.

Según (Rabat, 2019, p. 31), el sistema unificado de clasificación de suelos, propuesto por Arthur Casagrande como una adaptación de su sistema de 1942 para aeropuertos, presenta una clasificación que distingue, entre suelos de partículas gruesas y finas mediante el tamizado con el tamiz N° 200. Los suelos gruesos, son aquellos en los que más del 50% de las partículas son retenidas en dicho tamiz, mientras que los suelos finos, son aquellos en los que más del 50% de las partículas pasan a través de él.

Los suelos, se designan mediante símbolos de grupo, que constan de un prefijo y un sufijo.

##### - **Suelos gruesos**

Se encuentran las gravas (G) y las arenas (S), cada una subdividida en cuatro grupos (GW, GP, GM, GC) y (SW, SP, SM, SC) respectivamente, indicando diferentes características de gradación y composición.

##### - **Suelos finos**

Se consideran, los sistemas de clasificación como el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) dividen los limos y arcillas en tres grupos con límite líquido menor al 50%, otros

tres grupos con límite líquido mayor al 50%, y un grupo adicional para suelos finos altamente orgánicos, como las turbas. La designación de estos suelos depende de si tienen plasticidad baja o alta, indicada por los sufijos L (low plasticity) y H (high plasticity) respectivamente.

#### F. Densidad

Este término, se relaciona con la masa de suelo por unidad de volumen. Se distinguen dos formas de densidad: la real y la aparente. La densidad real, que se refiere a la masa de las partículas sólidas del suelo, varía dependiendo de la composición del suelo y suele situarse alrededor de 2,65 en general.(FAO-ONU, 2024, p. 01).

##### - **Densidad Efectiva o Sumergida:**

El peso de las partículas sumergidas por unidad de volumen se conoce como la densidad de masa del suelo. La porosidad del suelo ( $n$ ) se define como la relación entre el volumen de los espacios vacíos o poros y el volumen total de la muestra.

##### - **Densidad relativa del suelo:**

El índice de compacidad es una medida que evalúa cómo están empaquetadas las partículas del suelo en su estado natural, utilizando el índice de poros en relación con los valores máximos (suelto) y mínimos (denso) obtenidos en pruebas.

##### - **Densidades Saturada ( $d_{sat}$ ) y Seca ( $d_s$ ):**

Se definen de manera similar, pero bajo condiciones de humedad extrema correspondiente.

#### G. Peso volumétrico

El peso volumétrico de un suelo, se refiere al peso del suelo contenido en la unidad de volumen, típicamente expresado en  $\text{kg}/\text{m}^3$ . El peso volumétrico, seco y suelto de un suelo, es el peso aparente del suelo, calculado a partir del material cuarteado y secado en un horno hasta alcanzar un peso constante. Este valor, tiene en cuenta el volumen de los vacíos presentes en el suelo.

Al determinar el peso volumétrico seco y suelto de un suelo, se procede de la siguiente manera: el material previamente cuarteado y secado se coloca en un recipiente cuyo volumen es conocido. Después de llenar el recipiente y enrasarlo sin compactar, se pesa el recipiente junto con el material. Al restar el peso del recipiente, se obtiene el peso del material. Dividiendo este peso entre el volumen del recipiente, se calcula el peso volumétrico seco y suelto del suelo.

Este dato, es fundamental para la evolución entre pesos de material y volúmenes, y viceversa, lo que encuentra aplicaciones en diversos campos, como la ingeniería civil, la agricultura y la geología. (Crespo, 1965).

#### 2.2.5. Propiedades mecánicas

##### A. Corte directo

La resistencia del suelo, puede atribuirse a dos mecanismos de materiales claramente diferentes: uno es su resistencia a la fricción, Además, está la resistencia cohesiva que se manifiesta a lo largo del corte del suelo (Ishibashi & Hazarika, 2019).

En 1773, Charles Auguste de Coulomb investigó y describió la resistencia al esfuerzo cortante y la fricción entre las partículas sólidas de una masa de suelo. (Reyes Ortiz, Camacho Tauta, & Morantes, 2018).

$$\tau = c' + \sigma' \tan(\varphi') \quad \text{Ecuación 1}$$

$\tau$ : Máxima resistencia al corte en la falla

$\sigma'$ : Esfuerzo normal efectivo al plano de corte

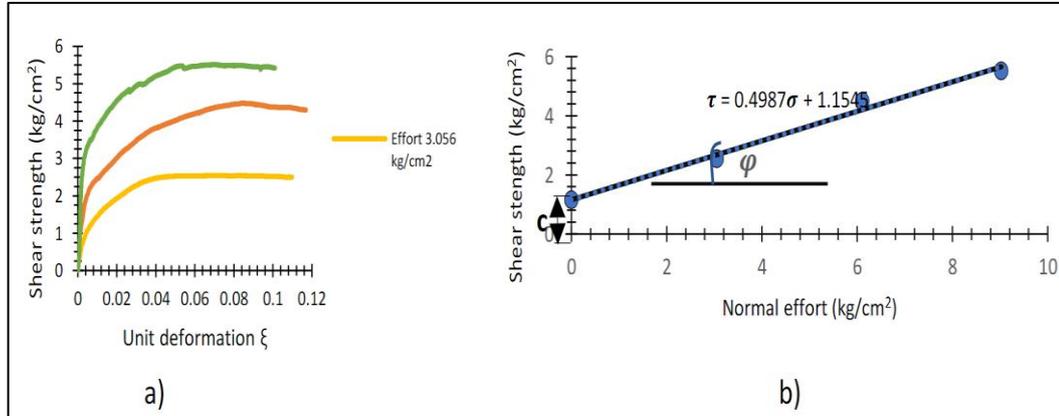
$c'$ : Cohesión aparente

$\varphi'$ : Ángulo de fricción interno por esfuerzo efectivo

Es crucial seleccionar adecuadamente la velocidad de prueba al realizar ensayos geotécnicos de resistencia al corte.

### Figura 8

*Máxima resistencia al corte por falla*



*Nota.* a) Gráfico del esfuerzo – deformación unitaria de la prueba de corte directo, b) Envolvente de falla de Mohr Coulomb que representa la máxima resistencia al corte según la Teoría de Terzaghi (Muñoz, 2020)

### Figura 9

*Ensayo de corte directo*



*Nota.* a) Equipo para prueba de corte directo semi automático 27-WF2060 b) Caja de corte de 6cmx6cmX2.50cm para la prueba de corte directo (Muñoz, 2020)

#### B. Refracción sísmica

La refracción sísmica, es una técnica de reconocimiento no destructiva que facilita la interpretación de las propiedades del suelo y la profundidad del mismo que facilita la interpretación de las propiedades del suelo y la profundidad de las capas rocosas. Esto, se logra analizando las variaciones en las velocidades de propagación de las ondas sísmicas que atraviesan un medio sólido.

- **Ondas de corte (onda S)**

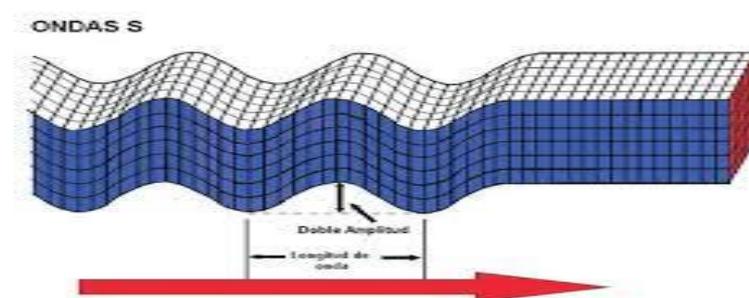
También llamadas ondas transversales, provocan imperfecciones a medida que se propagan a través de los materiales. Para que estas partículas, tengan un movimiento del medio, se produce perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas S llegan a segundo lugar, después de las ondas P. De ahí el dato de onda secundaria. A su vez las ondas S, no se extienden en forma líquida. En la *Figura* Muestra el efecto de una  $V_s$  a través de un medio perturbado. Rebata (2021)

- **Velocidad de ondas de corte ( $V_s$ )**

Es una variable de gran valor, para la caracterización geotécnica de suelos. En particular, en las normas de diseño sísmico de edificios existen artículos específicos donde la importancia del valor de  $V_s$  o derivados de este es esencial para la aplicación de la norma. La velocidad de la onda de corte, es importante para evaluar el potencial de licuefacción, el refuerzo del suelo y la clasificación del sitio sísmico. Rebata (2021)

**Figura 10**

*Ondas P*



Nota. Se observa la longitud de onda P

#### 2.2.6. Simulación en modelos computarizados

Existen variedad de programas, para la simulación de modelos computarizados de taludes, en la actualidad, además de los enfoques tradicionales, la opción de utilizar métodos de elementos finitos, que emplean el método de disminución de la resistencia al corte.

### A. Slide6

Slide6, es un programa informático, diseñado para evaluar la estabilidad de taludes en dos dimensiones, empleando métodos de equilibrio límite para realizar los cálculos necesarios. Además, cuenta con la capacidad de realizar análisis de agua subterránea mediante elementos finitos en condiciones estacionarias, y también ofrece herramientas para realizar análisis de sensibilidad, análisis probabilísticos y revisiones retrospectivas (Sullca & Chávez, 2022, p. 01).

### B. Geo5

Geo5, es una colección de software desarrollada, para resolver una variedad de problemas geotécnicos, reconocida y utilizada ampliamente debido a su facilidad de uso y a la diversidad de herramientas que ofrece (GEO5, 2019).

Características del software geotécnico:

- Contempla, tanto el análisis geológico como el diseño avanzado de manera simultánea.

#### 2.2.7. Deslizamiento de taludes

Se refiere, al desplazamiento de una sección de terreno compuesta por materiales no consolidados, como roca y suelo, a lo largo de una superficie de falla, manteniendo en general la estructura interna original. Se pueden identificar dos tipos principales de deslizamientos:

#### **Rotacionales y traslacionales.**

En el primer tipo, la superficie de falla es cóncava, similar a una cuchara, mientras que, en el segundo tipo, la superficie de falla es plana. Sin embargo, las superficies de rotura en los deslizamientos suelen ser más complejas, pudiendo consistir en varios segmentos planos y curvos, en cuyo caso se denominan deslizamientos compuestos, según la terminología de Hutchinson (1988).

Las razones detrás de los deslizamientos se relacionan con las características físico-mecánicas de los materiales y factores

desencadenantes como las lluvias intensas. Estos eventos se categorizan según el tipo de material y la configuración del desplazamiento, siendo comunes los deslizamientos rotacionales (entre suelos) y traslacionales (entre roca y suelo).

Es importante destacar que, los substratos rocosos donde ocurren los deslizamientos no suelen ser abordados ni descritos en las clasificaciones estándar de deslizamientos, como las de Varnes y Cruden (1978) o Suárez (2009). Esto se debe, a que se les asigna poca calidad como desencadenantes de este tipo de eventos, ya que suelen estar asociados con una alta cohesión, a diferencia de los suelos que se encuentran encima de ellos y que son los que tienden a desplazarse pendiente abajo (Sullca & Chávez, 2022, p.20).

#### Causas de los deslizamientos

##### - Causas naturales

- Debido a la actividad sísmica.
- A causa de la constitución del suelo y del subsuelo.
- Por la disposición de fisuras o grietas en el terreno.
- Debido a la cantidad de precipitación en la región.
- Por el desgaste del suelo.

##### - Causas humanas

- Deforestación de pendientes y cañadas.
- Excavaciones (cortes para la extracción de materiales, construcción de vías, edificaciones residenciales o comerciales).
- Edificación de estructuras pesadas sobre suelos débiles.
- Ausencia de sistemas de drenaje para aguas residuales y pluviales.
- Es destacable y digno de reflexión que estas actividades humanas constituyen el 70% de las causas de los deslizamientos (Hutchinson, 1988).

#### Deslizamiento traslacional

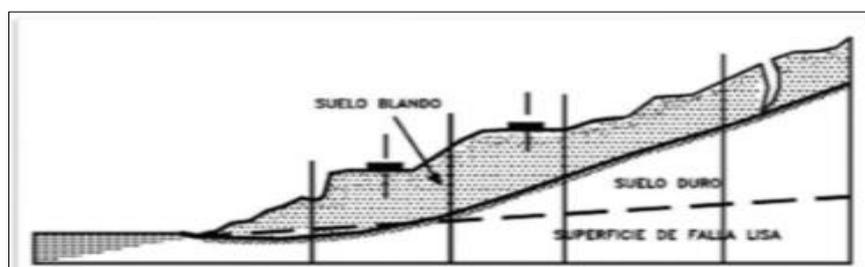
En un deslizamiento de traslación, la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo a lo largo de una superficie relativamente plana o ligeramente ondulada, con un mínimo o ningún movimiento de rotación o volteo. En estos movimientos, la relación entre la profundidad de la superficie de falla y la longitud de la corona ( $D_r/L_r$ ) suele ser menor de 0.1. La diferencia principal entre los movimientos de rotación y traslación reside en la aplicabilidad de los sistemas de estabilización: mientras que un movimiento de rotación tiende a auto estabilizarse, uno de traslación puede progresar indefinidamente hacia abajo por la ladera.

Los movimientos de traslación son generalmente influenciados por superficies de debilidad como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y zonas de cambio en el estado de meteorización. Estas superficies tienen un impacto significativo en la resistencia al corte de los materiales, y pueden provocar deformación, ruptura o incluso la transformación del deslizamiento en un flujo.

Los deslizamientos que ocurren sobre una única discontinuidad en roca se conocen como deslizamientos de bloque, mientras que aquellos que suceden a lo largo de dos discontinuidades se denominan deslizamientos de cuña. Cuando se desarrollan sobre múltiples niveles de una familia de discontinuidades, pueden denominarse fallas en escalera. (Sullca & Chávez, 2022, p. 24).

### Figura 11

*Deslizamiento de traslación en la vía Tijuana - Ensenada en México.*



*Nota.* Representa el deslizamiento de traslación en la vía de Tijuana, tomada de (Sullca & Chávez, 2022)

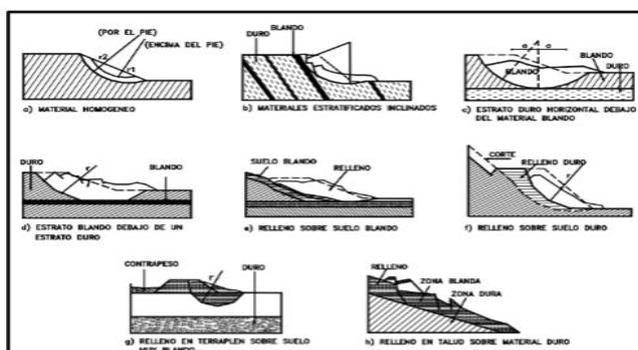
### Deslizamiento rotacional

Este tipo de movimiento ocurre a lo largo de una superficie curva y cóncava, donde el terreno experimenta un giro alrededor de un eje que pasa por el centro de gravedad de la masa deslizada. El material superior se inclina hacia la pendiente, creando depresiones donde se acumula agua y propiciando nuevos deslizamientos. Este mecanismo, es típico de suelos cohesivos uniformes y de macizos rocosos altamente fracturados. En suelos arcillosos, especialmente cuando están saturados de agua, los deslizamientos pueden evolucionar hacia lo que se conoce como una colada de tierras.

Una vez que ocurren los deslizamientos rotacionales, pueden ser susceptibles a activaciones adicionales. El movimiento tiende a estabilizarse debido a una reducción en el instante de giro y un aumento en el minuto estabilizador. Sin embargo, el cambio en las condiciones de presión del agua en el suelo o la eliminación de material en la base del deslizamiento, puede provocar una nueva inseguridad. Un análisis, incorrecto de la geometría del deslizamiento, consigue resultar en la implementación de medidas de estabilización que son ineficaces e incluso pueden resultar contraproducentes. (Sullca & Chávez, 2022, p. 22).

### Figura 12

*Deslizamiento Rotacional.*



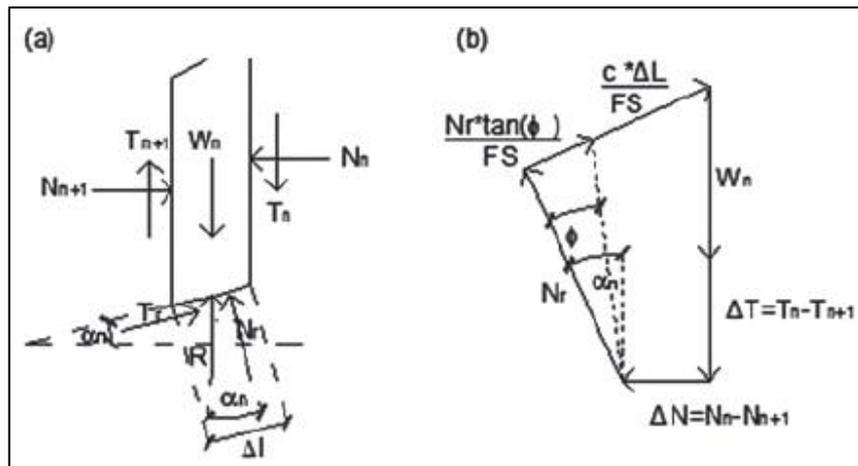
*Nota.* Representa el deslizamiento de traslación en la vía de Tijuana, tomada de (Sullca & Chávez, 2022)

### Bishop

Este método se emplea en superficies donde las roturas son de tipo circular. En este enfoque, se considera el equilibrio de fuerzas en la dirección vertical (Figura N° 9). Sus resultados suelen ser más precisos y satisfacen la suposición de que las fuerzas entre dos dovelas están balanceadas, siempre y cuando estén niveladas. (Bishop, 1955).

### Figura 13

*Esquema del análisis de estabilidad de taludes por el método de Bishop Simplificado.*



*Nota.* (a) Fuerzas que actúan en la dovela. (b) Diagrama de fuerzas en equilibrio (Sierra, 2019).

### Topografía

El análisis topográfico es el primer paso crucial en el estudio de la estabilidad de taludes. Esta exploración inicial proporciona información básica primaria que es fundamental para el análisis subsiguiente. Es esencial para comprender la configuración y geometría exactas de los taludes bajo estudio, requiriendo un nivel de detalle elevado para localizar elementos críticos como desniveles, que pueden estar ocultos por factores como la vegetación existente. (Zavala, 2021) (p.13).

## Flujo

El flujo, es un movimiento donde las partículas o bloques pequeños se desplazan sobre una superficie de falla. Pueden ser lentos o rápidos, secos o húmedos, y pueden consistir en roca, residuos o suelo. Los flujos extremadamente lentos a veces se asemejan a la reptación, pero en los flujos, hay un claro apartamiento entre el material en movimiento y el sustrato. En la reptación, la velocidad de movimiento disminuye gradualmente sin que haya una superficie de rotura claramente definida.

Los materiales subsuperficiales suelen estar relacionada con la ocurrencia de flujos. Algunos suelos, absorben fácilmente agua tras ser trastornados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial, lo que lleva a la alineación de un flujo. Los flujos también pueden ocurrir debido a la alteración de suelos muy sensibles, como sedimentos no consolidados.

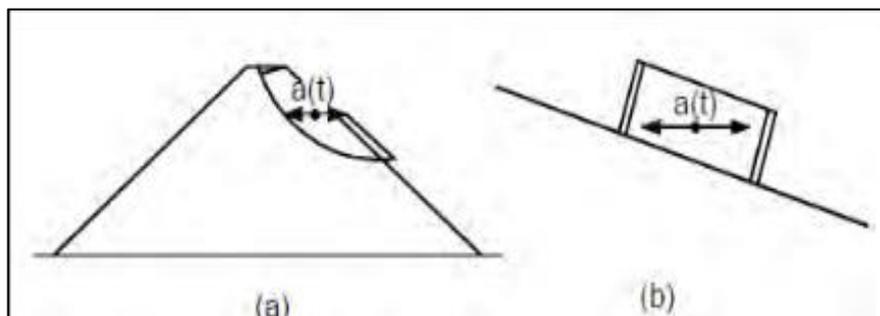
En recientes estudios, se intentado cuantificar la cantidad de lluvia necesaria para provocar flujos. Es común que los flujos, ocurran paralelamente en diferentes lugares dentro de una misma alineación durante lluvias intensas o eventos sísmicos. (Suarez, 1998) (p.20)

### Método de Newmark

El método de análisis de desplazamientos propuesto por Newmark en 1965, se basa en la premisa de un bloque deslizante sobre una faceta inclinada, sujeto a una aceleración basal.

### Figura 14

*Representación esquemática de un bloque deslizante.*



*Nota.* Funcionamiento del método Newmark.

La aceleración de rotura, se define como la aceleración límite que provocará el deslizamiento del bloque; es decir, la mínima aceleración del suelo necesaria para vencer la máxima resistencia del bloque deslizante. En el método de Newmark, se estima la aceleración de rotura, considerando un factor de seguridad estático y la configuración del talud. Cuando las aceleraciones sísmicas exceden este valor, el bloque se transporta; de lo contrario, persiste en reposo. De esta manera, se calcula la deformación acumulada durante todo el evento sísmico. Integrando las aceleraciones que superan la aceleración crítica, se determinan las velocidades primero y, mediante una doble integración, los desplazamientos (Sepúlveda, 2017, p.20).

### 2.3.DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

#### **Talud**

Una superficie inclinada, creada artificialmente en un terreno al realizar excavaciones en una pendiente (Rojas, 2018).

#### **Topografía**

Se refiere a la descripción o análisis de la topografía de la pendiente (Mujica & Reymundo, 2022).

#### **Estabilidad**

Se entiende, como la capacidad de una masa de material para resistir la falla o el desplazamiento. En base a este concepto, el objetivo del estudio de la estabilidad de taludes es determinar la inclinación adecuada del corte para mantener su estabilidad durante un período de tiempo prolongado, preservando su forma y estructura(Zavala, 2021, p.52).

#### **Deslizamiento**

Es una definición, ampliamente aceptada y frecuentemente utilizada para los desplazamientos en los taludes, los cuales ocurren a lo largo de una superficie de ruptura definida(Zavala, 2021, p.52).

#### **Contenido de humedad**

Porcentaje de agua contenido en una masa de suelo. (Cañi, 2021, p.44)

#### **Granulometría**

La distribución porcentual en masa de los diversos tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo.(Cañi, 2021, p.45)

### **Mecánica de suelos**

Un conjunto de actividades de exploración y análisis, que se llevan a cabo en el campo, en el laboratorio y mediante análisis de datos, con el propósito de investigar y comprender el comportamiento de los suelos.(Cañi, 2021, p.45)

### **Desprendimientos**

Se describe, como el desprendimiento de una masa de tierra de un talud, generalmente a través de una superficie de corte relativamente pequeña, y cuya trayectoria ocurre principalmente en el aire.(Carrión, 2019, p. 26).

### **Estabilización de suelos**

La estabilización de un suelo, implica mejorar o controlar su estabilidad volumétrica, aumentar su resistencia y su módulo de esfuerzo-deformación, así como mejorar su permeabilidad y reducir su susceptibilidad al agua. (Carrasco, 2019, p. 48).

### **Método de Bishop**

Este enfoque, se utiliza en superficies de rotura circulares, donde es necesario comprender las propiedades de la "dovela" para deducir el factor de seguridad.(Mujica & Reymundo, 2022, p. 36).

### **Factor de Seguridad**

El factor de seguridad, se calcula considerando dos tipos de esfuerzos: las fuerzas que actúan y las fuerzas que resisten.(Mujica & Reymundo, 2022, p. 25).

$$FS_s = \frac{T_f}{T_d}$$

Donde:

$FS_s$ : factor de seguridad con respecto a la resistencia

$\tau_f$ : resistencia media del suelo al corte

$\tau_d$ : esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de Falla.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO

### 3.1. HIPÓTESIS

#### 3.1.1. Hipótesis general

El comportamiento geotécnico, influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

- Las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico, se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- Los parámetros elásticos, se presentan mediante el módulo de Young, modúló de corte y modulo volumétrico de manera notoria en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- El factor de seguridad estático y pseudo estático, presentan resultados significativos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.2.1. Identificación de la variable(s) independiente(s)

La variable independiente es: Comportamiento geotécnico. Esta variable se operacionaliza a través de sus dimensiones: Propiedades físicas y propiedades mecánicas. Los indicadores correspondientes a cada dimensión, sus correspondientes escalas u los rangos de medición se pueden visualizar en la Tabla 3.

- Propiedades físicas.
  - Granulometría del suelo.
  - Límites de consistencia.
  - Contenido de humedad.
- Propiedades mecánicas.
  - Resistencia al corte

- Masw
- Refracción sísmica

Escala para la medición de la variable

- Propiedades físicas
  - % pasante
  - IP
  - %
- Propiedades mecánicas
  - ( $^{\circ}$ ) y (kg/cm<sup>2</sup>)
  - Ondas S
  - Ondas P

### 3.2.2. Identificación de la variable dependiente

La variable dependiente es: Desplazamiento de taludes naturales. Esta variable se operacionaliza a través de sus dimensiones: Deslizamiento traslacional y deslizamiento rotacional. Los indicadores correspondientes a cada dimensión, sus correspondientes escalas u los rangos de medición se pueden visualizar en la Tabla 7.

- Deslizamiento de taludes
  - BISHOP.
  - Topografía.
  - Flujo.
  - Parámetro de deslizamiento de Newmark.
- Deslizamiento rotacional
  - BISHOP.
  - Topografía.
  - Flujo.
  - Parámetro de deslizamiento de Newmark.

Escala para la medición de la variable

- Deslizamiento traslacional
  - Fuerzas entre dovelas.
  - Van de 1:50.000 a 1:250.000.

- En un cierto intervalo de tiempo.
- $\gamma = 0,5$  y  $\beta = 0,25$ .
- Deslizamiento rotacional
  - Fuerzas entre dovelas.
  - Van de 1:50.000 a 1:250.000.
  - En un cierto intervalo de tiempo.
  - $\gamma = 0,5$  y  $\beta = 0,25$ .

**Tabla 3.***Operacionalización de variables*

*Nota:* Identificación de las variables, dimensiones y escalas de medida del proyecto de investigación.

Variable	Definición Operacional	Marco Teórico Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala de Medida	Tipo de Variable
<b>Variable independiente:</b> <b>Comportamiento geotécnico</b>	Según González & Valverde, (2021), Se refiere a los datos numéricos que describen las propiedades del terreno donde se ubicará la construcción proyectada, los cuales son necesarios para analizar y diseñar las cimentaciones y estructuras.	El comportamiento geotécnico se describe a través de dos dimensiones: <b>D1:</b> Propiedades físicas. <b>D2:</b> Propiedades mecánicas. Estas dimensiones se desglosan en indicadores específicos.	Propiedades físicas	Granulometría del suelo	% retenido	% pasante	Continua
				Límites de consistencia	Limite liquido Limite plástico	IP	Continua
				Contenido de humedad	Contenido de Agua	%	Continua
			Propiedades mecánicas	Corte directo	Angulo de fricción y cohesión	(°) y (kg/cm <sup>2</sup> )	Continua
				Masw	Ondas S	m/s	Continua
				Refracción Sísmica	Ondas P	m/s	Continua
<b>Variable dependiente:</b> <b>Deslizamiento de taludes naturales</b>	Según Oros (2020), El estudio geológico-geotécnico proporciona los parámetros físico-mecánicos necesarios para analizar la estabilidad, diseñar y tratar los taludes. Su objetivo es prevenir y controlar los desastres derivados de deslizamientos y colapsos de taludes en proyectos de construcción civil.	El deslizamiento de taludes naturales se categoriza en dos dimensiones: <b>D1:</b> Deslizamiento traslacional <b>D2:</b> Deslizamiento rotacional Cada dimensión cuenta con indicadores específicos para su evaluación.	Deslizamiento traslacional	BISHOP	Factor de seguridad	Fuerzas entre dovelas Van de 1:50.000 a 1:250.000	Continua
				Topografía	Hectárea (Ha)		Continua
				Flujo	m <sup>3</sup> /s	En un cierto intervalo de tiempo	Continua
			Deslizamiento rotacional	Parámetro de deslizamiento de Newmark	Regla trapezoidal	$\gamma = 0,5$ y $\beta = 0,25$	Continua
				BISHOP	Factor de seguridad	Fuerzas entre dovelas Van de 1:50.000 a 1:250.000	Continua
				Topografía	Hectárea (Ha)		Continua
Deslizamiento rotacional	Flujo	m <sup>3</sup> /s	En un cierto intervalo de tiempo	Continua			
	Parámetro de deslizamiento de Newmark	Regla trapezoidal	$\gamma = 0,5$ y $\beta = 0,25$	Continua			

### 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Nicomedes (2019), se denomina "básica" cuando es realizado para incrementar la cantidad de conocimiento de un tema, aunque en realidad su motivación se origina en la curiosidad fundamental, la cual sienta las bases para la investigación aplicada o tecnológica; y se la considera "fundamental" porque resulta indispensable para el avance de la ciencia. (p. 01).

De acuerdo con esta premisa, esta investigación es básica.

### 3.4. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Según Baena (2019), Las investigaciones relacionales, buscan identificar las relaciones entre variables y determinar si hay asociaciones, correlaciones o diferencias significativas. Los diseños de investigación comunes, en este nivel incluyen estudios relacionales y estudios de casos y controles.

Esta investigación es de nivel relacional.

### 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Rajiv et al., 2019), la investigación no experimental, se caracteriza por la ausencia de manipulación de una variable independiente. En lugar de modificar una variable independiente, los investigadores, que llevan a cabo este tipo de investigación simplemente observan y miden las variables tal como se presentan naturalmente, ya sea en un entorno de laboratorio o en situaciones del mundo real.

Basándonos en lo analizado, este estudio es de diseño no experimental.

### 3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.6.1. Ámbito de la investigación

Este estudio, se llevó a cabo en la carretera central en el sector Naranjal, ubicada en el distrito de San Ramón, en la provincia de Chanchamayo, perteneciente al departamento de Junín.

#### 3.6.2. Tiempo social de la investigación

Este estudio se realizó desde febrero hasta mayo de 2024.

### 3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.7.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio se refiere al contexto que contiene las características, eventos, cualidades o variables que se investigan. Esta unidad puede variar en función del objeto de estudio. Esta unidad puede variar y abarcar desde individuos, objetos o grupos, hasta áreas geográficas extensas, instituciones u otros elementos. (Hinojosa, 2023)

La unidad de estudio, en este caso se refiere a los taludes naturales ubicados en San Ramón, Chanchamayo. Estos taludes, son el objeto principal de análisis en la investigación sobre la influencia del comportamiento geotécnico en el riesgo de deslizamiento. La unidad de estudio, incluiría características físicas y geotécnicas específicas de estos taludes, como la composición del suelo, la geometría del terreno, la presencia de agua subterránea, entre otros factores relevantes para comprender su comportamiento y evaluar su estabilidad.

#### 3.7.2. Población

Según Paragua et al. (2022) La población se define como el conjunto, ya sea finito o infinito, de elementos, seres o cosas que comparten atributos o características comunes y que son susceptibles de ser observados. (p. 65).

Para el estudio, la población que se tomó en cuenta los taludes que se encuentran en la vía de la carretera central del sector Naranjal - San Ramon – Chanchamayo.

#### 3.7.3. Muestra

Según Carrasco (2019), La muestra es una porción o fragmento representativo de la población, que comparte las características esenciales de ser objetiva y reflejar fielmente a la población completa. Esto permite que los resultados obtenidos en la muestra puedan

extrapolarse o generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población. (p. 06).

La muestra, estuvo considerado por los taludes desde el km 90+200 al km 91+210 del Sector Naranjal, distrito de San Ramón, Provincia de Chanchamayo – Junín.

Unidad muestral: 03 exploraciones directas y 04 exploraciones indirectas.

Unidad de análisis: 03 calicatas y 04 líneas de refracción sísmica.

### 3.8. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

#### 3.8.1. Procedimiento

##### **Accesos**

El área de investigación, se encuentra a la altura del Sector Naranjal, a 1,5 km del peaje de Chalhuapuquio. Específicamente en la progresiva 90+700 de la carretera Tarma – San Ramón.

**Tabla 4.**

*Accesos de la zona de estudio*

De	A	Distancia Aprox. (Km.)	Tiempo Aprox.	Tipo de vía	Frecuencia	Servicio de Transporte
Huancayo (Plaza Constitución)	San Ramón (ubicación del proyecto)	175 km	04:00 hrs.	Asfaltada	Continuo	Automóvil Sedan

##### **a) Condiciones de terreno**

La vía, correspondiente a la progresiva 90+700, presenta un talud con una altura de 200 metros de altura y está cubierto por un manto de vegetación como arbustos y árboles. El relieve del terreno, para el proyecto es variable, ondulado y accidentado, oscila una pendiente de entre 100%-180%.

**Tabla 5.***Cuadro de áreas (Perimétrico - Áreas Según levantamiento).*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Área intervenir	104 130.50 m <sup>2</sup>
Perímetro	1582,86 m

**b) Relieve Topográfico**

El relieve del terreno, para el proyecto es variable, ondulado y accidentado oscila pendiente de 100%-180%.

**Análisis sísmico MASW**

El Método de Análisis Espectral de Ondas de Superficie (MASW) es una técnica geofísica que utiliza la propagación de ondas de superficie, específicamente ondas de Rayleigh, para obtener un perfil del subsuelo. Mediante este método, se obtiene un perfil de la velocidad de las ondas de corte del subsuelo (rigidez de corte) hasta una profundidad de 20 a 60 metros, sin la necesidad de realizar perforaciones.

**a) MASW**

El análisis multicanal de ondas superficiales (MASW) es una técnica sísmica utilizada para evaluar la velocidad de las ondas sísmicas superficiales en el subsuelo. Esto se logra mediante el análisis de la dispersión de las ondas superficiales de tipo Rayleigh.

Se colocan, varios sensores en la superficie del terreno que registran las vibraciones generadas por fuentes sísmicas (activas o pasivas). Si se emplea un land-streamer, en el que los sensores van instalados en una línea de arrastre, se pueden adquirir cientos de puntos en una jornada de trabajo.

3.8.2. Técnicas

Según Paragua et al. (2022) se describe, como un método de recopilación de datos que posibilita la recopilación y organización de información sobre un evento o fenómeno social, relacionado con el problema que impulsa la investigación. (p. 263).

Técnica documental o bibliográfica:

Se trata de una metodología de investigación que, consiste en examinar lo que ha sido previamente escrito y publicado sobre un tema específico.

**Figura 15**

*Ficha de recolección de datos*



**LABORATORIO  
GEO TEST V.S.A.C.**  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**ASTM D6913/D6913M-17 STANDARD TEST METHODS FOR PARTICLE-SIZE  
DISTRIBUTION (GRADATION) OF SOILS USING SIEVE ANALYSIS**

F-PLAB-05.1.2  
Rev. 01  
2024-03-01

Nombre local: DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS POR TAMIZADO

Formato de registro del Ensayo

**1- Información general:** Fecha/Hora de Inicio Ensayo: \_\_\_\_\_  
 Código de Orden: \_\_\_\_\_ Fecha/Hora de Finalizado: \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_ Analista: \_\_\_\_\_

**1.1- Equipos Usados** Cod. Horno: \_\_\_\_\_ Cod. Termohidrometro: \_\_\_\_\_  
 Cod. Balanza (Metodo A): \_\_\_\_\_ Cod. Balanza (Metodo B): \_\_\_\_\_

**1.2- Condiciones Ambientales** Temperatura: \_\_\_\_\_  
 Humedad: \_\_\_\_\_

**2- Datos extraídos:**

Tipo de tamizado		1ra separacion	2da separacion	Tamizado Simple / Fraccion Fina		
Tamiz de Separación - Designación				Codigo de Tara		
Codigo de Tara				Masa de Tara, g		
Masa Tara, g				Masa Humeda sin Lavar + Tara, g		
Fracción Gruesa Retenida "Seca" + Tara, g				Masa Lavada Seca + Tara, g		
Fracción Gruesa Retenida "Limpia y Seca" + T, g						
Fracción Fina Retenida (Sin recipiente) Humedo				Se Utilizó:		
Cod. Tara				Dispersante <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Masa Tara, g				Equipo de Agitación <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Masa Tara + Muestra Humeda, g						
Masa Tara + Muestra Seca 1, g						
Masa Tara + M. Seca 2 constante, g						
				Masa Minima		
Designacion (ASTM E11)	Retenido maximo permisible, g	Fraccion gruesa de 1ra separacion	Fraccion gruesa de 2ra separacion	Fraccion Fina / Tamizado simple	Metodo A (Rep. 1%)	Metodo B (Rep. 0,1%)
3 in.	2700	⇩			70 kg	---
2 in.	2000	⇩			25 kg	---
1 1/2 in.	1500				10 kg	---
1 in.	1100				3 kg	---
3/4 in.	900		⇩		1,3 kg	---
3/8 in.	550	⇩	⇩		165 g	---
No. 4	325			⇩	75 g	200 g
No. 10	180		⇩	⇩	50 g	100 g
No. 20	115				---	---
No. 40	75				50 g	75 g
No. 60	60				---	---
No. 100	40				---	---
No. 140	30				---	---
No. 200	20				---	---
Fondo	.			⇩	---	---

FIRMA DEL ANALISTA \_\_\_\_\_ JEFE DE LABORATORIO \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_



Técnica de extracción de muestras:

Que consiste en, sondeos directos e indirectos para extracción de muestras de suelos.

Técnica de ensayos de laboratorio:

Esta técnica, permite mostrar los resultados de los laboratorios, bajo estándares y protocolos de ensayos normado en el reglamento.

Se trabajó según normas técnica peruana: (NTP 400.012 / ASTM C-136).

#### **a) Granulometría**

La granulometría se refiere a la distribución de tamaños de partículas en los agregados. Generalmente, se considera que los agregados más grandes son más económicos porque requieren menos aglomerante. Los resultados del análisis granulométrico se describen mediante porcentajes acumulativos de agregados que pasan a través de o son retenidos por tamaños específicos de tamices.

#### **Cálculo:**

- Se determina el porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz y se calculan los porcentajes acumulativos retenidos, con una aproximación al 0,1%. Además, se calcula el módulo de fineza sumando los porcentajes acumulativos retenidos de los tamices siguientes: 150  $\mu\text{m}$  (N° 100), 300  $\mu\text{m}$  (N° 50), 600  $\mu\text{m}$  (N° 30), 1,18 mm (N° 16), 2,36 mm (N° 8), 4,75 mm (N° 4), 9,5 mm (3/8”), 19,0 mm (3/4”), 37,5 mm (1 ½ “) y mayores; luego se divide la suma entre 100. Este método implica un incremento progresivo en la relación de 2 a 1.

#### **b) Ensayo de Límites de consistencia**

Según (NTP 339.129, 1999), el método Atterberg define 6 límites de consistencia en suelos finos, sin embargo, en ingeniería casi siempre se utiliza el Límite Líquido y el Límite Plástico y en

algunos casos el límite de contracción. El límite de consistencia, por tanto, es la manejabilidad por medio del cual el suelo logra ser deformado.

**c) Ensayo de Corte directo: NTP 339.126.**

La Norma Técnica Peruana NTP 339.126, establece los procedimientos y criterios para la realización de ensayos de corte directo en suelos y rocas. Este tipo de ensayo, es fundamental en ingeniería geotécnica para determinar las propiedades de resistencia al corte de materiales geotécnicos, lo que permite evaluar la estabilidad de taludes, cimentaciones y otros elementos estructurales.

**Técnica observacional:**

Se trata de un método científico, que posibilita el estudio de los comportamientos perceptibles, asegurando un registro y cuantificación adecuados. Su herramienta principal, es la Ficha Observacional.

**Técnica de modelamiento virtual:**

El modelado computacional, permitirá a los investigadores realizar experimentos simulados por computadora.

- **Slide 6**

El modelamiento de un talud en el software Slide6, desarrollado por Rocscience, implica una serie de pasos que incluyen la definición de las condiciones del talud, la aplicación de cargas, el análisis de estabilidad y la interpretación de resultados.

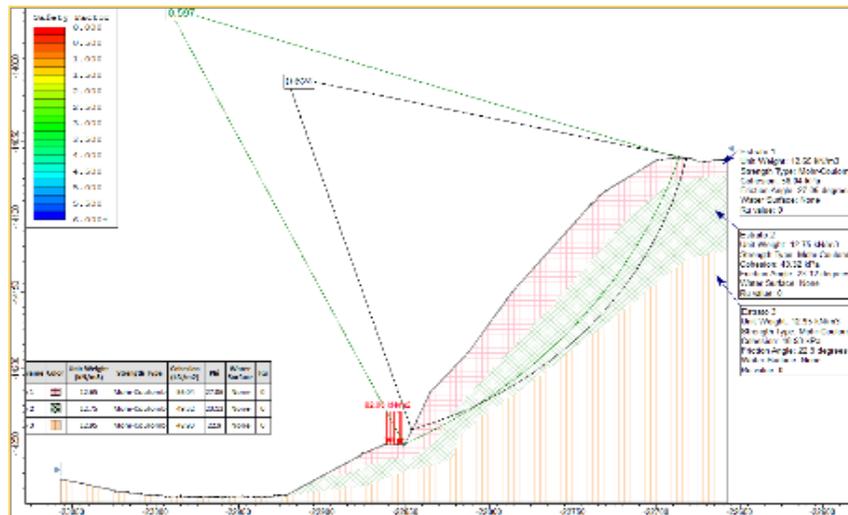
1. Inicio de un nuevo proyecto: Abre el software Slide6 y crea un nuevo proyecto. Esto te proporcionará un lienzo en blanco para comenzar a modelar tu talud.
2. Definición de las propiedades del material: Define las propiedades geotécnicas del material del talud, como la resistencia al corte, el ángulo de fricción interna, la cohesión y la densidad. Puedes establecer diferentes capas de suelo con

propiedades geotécnicas distintas si es necesario para representar la estratigrafía del terreno.

3. Diseño del perfil del talud: Utiliza las herramientas de dibujo de Slide6, para trazar el perfil del talud en el lienzo. Esto incluye definir la geometría del talud, como la inclinación, la altura y cualquier característica especial del terreno.
4. Aplicación de cargas: Define las condiciones de carga que actúan sobre el talud. Esto puede incluir la carga del suelo, la presión del agua, cargas sísmicas, cargas de estructuras adyacentes, entre otras. Slide6, permite la aplicación de cargas estáticas y dinámicas.
5. Configuración de parámetros de análisis: Establece los parámetros de análisis, como el análisis de equilibrio límite, análisis de factor de seguridad, las condiciones de contorno y los criterios de falla.
6. Ejecución del análisis: Ejecuta el análisis de estabilidad del talud en base a los parámetros y las condiciones definidas. SLIDE6 realizará, los cálculos necesarios para determinar la estabilidad del talud y calculará el factor de seguridad correspondiente.
7. Interpretación de resultados: Revisa los resultados del análisis para evaluar la estabilidad del talud. Slide6 proporciona información detallada sobre el factor de seguridad, los círculos de falla potenciales y otros datos relevantes.

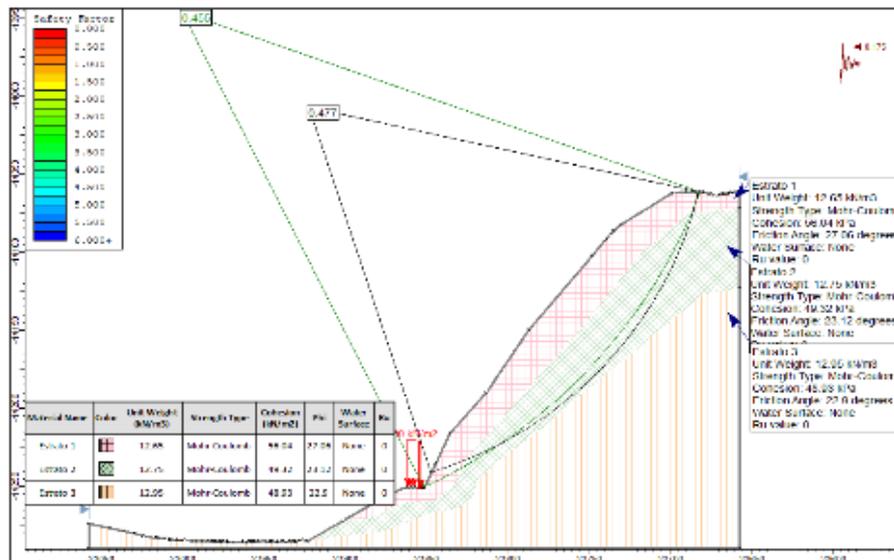
**Figura 16**

*Análisis de estabilidad estática km 90+400 con Slide6*



**Figura 17**

*Análisis de estabilidad Pseudo-estática km 90+400 con Slide6*



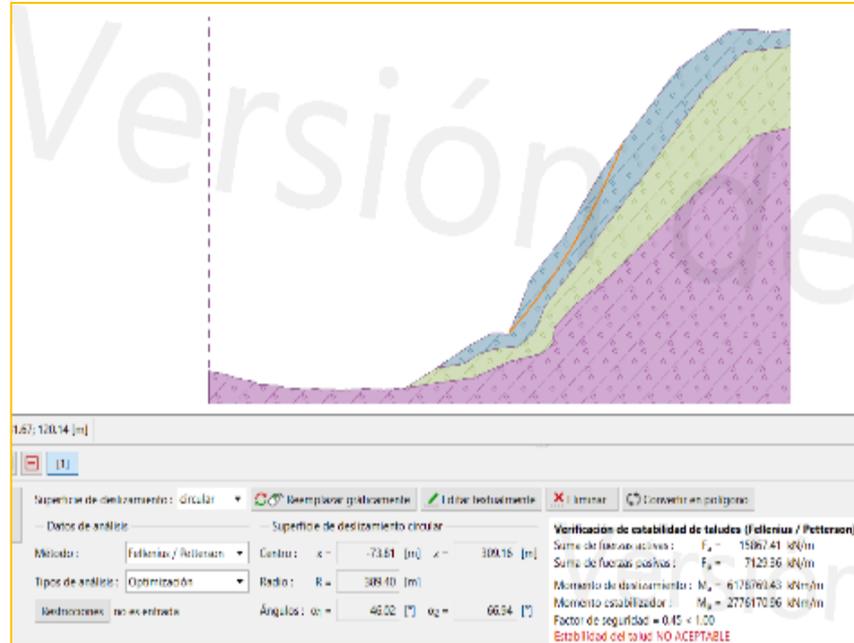
• **Geo 5:**

El modelamiento de un talud en Geo5, sigue un procedimiento específico que involucra varias etapas:

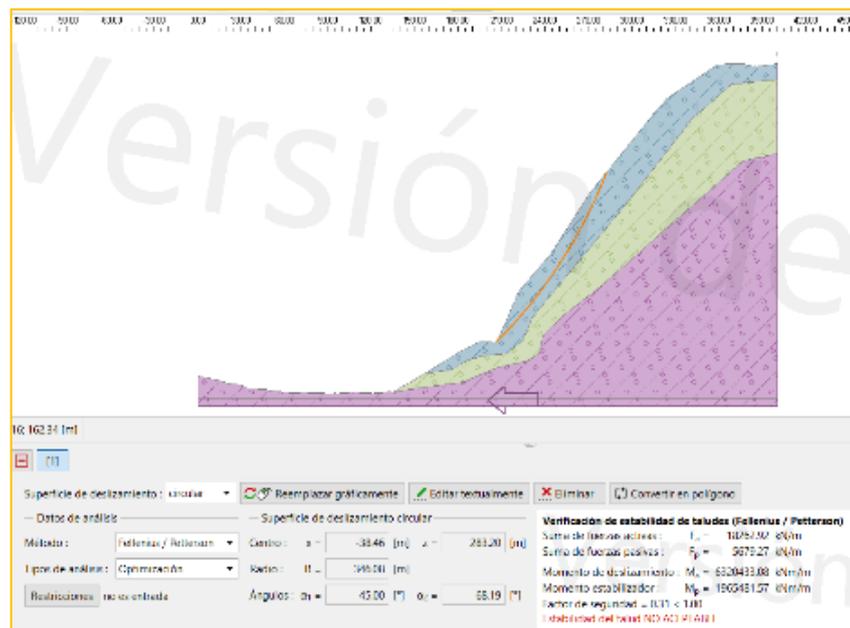
1. Creación de un nuevo proyecto: Abre el software Geo5 y crea un nuevo proyecto. Esto establecerá las condiciones iniciales y las configuraciones básicas para tu análisis.
2. Definición de materiales: Es importante proporcionar datos precisos de las propiedades del suelo, como la cohesión, el ángulo de fricción interna, la densidad, etc.
3. Diseño del perfil del talud: Utiliza las herramientas de diseño del software para dibujar el perfil del talud. Esto incluye la inclinación del talud, la geometría general y cualquier característica adicional, como terrazas o plataformas.
4. Definición de las condiciones de carga: Especifica las condiciones de carga que actúan sobre el talud. Esto puede incluir la carga del suelo, la carga del agua, la carga de las estructuras adyacentes, etc.
5. Análisis de estabilidad: Ejecuta el análisis de estabilidad para evaluar la estabilidad del talud bajo las condiciones de carga especificadas. Geo5, utiliza métodos de análisis estático o pseudoestático.
6. Interpretación de resultados: Revisa los resultados del análisis para determinar si el talud es estable o si requiere medidas de estabilización adicionales. Geo5, proporcionará información sobre la seguridad del talud, los factores de seguridad y los modos de falla potenciales.

**Figura 18**

*Análisis de estabilidad estática km 90+400 con Geo5*

**Figura 19**

*Análisis de estabilidad estático km 90+400 con Geo 5*



### 3.8.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó, un análisis descriptivo estadístico. Los datos recopilados serán organizados en tablas, utilizando el software Microsoft Excel. El análisis e interpretación de los datos, se llevará a cabo utilizando los programas Geo5 y Slide6. Para la presentación de los resultados se empleó Microsoft Office Profesional 2021.

- **Campo**

Análisis del comportamiento geotécnico, en un talud natural mediante la simulación en modelos computarizados.

- **Gabinete**

Procesamiento de datos.

- **Elaboración de informe**

Para la presentación, se utilizó Microsoft Office Profesional 2021.

Los datos recopilados, fueron organizados en tablas utilizando el software Microsoft Excel.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1.DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

Para comenzar, se debe precisar que la recopilación de información se ha realizado durante la quincena del mes de febrero del 2024, en dicho periodo de tiempo se fue al lugar de estudio ubicado, en el Sector Naranjal – San Ramón - Chanchamayo, para obtener los datos necesarios con los que se trabajó la tesis. Al realizar los ensayos correspondientes, se tuvo en cuenta la ubicación precisa de las progresivas estudiadas.

#### 4.1.1. Ubicación del terreno:

El proyecto está ubicado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo departamento de Junín, específicamente en la carretera principal centro poblado Naranjal (Figura 20). En las coordenadas geográficas UTM (Tabla 11).

#### Figura 20

*Centro poblado el Naranjal.*



*Nota.* Se visualiza las coordenadas de las tres calicatas realizadas en el terreno.

De acuerdo con las coordenadas tomadas podemos determinar el área de estudio el cual se presenta en el siguiente gráfico.

**Tabla 6**

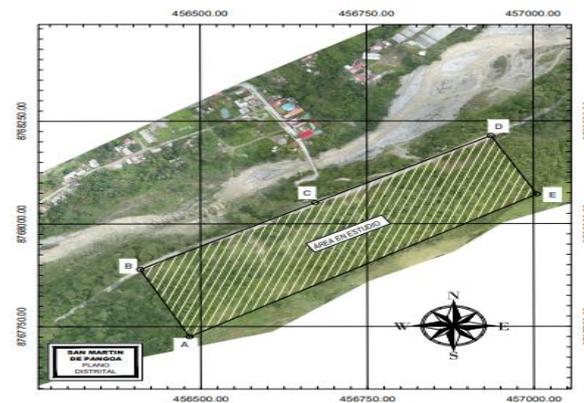
*Coordenadas del ámbito de ubicación del talud*

Vértice	Lado	Distancia	Ang. Interno	Coordenadas	
				Este (X)	Norte (Y)
A	A-B	179,52	80°43'13"	456483,0669	8767725,6083
B	B-C	308,99	97°22'43"	456409,2273	8767889,2397
C	C-D	310,11	179°56'55"	456672,2142	8768051,4490
D	D-E	157,79	84°12'57"	456936,3010	8768214,0100
E	E-A	626,45	97°44'12"	457005,0519	8768071,9857
Total		1582,86	540°00'00"		

*Nota.* Se visualiza las coordenadas del terreno tanto en el eje “X” y “Y”.

**Figura 21**

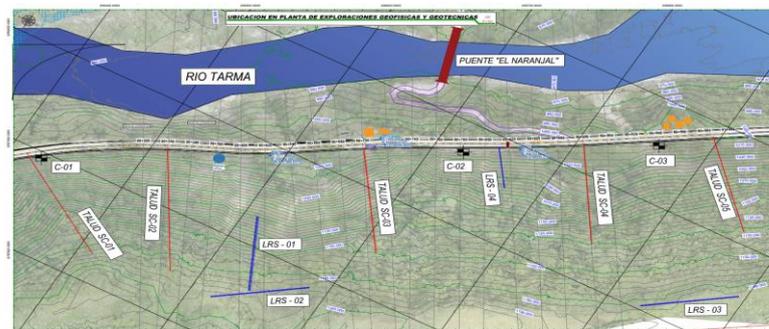
*Possible ubicación del talud*



*Nota.* Las líneas punteadas en la figura muestran la posible ubicación del talud de estudio.

**Figura 22**

*Ubicación de exploraciones geofísicas y geotécnicas*



*Nota.* Localización del talud con los respectivos puntos de referencia de las calitas y refracción sísmica.

#### 4.1.2. Ubicación de calicatas para extracción de muestras

Para realizar los ensayos correspondientes a laboratorio, se han realizado 03 calicatas, donde fueron extraídas muestras de suelos para los ensayos de laboratorio correspondientes.

**Tabla 7.**

*Ubicación de calicatas en coordenadas UTM.*

Tabla de datos de las calicatas			
Punto	Descripción	Norte	Este
1	BM1	8767988,837	456588,685
2	BM2	8768048,862	456658,674
3	BM3	8767095,217	456763,822

*Nota.* Se visualiza las coordenadas de las tres calicatas realizadas en el terreno.

Las calicatas, se ubicaron cada 150 m, aplicando como criterio la técnica observacional y la distribución lineal, partiendo desde el punto medio del ámbito de estudio, el mismo que se señala en la figura 21 recorriendo a la derecha e izquierda 150 m para ubicar la calicata 2 y 3. La ubicación de las calicatas, son a conveniencia del investigador por presentar las mejores condiciones para una selección de muestra óptima, de acuerdo con las condiciones erosivas del talud.

**Figura 23**

*Ubicación de calicata C-1 para extracción de muestra.*



*Nota.* La calicata C-1 se ubica en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo. (Tramo Intermedio)

### Figura 24

*Ubicación de calicata C-2 para extracción de muestra.*



*Nota.* La calicata C-2 se ubica en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo. (Tramo Final)

#### 4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se han obtenido en la investigación, se consideraron, agrupar las preguntas de los resultados según las dimensiones a las cuales corresponden, seguidamente estos, fueron agrupados por cada una de las variables, posterior a ello, se ha recodificado cada uno de ellos, tanto las dimensiones como las variables, para obtener resultados concisos y precisos sobre nuestro tema de estudio.

En ese contexto, la presentación de resultados se encuentra enmarcada por un lado en evidenciar el análisis de resultados descriptivos por efectos que responden a los objetivos de la investigación, por otro lado, mediante la regresión logística ordinal, evidenciar la significancia menor al 0,05 correspondiente al margen de error.

Los ensayos, se trabajaron en los siguientes laboratorios:

##### 4.2.1. Laboratorio Geo test V SAC

Para realizar los correspondientes ensayos del laboratorio, se inició recolectando muestras de suelos correspondientes a las tres calicatas, estas muestras, se utilizaron para el ensayo de contenido de humedad, límites de consistencia, clasificación SUCS, clasificación AASHTO, granulometría y corte directo.

**a) Contenido de humedad**

Para realizar el ensayo de contenido de humedad, se preparó las muestras con la intención de obtener partículas uniformes, después se añadió diferentes cantidades de agua para incrementar el contenido de humedad, seguidamente se realizó la compactación de las muestras mediante el ensayo de Proctor modificado, una vez ejecutado el ensayo se procedió a estimar la densidad seca para realizar un gráfico de la curva de compactación y así determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca.

$$W\% = \frac{W_w * 100}{W_s} \quad \text{Ecuación 2}$$

**b) Granulometría**

Los análisis granulométricos, se realizarán mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la malla. Los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen sus características ya determinadas.

**c) Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos, es un proceso fundamental en la ingeniería geotécnica y en la ciencia del suelo, ya que permite identificar y categorizar los suelos en función de sus propiedades físicas y mecánicas. A continuación, se presentan los dos sistemas de clasificación de suelos más comúnmente utilizados: el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el sistema de clasificación de suelos de la AASHTO.

**Figura 25**

*Tabla de clasificación de suelos AASHTO*

Clasificación general	Material Granular ( 35% o menos del total pasa No.200)						
	A - 1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite liquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

Clasificación general	Material limo- arcilloso ( más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Grupo de clasificación				
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, $IP < LL - 30$				
(b) Para A-7-6, $IP > LL - 30$				

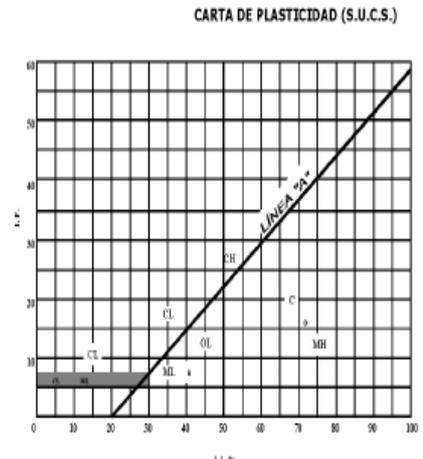
Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

Figura 26

Tabla de clasificación de suelos SUCS

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**  
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	<p>COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD <math>C_u</math>: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA <math>C_c</math>: entre 1 y 3. <math>C_u = D_{60} / D_{10}</math>      <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math></p> <p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LINEA A" O IP. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON IP. MAYOR QUE 7. frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math> mayor de 6 ; <math>C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})</math> entre 1 y 3.</p> <p>No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LINEA A" O IP. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con IP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p> <p>LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON IP. MAYOR QUE 7. frontera que requieren el uso de símbolos dobles.</p>	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		* GM d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		
		u			
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla		
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4		SW
	SP				Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
	* SM d				Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
	u				
	SC				Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.
	SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm. de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.				LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50
		CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomeos, más elásticos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		p	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		



\*\* CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.  
 ⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.  
 \* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 26 O MENOS Y EL IP. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 26.

### c) Límites de consistencia

Los límites de consistencia, son parámetros fundamentales en la ingeniería geotécnica y en la caracterización de suelos. Estos límites definen las propiedades de consistencia del suelo en diferentes estados de humedad y son esenciales para comprender su comportamiento mecánico. Los tres principales límites de consistencia son:

#### **Límite Líquido (LL)**

El límite líquido, es el contenido de humedad a partir del cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Es el punto donde el suelo comienza a comportarse como un líquido viscoso.

Se determina, utilizando el aparato de Casagrande o el cono de caída. El método de Casagrande, implica colocar una pasta de suelo en un recipiente especial y golpearlo para cerrar una ranura trazada en el suelo. El contenido de humedad al cual la ranura se cierra después de 25 golpes se define como el límite líquido.

#### **Límite Plástico (LP)**

El límite plástico, es el contenido de humedad a partir del cual el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico. En este punto, el suelo puede moldearse sin desmoronarse.

Se determina, amasando una pequeña cantidad de suelo hasta que pueda ser enrollado en hilos de 3 mm de diámetro sin romperse. El contenido de humedad al cual el suelo comienza a romperse al ser enrollado a este diámetro se define como el límite plástico.

#### **Índice de Plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - LP$ ). Mide la gama de contenido de humedad en la cual el suelo exhibe propiedades plásticas.

El índice de plasticidad, es crucial para clasificar suelos y predecir su comportamiento mecánico. Su valor indica la plasticidad del

suelo, que es una medida de su capacidad para deformarse sin fracturarse.

#### 4.2.2. Laboratorio Zear Ingeneering S.A.C

En el laboratorio Zear Ingeneering S.A.C, se realizó el ensayo de refracción sísmica y Masw de acuerdo con estándares normativos.

##### a) Métodos de la investigación

- **Refracción sísmica**

Es un método muy común empleados en la ingeniería geotécnica y otros campos afines. El reflejo sísmico se basa en la propagación de ondas sísmicas, principalmente las ondas primarias (P), que se generan por esfuerzos que deforman el terreno desde una fuente en la superficie. Este proceso de deformación de la corteza terrestre crea frentes de onda que se desplazan a través del subsuelo.

- **Masw (Multichannel Analysis Surface Waves)**

Se centra en el objetivo de un perfil de velocidad de ondas (S) de corte, utilizado para ello un registro sísmico de ondas de superficie formadas a partir de un golpe shot (disparo). Los registros son analizados, según la función de la distribución de frecuencias y velocidades para después de ser obtenidos, se trabaje con métodos de inversión para lograr conseguir un modelo de variación de la rapidez de onda de corte.

##### b) Parámetros dinámicos del suelo

- **Coefficiente de Poisson**

Se interpreta como la deformación compresiva o transversal de un material específico. Cuando se aplica tensión en una dirección, el material tiende a expandirse en las direcciones perpendiculares, y viceversa. En relación con las funciones sísmicas el módulo de poisson se calcula de la siguiente manera.

$$\gamma = \frac{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2}{2 \times \left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2} \quad \text{Ecuación 3}$$

- **Módulo de rigidez**

Es considerado, como el esfuerzo cortante para un material en particular. Es decir, describe el comportamiento bajo tensión cortante.

Ecuación 4

$$G = \rho \times V_s^2$$

- **Módulo de Young**

Estos nos dan medidas de rigidez de un material isotrópico. Se considera, la relación entre la tensión y la deformación uniaxiales a la que se somete un material, dentro del rango de tensiones para el que se considera válida la ley de Hooke.

$$E = 2 \times G(1 + \nu) \quad \text{Ecuación 5}$$

- **Módulo de Bulk**

Mide su resistencia, al entendimiento unificado. Pensando el aumento de presión que requiere para provocar una determinada disminución relativa de volumen. El inverso del módulo de volumen representa la compresibilidad del material. Teniendo en cuenta la velocidad y ondas sísmicas, el módulo de volumen se puede expresar mediante la fórmula.

$$k = \frac{E}{3 \times (1 - 2\nu)} \quad \text{Ecuación 6}$$

- **Velocidad**

Se estima, que la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determina de acuerdo con la siguiente fórmula.

Ecuación 7

$$v_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{v_{yi}} \right)}$$

### 4.3. RESULTADOS

4.3.1. Objetivo Especifico 1: Las características físico-mecánicas, según los resultados de laboratorio son las siguientes:

#### Contenido de humedad

Para iniciar con los respectivos ensayos del suelo, se debe tener en cuenta la norma NTP 339.127, la cual trata del contenido de agua del suelo. Según esta normativa se realizó el estudio, el cual nos proporcionó los siguientes resultados.

**Tabla 8.**

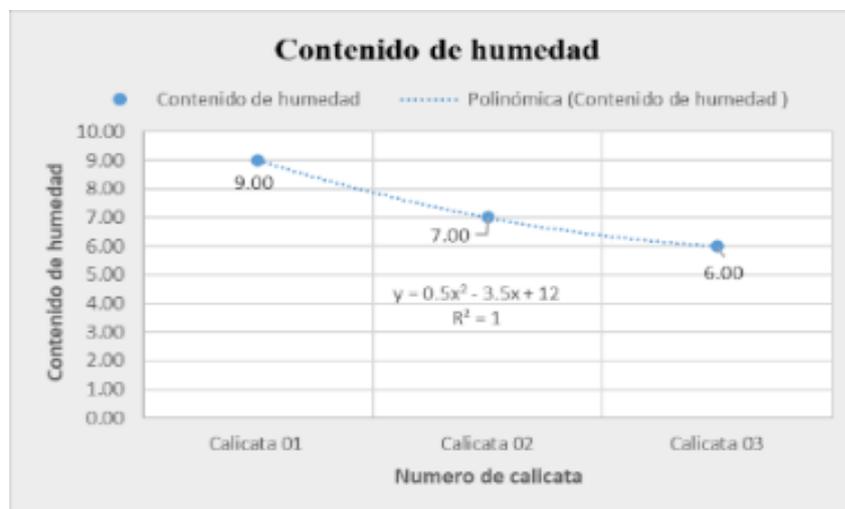
*Contenido de humedad*

IP	Nº Calicata	Contenido de humedad	% de variación
C1	Calicata 01	9,00	0,00%
C2	Calicata 02	7,00	-22,22%
C3	Calicata 03	6,00	-33,33%

Nota. Contenido de humedad de las tres calicatas realizadas en el terreno de estudio.

**Figura 27**

*Contenido de humedad*



En la figura 27 se puede apreciar que el contenido de humedad obtenido en cada una de las calicatas desciende de manera progresiva, en la calicata 01, se obtiene un contenido de humedad de 9,00%, en la calicata 02, se obtiene un contenido de humedad de 7,00 % y finalmente en la calicata 03, se obtiene un contenido de humedad de 6,00%.

### **Granulometría y clasificación del suelo**

El ensayo granulométrico, se trabajó según la norma NTP 339.128, la caracterización de suelos se realiza para conocer las propiedades de los tipos de suelos en el lugar de estudio, para lo cual se realiza la clasificación de SUCS y AASHTO.

#### **Tabla 9.**

##### *Clasificación del suelo*

Ítem	N° calicata	Profundidad	% grava	% arena	% finos	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
1	C-1	3,0	45,65	31,05	23,3	GM	A-2-4 (0)
2	C-2	3,0	36,94	41,28	21,78	SM	A-1-b (0)
3	C-3	3,0	34,64	34,28	29,08	GM	A-2-4 (0)

*Nota.* Clasificación del suelo por AASHTO y SUCS.

De acuerdo con la tabla 09, la clasificación SUCS, clasifica a la calicata 01 y 03 como un suelo GM (grava limosa con arena) y a la calicata 02 como un suelo SM (arena limosa con grava). Para la clasificación AASHTO resultó un suelo A-2-4 (0), A-1-b (0) y A-2-4 (0), respectivamente a la calicata 01,02 y 03.

### **Límites de consistencia**

Los límites de Atterberg o de consistencia, se evaluaron en laboratorio, siguiendo el proceso de la norma ASTM D 4318-17 e1 – Métodos de prueba estándar para limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos.

**Tabla 10***Límites de consistencia*

<b>Ítem</b>	<b>N° calicata</b>	<b>LL</b>	<b>LP</b>	<b>IP</b>
C1	Calicata 01	NP	NP	NP
C2	Calicata 02	NP	NP	NP
C3	Calicata 03	NP	NP	NP

*Nota.* Límites de consistencia de las tres calicatas realizadas en el terreno de estudio.

Las tres calicatas realizadas, no presentan límites de consistencia por ser un suelo gravoso.

**Ángulo de fricción**

Para obtener el ángulo de fricción, se realizó el ensayo de corte directo dado que el suelo estudiado resulto ser grava, el estudio se realizó bajo la norma NTP 339.171

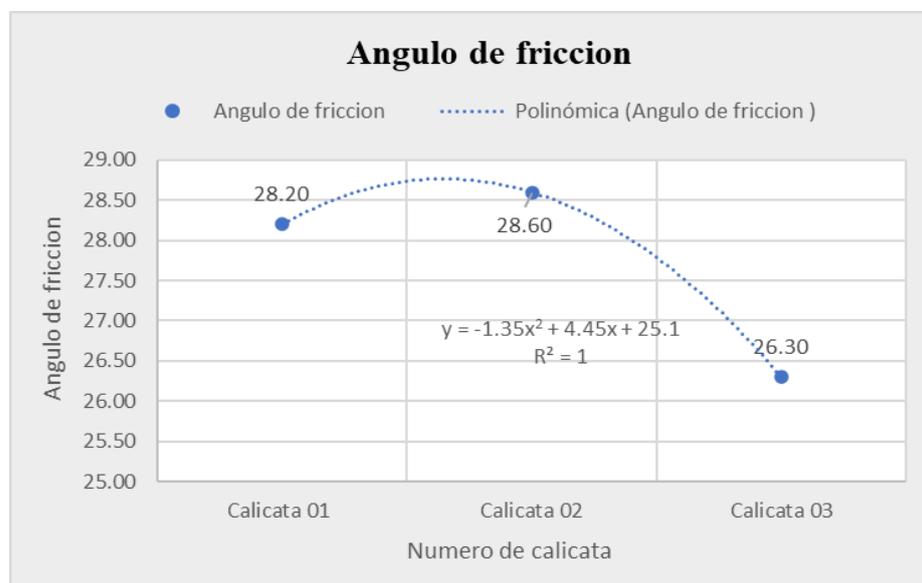
**Tabla 11.***Angulo de fricción de las muestras*

<b>Ítem</b>	<b>N° calicata</b>	<b>Angulo de fricción</b>	<b>% de variación</b>
C1	Calicata 01	28,20	0,00%
C2	Calicata 02	28,60	1,42%
C3	Calicata 03	26,30	-6,74%

*Nota.* Datos del ángulo de fricción extraídos del ensayo de corte Directo.

**Figura 28**

Ángulo de fricción



En la figura 28, se puede apreciar el resultado del ángulo de fricción obtenido en cada una de las calicatas, en la calicata 01, se obtiene un ángulo de fricción interna de 26,30<sup>o</sup>, en la calicata 02, se obtiene un ángulo de fricción interna de 28,60<sup>o</sup> y finalmente en la calicata 03 se obtiene un ángulo de fricción interna de 28,20<sup>o</sup>.

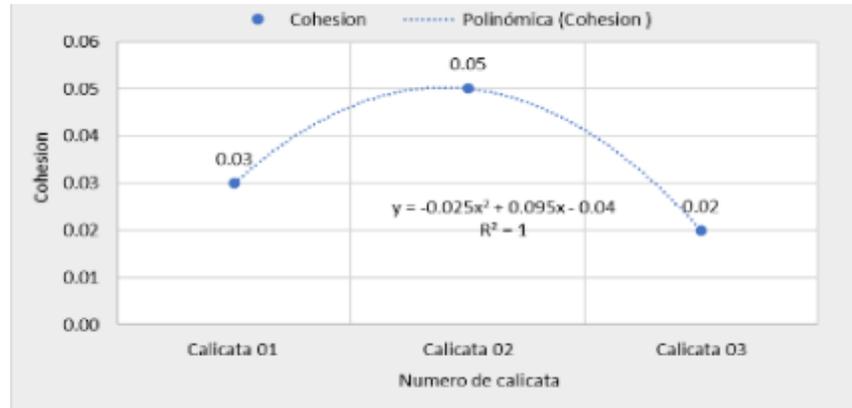
### Cohesión

Para obtener la cohesión, se realizó el ensayo de corte directo dado que el suelo estudiado resulto ser grava, el estudio se realizó bajo la norma NTP 339.171

**Tabla 12.***Cohesión de las muestras*

Ítem	Nº calicata	Cohesión	% de variación
C1	Calicata 01	0,03	0,00%
C2	Calicata 02	0,05	66,67%
C3	Calicata 03	0,02	-33,33%

*Nota.* Datos de la cohesión extraídas del ensayo de corte Directo.

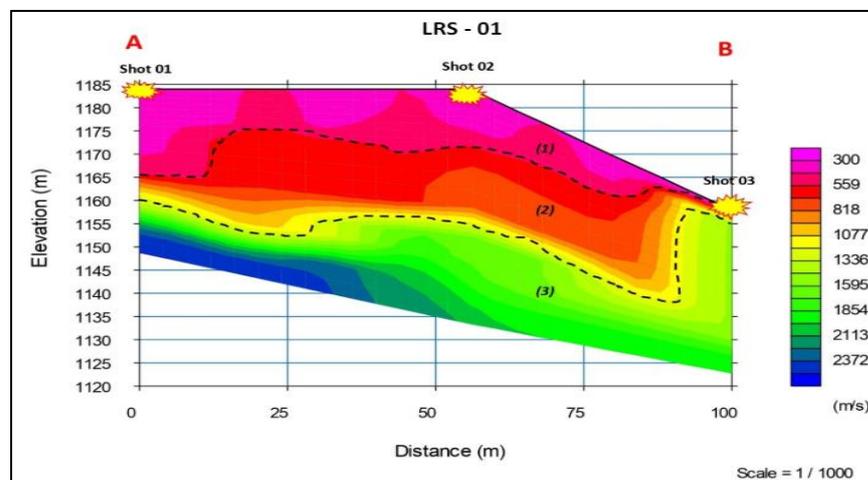
**Figura 29***Cohesión*

En la figura 29, se puede apreciar los resultados de la cohesión obtenida en cada calicata, la calicata 01, obtuvo una cohesión de 0,02 kg/cm<sup>2</sup>, la calicata 02, obtuvo una cohesión de 0,05 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente la calicata 03, obtuvo una cohesión de 0,03 kg/cm<sup>2</sup>.

#### A. Resultados del estudio geofísico

##### Ensayo de refracción sísmica

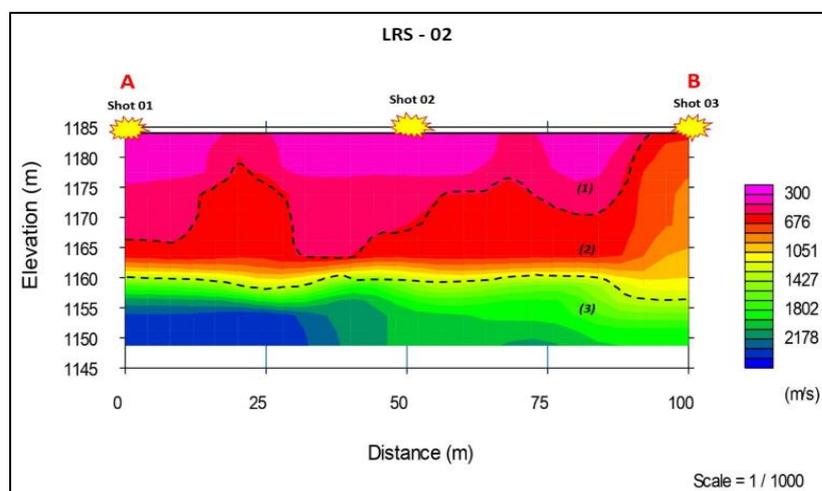
Para procesar los ensayos de refracción sísmica, genero el perfil sísmico LTRS-01, LTRS-02, LTRS-03 y LTRS-04 de 30,00 m de profundidad, conforme a los gráficos, dicho perfil señala la disposición de tres estratos.

**Figura 30***Línea de refracción sísmica 01*

El primer estrato sísmico, presenta valores de onda P que oscilan de 300 m/s a 559 m/s, estas cuentan con un espesor de 2,00 m a 18,5 m, por lo que se puede mencionar que esta capa está conformada superficialmente por una arcilla de consistencia blanda a media, el segundo estrato, posee valores de onda P que varían de 559 m/s a 1336 m/s, estas cuentan con un espesor de 2,80 m a 22,20 m, estratigráficamente esta capa es considerada un material informado por arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso y finalmente el tercer estrato presenta valores de onda P que oscilan de 1336 m/s a 2372 m/s, estratigráficamente esta tercera capa, es un material conformado por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas de compacidad medianamente denso.

**Figura 31**

*Línea de refracción sísmica 02*

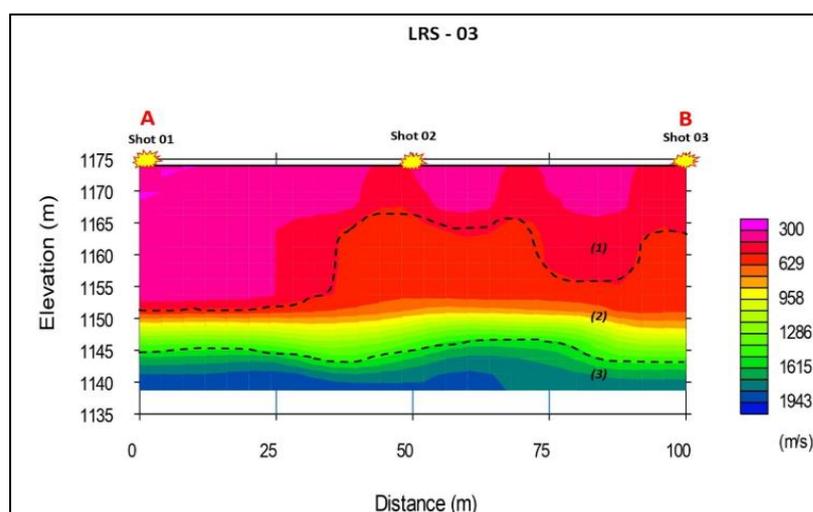


El primer estrato sísmico, presenta valores de onda P que oscilan de 300 m/s a 676 m/s, estas cuentan con un espesor de 0,00 m a 18,5 m, por lo que se puede mencionar que esta capa está conformada superficialmente por una arcilla de consistencia blanda a media, el segundo estrato, posee valores de onda P que varían de

676 m/s a 1427 m/s, estas cuentan con un espesor de 3,20 m a 27,50 m, estratigráficamente, esta capa es considerada un material informado por arcilla a conglomerados polimícticos, con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso y finalmente el tercer estrato, presenta valores de onda P que oscilan de 1427 m/s a 2178 m/s, estratigráficamente, esta tercera capa, es un material conformado por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas de compacidad medianamente denso.

### Figura 32

*Línea de refracción sísmica 03*

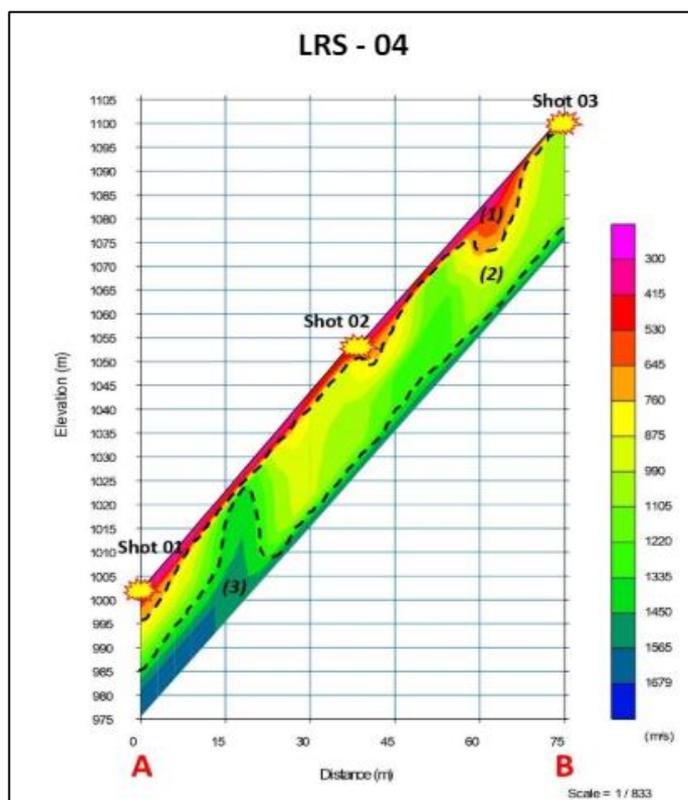


El primer estrato sísmico, presenta valores de onda P que oscilan de 300 m/s a 629 m/s, estas cuentan con un espesor de 9,80 m a 23,80 m, por lo que se puede mencionar que, esta capa está conformada superficialmente por una arcilla de consistencia blanda a media, el segundo estrato, posee valores de onda P que varían de 629 m/s a 1286 m/s, estas cuentan con un espesor de 6,20 m a 21,620 m, estratigráficamente, esta capa es considerada un material informado por arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso y finalmente el tercer estrato, presenta valores de onda P que oscilan de 1286 m/s a 1943 m/s, estratigráficamente

esta tercera capa es un material conformado por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas de compacidad medianamente denso.

**Figura 33**

*Línea de refracción sísmica 04*



El primer estrato sísmico, presenta valores de onda P que oscilan de 300 m/s a 760 m/s, estas cuentan con un espesor de 0,20 m a 11,2 m, por lo que se puede mencionar que esta capa está conformada superficialmente con una mezcla de grava, arena, limo y arcilla con fragmentos de diferentes composiciones, que van desde subangulares hasta angulosos de compacidad suelta a medianamente densa, el segundo estrato, posee valores de onda P que varían de 760 m/s a 1335 m/s, estas cuentan con un espesor de 2,80 m a 22,20 m, estratigráficamente, esta capa es considerada un material conformado por un depósito de materiales como grava, arena, limo y arcilla, con fragmentos de diversas composiciones que varían en

forma desde subangulares hasta angulosos con compacidad medianamente densa, finalmente en tercer estrato, presenta valores de onda P que oscilan de 1335 m/s a 1679 m/s, estratigráficamente, esta tercera capa es un material conformado por un depósito aluvial, de compacidad medianamente densa a densa.

### Ensayo Masw

Para analizar, las ondas superficiales en arreglos multicanal, genero el perfil sísmico MASW -01, MASW -02, MASW -03 y MASW -04 de 30.00 m de profundidad, conforme a los gráficos, dicho perfil señala la disposición de tres estratos.

### Figura 34

*Sondaje MASW 01*

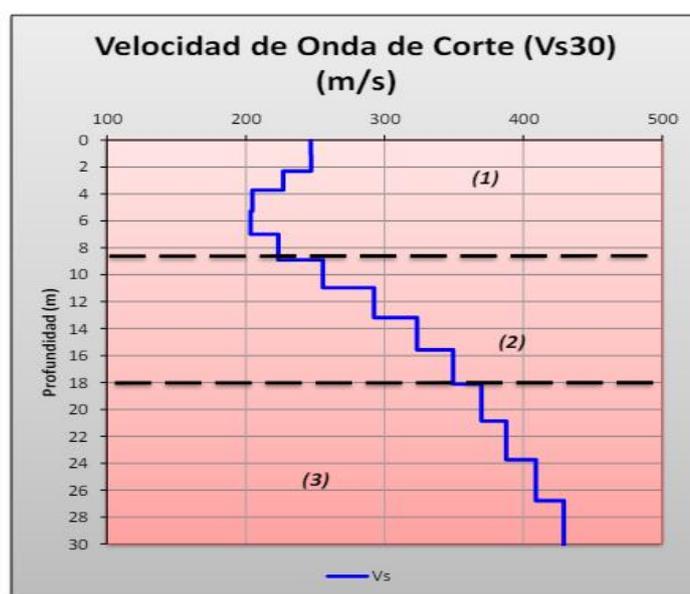


La primera línea sísmica, realizada con el ensayo Masw, muestra que la primera capa sísmica, posee datos de velocidad de onda S (Vs) que oscilan desde 220 m/s a 228 m/s, con un espesor de 8,90 m. Estratigráficamente, esta capa está constituida por una arcilla de consistencia blanda a media. La segunda capa, posee datos de velocidad de onda S (Vs) que varían entre 228 m/s y 330 m/s, con un espesor de 12,00 m, estratigráficamente esta capa, puede estar

constituida por una arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso. La tercera capa, presenta una velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 355 m/s y 387 m/s, estratigráficamente esta capa puede estar constituida por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas.

**Figura 35**

Sondaje MASW 02

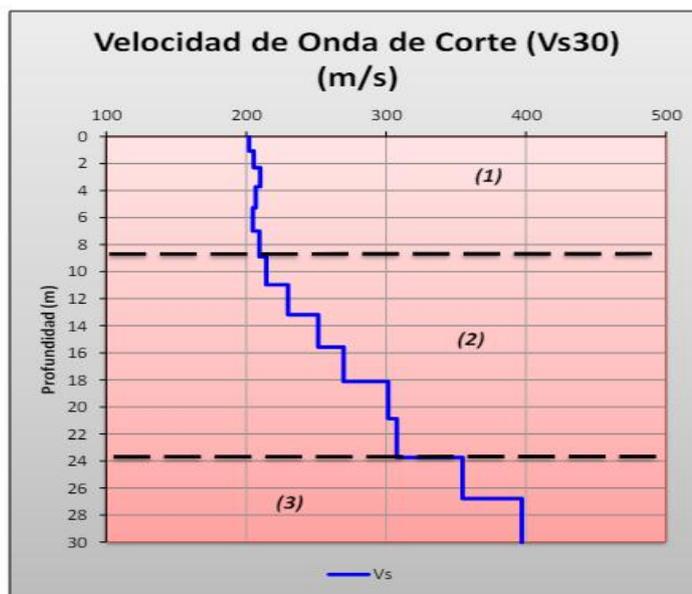


La primera línea sísmica, realizada con el ensayo Masw, muestra que la primera capa sísmica, posee valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que oscilan desde 203 m/s a 246 m/s, con un espesor de 8,90 m. Estratigráficamente esta capa está constituida por una arcilla de consistencia blanda a media. La segunda capa, posee datos de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 255 m/s y 349 m/s, con un espesor de 9,1 m, estratigráficamente, esta capa, puede estar constituida por una arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso. La tercera capa, presenta una velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 355 m/s y 387 m/s, estratigráficamente,

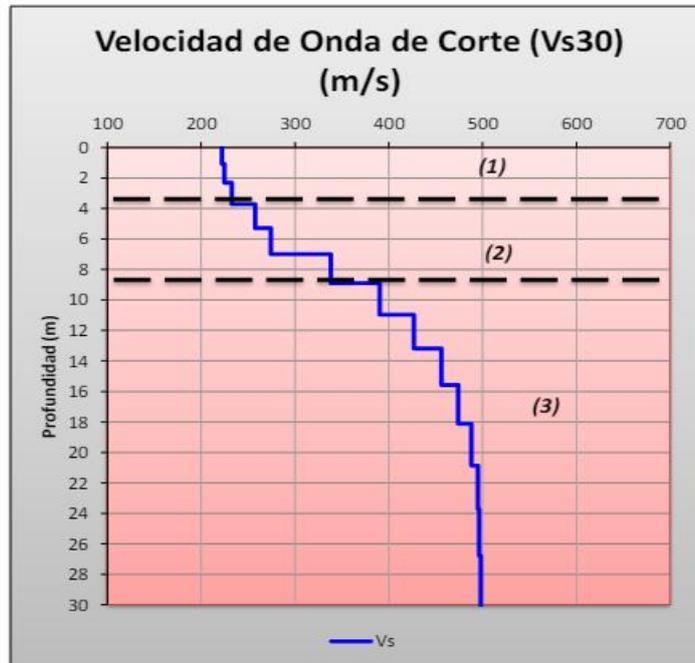
esta capa puede estar constituida por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas.

**Figura 36**

*Sondaje MASW 03*



La primera línea sísmica, realizada con el ensayo Masw, muestra que la primera capa sísmica, posee valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que oscilan desde 205 m/s a 246 m/s, con un espesor de 8,90 m, estratigráficamente, esta capa está constituida por una arcilla de consistencia blanda a media. La segunda capa, posee datos de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 214 m/s y 307 m/s, con un espesor de 14,80 m, estratigráficamente esta capa puede estar constituida por una arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de arenisca de grano grueso y lodolitas de consistencia media a medianamente denso. La tercera capa, presenta una velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 354 m/s y 396 m/s, estratigráficamente, esta capa puede estar constituida por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas.

**Figura 37***Sondaje MASW 04*

La primera línea sísmica, realizada con el ensayo Masw, muestra que la primera capa sísmica posee valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que oscilan desde 222 m/s a 232 m/s, con un espesor de 3,70 m, estratigráficamente, esta capa está constituida por un depósito de grava, arena, limo y arcilla con fragmentos de composiciones variadas, que van desde subangulosos hasta angulosos. La segunda capa presenta valores de velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 257 m/s y 338 m/s, con un espesor de 5,20 m, estratigráficamente, esta capa puede estar constituida por una acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos de diferente composición a un depósito aluvial. La tercera capa, presenta una velocidad de onda S ( $V_s$ ) que varían entre 390 m/s y 497 m/s, estratigráficamente, esta capa puede estar constituida por depósito aluvial, de compacidad medianamente densa a densa.

### **Resultado del primero objetivo:**

Se obtuvieron los resultados, que el contenido de humedad del suelo estudiado en la calicata 01, 02 y 03 es de 9,00%, 7,00% y 6,00% respectivamente, la granulometría y clasificación de suelos según SUCS es GM, SM y GM respectivamente, al ser suelos gravosos ninguna de las tres muestras de suelo extraídas de las calicatas presentan límites de consistencia; por otro lado, las características mecánicas que presentan los suelos estudiados mediante el ensayo de resistencia al corte es de un ángulo de fricción de  $26,30^\circ$ ,  $28,60^\circ$  y  $28,60^\circ$  y una cohesión de  $0,02 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,05 \text{ kg/cm}^2$  y  $0,03 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, a cada calicata, las características mecánicas se obtuvieron con el ensayo de refracción, donde la línea 01 nos proporcionó valores de onda P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s, para la línea 02 fueron igual de 300 m/s a 2178 m/s, la línea 03 fue de 300 m/s a 1943 m/s y para la línea 04 igual de 300 m/s a 1679 m/s; finalmente el ensayo de MASW, nos proporcionó valores en la línea 01 la velocidad de onda S oscilan desde 220 m/s a 387 m/s, en tanto en la línea 02 pasó de 203 m/s a 387 m/s, la línea 03 igual de 205 m/s a 396 m/s y para la línea 04 varia de 222 m/s a 497 m/s.

#### 4.3.2. Objetivo Especifico 2: Parámetros elásticos

Los parámetros dinámicos, conciernen a un conjunto de valores que representan de forma aproximada el comportamiento elástico del suelo, entendiendo que este último debido a su naturaleza isotrópica, no posee el mismo comportamiento de materiales rígidos, continuos y homogéneos por lo cual, los valores que corresponden a estos parámetros se establecen a partir de un conjunto de condiciones iniciales, incluyendo el estado de esfuerzos al cual se halla sometido.

**Tabla 13.**

Parámetros elásticos con Masw-01 y LRS-01

Profundidad	vs (m/s)	Vp (m/s)	P (Tn/m3)	Vp/Vs	$\mu$	Módulo de corte Gd (Kg/cm2)	Módulo de Young (Kg/cm2)	Modulo volumétrico (Kg/cm2)
1,07	225,02	407,67	1,30	181	0,28	670,05	1716,57	1305,88
2,31	228,89	413,78	1,30	1,81	0,28	694,28	1776,72	1343,22
3,71	223,51	441,95	1,30	1,98	0,33	660,76	1755,20	1702,36
4,00	222,11	470,13	1,30	2,12	0,36	652,13	1769,01	2052,29
5,27	220,70	489,25	1,29	2,22	0,37	643,55	1766,24	2304,63
6,00	220,69	550,96	1,29	2,50	0,40	643,51	1807,54	3152,75
7,01	220,68	574,73	1,29	2,60	0,41	643,46	1819,11	3506,26
8,00	224,61	598,49	1,30	2,66	0,42	667,50	1893,08	3849,4
8,90	228,53	659,4	1,30	2,89	0,43	692,01	1981,57	4838,77
10,00	252,68	720,31	1,31	2,85	0,43	853,51	2440,77	5797,75
15,00	305,88	1011,46	1,34	3,31	0,45	1274,80	3696,08	12239,84

En la tabla 13 se puede apreciar que, al realizar los ensayos correspondientes y trabajar a una profundidad de 1,07 m se presenta un módulo de corte de 670,05 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young de 1716,57 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 1305,88 Kg/cm<sup>2</sup>, se puede apreciar que al aumentar la profundidad los datos de módulo de corte, módulo de Young y modulo volumétrico aumentan considerablemente; por lo tanto al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte de 1274,84 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young de 3696,08 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 12239,08 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14.***Parámetros elásticos con Masw-02 y LRS-02*

Profundidad	vs (m/s)	Vp (m/s)	P (Tn/m3)	Vp/Vs	$\mu$	Módulo de corte Gd (Kg/cm2)	Módulo de Young (Kg/cm2)	Modulo volumétrico (Kg/cm2)
1,07	227,02	379,16	1,30	1,67	0,22	682,52	1666,16	993,89
2,31	226,88	389,92	1,30	1,72	0,24	681,64	1696,02	1104,47
3,71	204,72	360,67	1,29	1,76	0,26	550,50	1389,82	974,65
4,00	204,11	371,65	1,29	1,82	0,28	547,09	1405,00	1084,44
5,27	203,50	440,25	1,29	2,16	0,36	543,69	1483,35	1819,79
6,00	213,53	508,85	1,29	2,38	0,39	600,85	1674,13	2610,96
7,01	223,57	509,35	1,30	2,28	0,38	661,08	1825,48	2549,99
8,00	239,52	509,85	1,30	2,13	0,36	763,21	2073,49	2440,65
8,90	255,47	524,67	1,31	2,05	0,34	873,29	2348,49	2519,15
10,00	292,38	539,49	1,33	1,85	0,29	1159,15	2295,43	2401,12
15,00	349,28	654,72	1,36	1,87	0,30	1687,95	4392,35	3680,29

En la tabla 14 se puede considerar que, al realizar los ensayos correspondientes y trabajar a una profundidad de 1,07 m se presenta un módulo de corte de 682,52 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young de 1666,16 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 993,89 Kg/cm<sup>2</sup>, se puede apreciar que al aumentar la profundidad, los datos de módulo de corte, módulo de Young y modulo volumétrico aumentan considerablemente, por lo tanto al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte 1687,95 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 4392,35 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 3680,29 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 15.***Parámetros elásticos con Masw-03 y LRS-03*

Profundidad	vs (m/s)	Vp (m/s)	P (Tn/m3)	Vp/Vs	$\mu$	Módulo de corte Gd (Kg/cm2)	Módulo de Young (Kg/cm2)	Modulo volumétrico (Kg/cm2)
1,07	205,40	425,72	1,29	2,07	0,35	554,30	1494,71	1642,14
2,31	209,97	443,94	1,29	2,11	0,36	580,22	1573,47	1820,06
3,71	206,92	464,17	1,29	2,24	0,38	562,85	1548,96	2081,83
4,00	205,90	472,69	1,29	2,30	0,38	557,12	1540,89	2193,34
5,27	204,88	482,24	1,29	2,35	0,39	551,42	1532,80	2319,62
6,00	207,19	505,63	1,29	2,44	0,40	564,36	1579,20	2608,71
7,01	209,49	538,04	1,29	2,57	0,41	577,46	1629,20	3039,17
8,00	212,01	549,49	1,29	2,59	0,41	592,01	1672,48	3187,34
8,90	214,54	555,02	1,29	2,59	0,41	606,75	1713,67	3251,95
10,00	222,19	551,92	1,30	2,48	0,40	652,65	1831,73	3156,76
15,00	260,62	621,61	1,31	2,39	0,39	910,57	2537,51	3965,93

En la tabla 15 se puede considerar que, al realizar los ensayos correspondientes y trabajar a una profundidad de 1.07 m se presenta un módulo de corte 554,30 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 1494,71 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 1642,14 Kg/cm<sup>2</sup>, se puede apreciar que al aumentar la profundidad los datos de módulo de corte, módulo de Young y modulo volumétrico aumentan considerablemente, por lo tanto al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte 910,57 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 2537,51 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 3965,93 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 16.***Parámetros elásticos con Masw-04 y LRS-04*

Profundidad	vs (m/s)	Vp (m/s)	P (Tn/m <sup>3</sup> )	Vp/Vs	$\mu$	Módulo de corte Gd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo volumétrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,07	224,97	456,28	1,30	2,03	0,34	669,78	1794,22	1862,01
231	232,85	746,59	1,30	3,21	0,45	719,55	2081,12	6438,13
3,71	257,79	756,36	1,31	2,93	0,43	889,97	2552,94	6474,89
4,00	266,04	781,12	1,32	2,94	0,43	950,74	2727,46	6928,03
5,27	274,30	805,87	1,32	2,94	0,43	1013,70	2908,26	7397,81
6,00	306,31	842,70	1,34	2,75	0,42	1278,58	3641,11	7972,70
7,01	338,31	854,90	1,35	2,53	0,41	1577,46	4439,48	7969,75
8,00	364,34	867,10	1,36	2,38	0,39	1846,25	5142,91	7995,71
8,90	390,36	912,43	1,38	2,34	0,39	2138,67	5936,85	8832,80
10,00	426,60	957,76	1,39	2,25	0,38	2586,09	7118,23	9587,15
15,00	473,81	1069,91	1,42	2,26	0,38	3241,61	8934,00	12206,7

En la tabla 16 se puede considerar que, al realizar los ensayos correspondientes y trabajar a una profundidad de 1,07 m se presenta un módulo de corte 669,78 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 1794,22 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 1862,01 Kg/cm<sup>2</sup>, se puede apreciar que al aumentar la profundidad los datos de módulo de corte, módulo de Young y modulo volumétrico aumentan considerablemente, por lo tanto al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte 3241,61 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 8934,00 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 12206,70 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resultado del segundo objetivo:**

En la primera línea sísmica 01 al trabajar con una profundidad de 1,07 se obtuvo un módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 670,05 Kg/cm<sup>2</sup>, 1716,57 Kg/cm<sup>2</sup> y 1305,88 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 1274,84 Kg/cm<sup>2</sup>, 3696,08 Kg/cm<sup>2</sup> y de 12239,08 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en la 02 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 un módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 682,52 Kg/cm<sup>2</sup>, 1666,16 Kg/cm<sup>2</sup> y 993,89 Kg/cm<sup>2</sup> y al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 1687,95 Kg/cm<sup>2</sup>, 4392,35 Kg/cm<sup>2</sup> y 3680,29 Kg/cm<sup>2</sup>, en la 03 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 un módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 554,30 Kg/cm<sup>2</sup>, 1494,71 Kg/cm<sup>2</sup> y 1642,14 Kg/cm<sup>2</sup> al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte 910,57 Kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 2537,51 Kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 3965,93 Kg/cm<sup>2</sup> y finalmente en la 04 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 un módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 669,78 Kg/cm<sup>2</sup>, 1794,22 Kg/cm<sup>2</sup> y 1862,01 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 3241,61 Kg/cm<sup>2</sup>, 8934,00 Kg/cm<sup>2</sup> y 12206,70 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.3. Objetivo Especifico 3: Determinación del factor de seguridad estático y pseudo estático del talud natural

La determinación del factor estático y pseudo estático permite un análisis más adecuado, para ello se utiliza los programas de cómputo Slide versión 6 y el Geo versión 5.

#### **Determinación del Factor de seguridad con el programa Slide6**

Con ayuda del programa Slide6, se evaluaron diferentes datos para obtener el factor de seguridad de un talud, tanto por falla local y falla global.

Según la norma E0.50 artículo 24 nos indica que, un talud se considera estable cuando el factor de seguridad estático es mayor igual a 1,50 y el factor de seguridad pseudo estático es mayor igual a 1,25.

**Tabla 17.**

*Factor de seguridad local con el software Slide6*

Talud	Factor de seguridad en falla local	
	Estático	Pseudo - estático
SC-01	0,624	0,477
SC-02	0,573	0,444
SC-03	0,648	0,488
SC-04	0,692	0,530
SC-05	0,641	0,496

Se puede observar en la tabla 17 que tanto los factores de seguridad estáticos (0,624; 0,573; 0,648; 0,692 y 0,641) como pseudo - estáticos (0,477; 0,444; 0,488; 0,530 y 0,496) presentan valores menores a lo permitido, comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables, con riesgo de desprendimiento frecuente.

**Tabla 18.**

*Factor de seguridad global con el software Slide6*

Talud	Factor de seguridad en falla global	
	Estático	Pseudo - estático
SC-01	0,597	0,455
SC-02	0,553	0,430
SC-03	0,641	0,488
SC-04	0,601	0,457
SC-05	0,627	0,477

Se puede observar en la tabla 18 que tanto los factores de seguridad estáticos (0,597; 0,553; 0,641; 0,601 y 0,627) como pseudo - estáticos (0,455; 0,430; 0,488; 0,557 y 0,477) presentan valores menores a lo permitido; comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables, con riesgo de desprendimiento frecuente.

## Estabilidad del talud según el programa Geo5

**Tabla 19.**

*Factores de seguridad con el software Geo5*

Talud	Factor de seguridad	
	Estático	Pseudo - estático
SC-01	0,45	0,31
SC-02	0,62	0,46
SC-03	0,67	0,50
SC-04	0,66	0,48
SC-05	0,68	0,50

Se puede observar en la tabla 19 que, tanto los factores de seguridad estáticos (0,45; 0,62; 0,67; 0,66 y 0,68) como pseudo - estáticos (0,31; 0,46; 0,50; 0,48 y 0,50) presentan valores menores a lo permitido comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables con riesgo de desprendimiento frecuente.

### **Resultado del tercer objetivo:**

Con el programa Geo5, se obtiene como resultados los factores de seguridad en falla global estáticos de 0,45; 0,62; 0,67; 0,66 y 0,68 y los factores pseudo – estáticos que se presenta con valores de 0,31; 0,46; 0,50; 0,48 y 0,50 los cuales presentan valores menores a lo permitido, comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables y con Slide6 se pudo determinar factor de seguridad por falla local estáticos de 0,624; 0,573; 0,648; 0,692 y 0,641 como pseudo - estáticos valores de 0,477; 0,444; 0,488; 0,530 y 0,496; y factor de seguridad por falla global estáticos de 0,597; 0,553; 0,641; 0,601 y 0,627 como pseudo - estáticos 0,455; 0,430; 0,488; 0,557 y 0,477.

## 4.4. PRUEBA ESTADÍSTICA

### 4.4.1. Hipótesis General

Planteamiento de hipótesis

- **H<sub>0</sub>:** El comportamiento geotécnico, NO influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024.

- **H<sub>1</sub>**: El comportamiento geotécnico, influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo - Junín 2024.

**Conclusión:**

De acuerdo con el ensayo de refracción sísmica, para las LRS desde la 01 a la 04, los valores de la onda P oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s y con el ensayo de MASW, para las líneas de 01 al 04 la velocidad de onda S oscilan desde 220 m/s a 497 m/s. Por otro lado, sus factores de seguridad en falla global por el software Slide resultaron entre valores de 0,553 a 0,627 (estático) y de 0,430 a 0,488 (pseudostático), y con el software Geo5 presento valores de 0,45 a 0,68 (estático) y de 0,31 a 0,50 (pseudostático). Ante las evidencias, se acepta la H<sub>1</sub> “El comportamiento geotécnico influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, San Ramon, Chanchamayo - Junín 2024.”

#### 4.4.2. Hipótesis Específicas

##### 4.4.2.1. Primera hipótesis específica

**Planteamiento de hipótesis**

- **H<sub>0</sub>**: Las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico, NO se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- **H<sub>1</sub>**: Las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico, se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.

**Conclusión:**

El ángulo de fricción resultó entre 28,60° y 26,30° de las calicatas realizadas; así también la cohesión resultó de 0,05 kg/cm<sup>2</sup> hasta 0,02 kg/cm<sup>2</sup>, todo lo mencionado referido a características físicas.

Por otro lado, el estudio geofísico realizado específicamente el ensayo de refracción sísmica para la línea de refracción sísmica (LRS) 01, los valores de la onda P oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s, para la línea 02 fueron igual de 300 m/s a 2178 m/s, la línea 03 fue de 300 m/s a 1943 m/s y para la línea 04 igual a 300 m/s a 1679 m/s; finalmente el sondaje por el ensayo de MASW, para la línea 01 la velocidad de onda S oscilan desde 220 m/s a 387 m/s, en tanto en la línea 02 pasó de 203 m/s a 387 m/s, la línea 03 igual a 205 m/s a 396 m/s y para la línea 04 varia de 222 m/s a 497 m/s. En consecuencia, a los resultados contrastados, se acepta la  $H_1$  “Las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico, se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.”, ya que en laboratorio se realizó de forma efectiva el estudio.

#### 4.4.2.2. Segunda hipótesis específica

##### **Planteamiento de hipótesis**

- **$H_0$ :** Los parámetros elásticos, NO se presentan mediante el módulo de Young, módulo de corte y módulo volumétrico de manera notoria en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- **$H_1$ :** Los parámetros elásticos, se presentan mediante el módulo de Young, módulo de corte de manera notoria en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.

**Nivel de significancia: 0.05**

**Tabla 20.***Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) - Parámetros elásticos.*

Pruebas de normalidad							
		Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	MASW y LRS	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo de corte	MASW-01 Y LRS-01	,406	11	,000	,548	11	,000
	MASW-02 Y LRS-02	,264	11	,030	,737	11	,001
	MASW-03 Y LRS-03	,331	11	,001	,579	11	,000
	MASW-04 Y LRS-04	,189	11	,200*	,901	11	,188
Módulo de Young	MASW-01 Y LRS-01	,357	11	,000	,575	11	,000
	MASW-02 Y LRS-02	,260	11	,036	,695	11	,000
	MASW-03 Y LRS-03	,294	11	,009	,633	11	,000
	MASW-04 Y LRS-04	,184	11	,200*	,913	11	,266
Modulo volumétrico	MASW-01 Y LRS-01	,497	11	,000	,381	11	,000
	MASW-02 Y LRS-02	,213	11	,173	,879	11	,102
	MASW-03 Y LRS-03	,156	11	,200*	,954	11	,701
	MASW-04 Y LRS-04	,230	11	,107	,906	11	,217

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 21.***Prueba Kruskal-Wallis – Parámetros elásticos.*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Modulo de corte es la misma entre categorías de MASW y LRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de Modulo de Young es la misma entre categorías de MASW y LRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de Modulo volumétrico es la misma entre categorías de MASW y LRS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Conclusión:**

En las figuras presentadas, se observan los valores de significancia que son 0,000, lo que indica que son menores al

valor significancia asumido. Por ello, se acepta la hipótesis alterna  $H_1$  “Los parámetros elásticos se presentan mediante el módulo de Young, módulo de corte de manera notoria en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.”, ya que los resultados incrementan a mayor profundidad.

#### 4.4.2.3. Tercera hipótesis específica

##### Planteamiento de hipótesis

- **$H_0$ :** El factor de seguridad estático y pseudo estático, NO presentan resultados significativos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.
- **$H_1$ :** El factor de seguridad estático y pseudo estático, presentan resultados significativos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.

**Nivel de significancia: 0.05**

**Tabla 22.**

*Prueba de normalidad (Shapiro Wilk) – Factor de seguridad global.*

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Slide y Geo5	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Factor de seguridad global estático	Slide	,220	5	,200*	,948	5	,724
	Geo5	,317	5	,113	,745	5	,027
Factor de seguridad global pseudoestatico	Slide	,187	5	,200*	,963	5	,830
	Geo5	,350	5	,045	,722	5	,016

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 23.***Prueba Kruskal-Wallis - Factor de seguridad global.*

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Factor de seguridad global estático es la misma entre categorías de Slide y Geo5.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.251	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Factor de seguridad global pseudoestático es la misma entre categorías de Slide y Geo5.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.346	Conserve la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de.050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

**Nota.** Propia

### **Conclusión:**

En las figuras presentadas, se observan los valores de significancia que son 0,251 y 0,346, lo que indica que son mayores al valor significancia asumido. Por ende, se conserva la hipótesis nula  $H_0$  “El factor de seguridad estático y pseudo estático, NO presentan resultados significativos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.”

#### 4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo general, se puede indicar que el comportamiento geotécnico, influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, puesto que en las líneas sísmicas del 01 al 04 se obtuvieron valores de ondas P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s y con el ensayo de MASW, las líneas de 01 al 04 obtuvieron una velocidad de onda S que oscilan desde 220 m/s a 497 m/s. Por otro lado, sus factores de seguridad en falla global por el software Slide resultaron entre valores de 0,553 a 0,627 (estático)

y de 0,430 a 0,488 (pseudostático), y con el software Geo5 presento valores de 0,45 a 0,68 (estático) y de 0,31 a 0,50 (pseudostático).

Zumba (2023), discrepa con los resultados obtenidos pues este su investigación menciona que con 3 líneas sísmicas se obtuvo en el ensayo de Masw velocidades de onda P que varían entre 200 m/s a 1320 m/s y ondas S que varía de 120 m/s, determinando de esta manera que el suelo presentado en el talud es un suelo arenoso con finos o suelos intemperizados; también se presenta suelos con grava seca y arcilla saturada, en caso del factor, se trabajó con Geo5 brindándonos así de seguridad estático de 1,8 en el corte A y en el corte B un factor de 1,2, el factor pseudostático fue de 1,0 y 0,7 respectivamente.

De acuerdo al primer objetivo específico, se puede mencionar que las características físicas del suelo, se determinaron mediante ensayos de laboratorio, los cuales nos proporcionaron los resultados del contenido de humedad del suelo estudiado en la calicata 01, 02 y 03 es de 9,00%, 7,00% y 6,00% respectivamente, la granulometría y clasificación de suelos según SUCS es GM, SM y GM respectivamente, al ser suelos gravosos ninguna de las tres muestras de suelo extraídas de las calicatas presentan límites de consistencia; por otro lado, las características mecánicas que presentan los suelos estudiados mediante el ensayo de resistencia al corte es de un ángulo de fricción de  $26,30^\circ$ ,  $28,60^\circ$  y  $28,60^\circ$  y una cohesión de  $0,02 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,05 \text{ kg/cm}^2$  y  $0,03 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente a cada calicata, las características mecánicas se obtuvieron con el ensayo de refracción donde la línea 01 nos proporcionó valores de onda P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s, para la línea 02 fueron igual de 300 m/s a 2178 m/s, la línea 03 fue de 300 m/s a 1943 m/s y para la línea 04 igual de 300 m/s a 1679 m/s; finalmente el ensayo de MASW, nos proporcionó valores en la línea 01 la velocidad de onda S que oscilan desde 220 m/s a 387 m/s, en tanto en la línea 02 pasó de 203 m/s a 387 m/s, la línea 03 igual de 205 m/s a 396 m/s y para la línea 04 varia de 222 m/s a 497 m/s.

Carpio (2020) en su tesis, coincide con los resultados obtenidos, pues en su investigación menciona que la clasificación del suelo según el SUCS es de suelos arcillosos, GC y CL, y superficialmente SM como depósito aluvial, con plasticidad media a baja, con contenido de humedad del suelo de 6,3%, 7,2% y 5,6% respectivamente, asimismo presenta el ensayo de resistencia al corte es de un ángulo de fricción de  $26^\circ$ ,  $11^\circ$  y  $16^\circ$  y una cohesión de 0,25 kg/cm<sup>2</sup>, 0,24 kg/cm<sup>2</sup> y 0,24 kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo al segundo objetivo específico se puede mencionar que los parámetros elásticos que se presentan en la primera línea sísmica 01 al trabajar con una profundidad de 1,07 se obtuvo el módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 670,05 kg/cm<sup>2</sup>, 1716,57 kg/cm<sup>2</sup> y 1305,88 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 1274,84 kg/cm<sup>2</sup>, 3696,08 kg/cm<sup>2</sup> y de 12239,08 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en la 02 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 el módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 682,52 kg/cm<sup>2</sup>, 1666,16 kg/cm<sup>2</sup> y 993,89 kg/cm<sup>2</sup> y al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 1687,95 kg/cm<sup>2</sup>, 4392,35 kg/cm<sup>2</sup> y 3680,29 kg/cm<sup>2</sup>, en la 03 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 el módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 554,30 kg/cm<sup>2</sup>, 1494,71 kg/cm<sup>2</sup> y 1642,14 kg/cm<sup>2</sup> al llegar a una profundidad de 15 m se presenta un módulo de corte 910,57 kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de Young 2537,51 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 3965,93 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente en la 04 línea sísmica se obtuvo con una profundidad de 1,07 el módulo de corte, módulo de Young y módulo volumétrico de 669,78 kg/cm<sup>2</sup>, 1794,22 kg/cm<sup>2</sup> y 1862,01 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, al llegar a una profundidad de 15 m se presenta 3241,61 kg/cm<sup>2</sup>, 8934,00 kg/cm<sup>2</sup> y 12206,70 kg/cm<sup>2</sup>.

Garay (2018) en su tesis, coincide con los resultados obtenidos, pues en su investigación menciona que los parámetros de resistencia del criterio de ruptura de Mohr Coulomb para todos los suelos encontrados como suelo deslizado, suelo residual, roca muy alterada, roca competente

y roca presentando un ángulo de fricción  $0,25^\circ$ ;  $0,0^\circ$ ;  $10,0^\circ$ ;  $45,0^\circ$  y  $50^\circ$ , con un módulo de elasticidad de 14000 KPa, 6700 KPa, 34000 KPa, 122000 KPa y 200000 KPa y finalmente con una Relación de Poisson de 0.3 correspondiente a cada uno de los 06 estratos.

De acuerdo con el tercer objetivo específico, se puede aludir que con el programa Geo5 se observa que los factores de seguridad en falla global estáticos de 0,45; 0,62; 0,67; 0,66 y 0,68 como pseudo – estáticos se presenta valores de 0,31; 0,46; 0,50; 0,48 y 0,50 los cuales presentan valores menores a lo permitido; comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables y con Slide6 se pudo determinar factor de seguridad por falla local estáticos de 0,624; 0,573; 0,648; 0,692 y 0,641; como pseudo - estáticos valores de 0,477; 0,444; 0,488; 0,530 y 0,496; factor de seguridad por falla global estáticos de 0,597; 0,553; 0,641; 0,601 y 0,627; como pseudo - estáticos 0,455; 0,430; 0,488; 0,557 y 0,477; los cuales presentan valores menores a lo permitido, comprobando así que los taludes analizados se consideran inestables con riesgo de desprendimiento frecuente.

Grajales & Ramirez (2018) en su tesis, discrepa con los resultados obtenidos, pues en su investigación menciona que el software geo 5 mostró un Factor de seguridad de 0,91 usando un método, y de 1,05 usando otro método matemático. Ambos valores están cerca y por debajo de 1,5, el cual es el límite aceptable para la estabilidad. Por lo tanto, se concluye que el talud no es estable y podría presentar riesgo de colapso durante la temporada de invierno, cuando aumentan los esfuerzos desestabilizadores sobre el talud.

## CONCLUSIONES

- En conclusión, se puede indicar que el comportamiento geotécnico influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, puesto que en las líneas sísmicas del 01 al 04 se obtuvieron valores de ondas P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s y con el ensayo de MASW, las líneas de 01 al 04 obtuvieron una velocidad de onda S que oscilan desde 220 m/s a 497 m/s. Por otro lado, sus factores de seguridad en falla global por el software Slide6 resultaron entre valores de 0,553 a 0,627 (estático) y de 0,430 a 0,488 (pseudo estático), y con el software Geo5 presento valores de 0,45 a 0,68 (estático) y de 0,31 a 0,50 (pseudo estático).
- Se concluye que las características físico mecánicas del comportamiento geotécnico se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, puesto que, en los resultados obtenidos, se pudo comprobar que el suelo del talud presenta un contenido de humedad promedio de 9 %, un  $\phi$  de 28.40° y una cohesión de 0.03kg/cm<sup>2</sup>, así como también presenta ondas P que oscilan entre 300 m/s a 2372 m/s y velocidad de onda S que oscilan desde 220 m/s a 497 m/s.
- Los parámetros elásticos, incluyendo el módulo de Young, el módulo de corte y el módulo volumétrico, no se presentan de manera notoria en los taludes naturales. Las 04 líneas sísmicas a partir de una profundidad de 1,07 m presentan un valor promedio en el módulo de Young de 1667,92 kg/cm<sup>2</sup>; el módulo de corte un valor de 644,16 kg/cm<sup>2</sup> y el módulo volumétrico de 1450,98 kg/cm<sup>2</sup>. Y a partir de los 15,00 m las líneas sísmicas presentan un valor promedio en el módulo de Young de 4889,94 kg/cm<sup>2</sup>; el módulo de corte un valor de 1778,73 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo volumétrico de 8023;19 kg/cm<sup>2</sup>
- El FS estático y pseudo-estático, muestra resultados significativos en los taludes naturales, al ser simulados con Geo5, se muestra que FS por falla global

promedio es de 0,616 en estado estático; de 0,45 en estado pseudo-estático. Con el software Slide6, el promedio del FS por falla local es de 0,636 en estado estático y de 0,487 en estado pseudo-estático. Además, el FS por falla global con Slide6 es de 0,604 en estado estático y de 0,461 en estado pseudo-estático. Comprobando así que los valores son inferiores a los permitidos, lo que confirma que los taludes analizados son inestables y con riesgo de desprendimiento frecuente.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones de la tesis presentada me permito sugerir diversas recomendaciones:

- Se recomienda, en relación con los resultados obtenidos, llevar a cabo un análisis detallado que permita implementar medidas de estabilización para prevenir deslizamientos de talud. Este análisis puede considerar diversos métodos, tales como la aplicación de geosintéticos, la bioestabilización de taludes, y la instalación de muros de contención de concreto, entre otros.
- Para obtener resultados de laboratorio precisos o cercanos a los valores reales, conforme a los estándares de investigación, es imperativo que los equipos de medición se encuentren en óptimas condiciones operativas. Por lo tanto, se recomienda que dichos equipos sean sometidos a procesos de calibración y certificación regular.
- Se recomienda realiza inspecciones y un mantenimiento regular para identificar problemas potenciales y aplicar medidas correctivas a tiempo con ayuda de las autoridades locales y nacionales.
- Para el uso correcto de los softwares (Geo5, slide6) se debe emplear datos confiables y precisos tanto en los ensayos geofísicos como en las exploraciones directas.

## REFERENCIAS

- ADI PERÚ. (2019, May 23). ADI (2019) Se construyen unas 50 mil viviendas informales en Lima todos los años - ADI PERÚ. ADI PERÚ. <https://adiperu.pe/noticias/adi-se-construyen-unas-50-mil-viviendas-informales-en-lima-todos-los-anos/>
- Ávila, E., Álvarez, A., Brouard, U., Martínez, J., & Rivera, A. (2019). Aplicación de la prospección sísmica MASW para identificar los rellenos de lodos en un vertedero. Universidad Complutense de Madrid, 1–53. [https://www.ucm.es/data/cont/docs/1150-2016-06-13-S08\\_completo.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/1150-2016-06-13-S08_completo.pdf)
- Baena, G. (2019). Metodología de la Investigación. In Grupo editorial patria (Tercera edición, Issue 3). [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- Bardales, H. (2022). Plan de Gestión del Alcance en Geotecnia implementando la metodología BIM para Proyecto Muro de Contención Pasaje la Paz-Villa María del Triunfo - Lima [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9883>
- Becerra, P. (2019). Análisis de estabilidad de un talud en centrifuga geotécnica [Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito]. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1039>
- Cañi, G. (2021). Caracterización y evaluación del potencial de colapso de suelos derivados de la ceniza volcánica para prevenir problemas en cimentaciones superficiales en el distrito Alto de la Alianza - Tacna-2020.
- Carpio, G. (2020). “Analizar la estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos” caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco [Pre grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Carrasco, S. (2019). Metodología de la investigación científica: Vol. Primer Volumen (19 / 2019). [https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica\\_45761](https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761)

- Carrión, C. (2019). Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha-Pallar KM. 8+000 AL 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad, 2017 [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1788>
- Crespo, C. (1965). *mecanica de suelos y cimentaciones* (Grupo Noriega, Ed.; Quinta Edicion).
- FamilySearch Wiki. (2023, October 11). Chanchamayo, Junín, Perú. [https://www.familysearch.org/es/wiki/Chanchamayo,\\_Jun%C3%ADn,\\_Per%C3%BA\\_-\\_Genealog%C3%ADa](https://www.familysearch.org/es/wiki/Chanchamayo,_Jun%C3%ADn,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa)
- FAO. (2024, February 15). *Propiedades Físicas del Suelo*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Fernández, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES*, 4(3), 65–76. <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- Garay, J. (2018). *Comparación de métodos de estabilidad de taludes por equilibrio límite y por métodos numéricos en condiciones de carga estática y pseudo-estática* [Pre grado]. Universidad Cesar Vallejo.
- GEO5. (2019). *Características principales de GEO5 en 2024*. <https://geo5peru.pe/software-geotecnico/caracteristicas/>
- González, A., & Valverde, L. (2021). *Estudio del comportamiento geotécnico y alternativas de contención del suelo arenosos para la estabilidad de taludes en los Laureles de Villa el Salvador* [Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4683>
- Grajales, C., & Ramírez, A. (2018). *Análisis de la estabilidad de un talud derivado de cenizas volcánicas ubicado en la vía cerritos la Virginia* [Pre grado]. Universidad Libre.
- Gutiérrez, C. (2022). *Evaluación del comportamiento mecánico de materiales utilizando el cono británico en subrasante de una carretera*.

- Martínez, E. (2019). Estabilidad de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante [Universidad Peruana los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1366>
- Moreno, R. (2022). Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de la Costa Verde [Pontifica Universidad Católica del Perú]. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/MORENO\\_RONDOY\\_RITA\\_CLARA\\_EVALUACION\\_RIESGOS\\_ESTABILIDAD.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/MORENO_RONDOY_RITA_CLARA_EVALUACION_RIESGOS_ESTABILIDAD.pdf)
- Mujica, J., & Reymundo, J. (2022). Análisis de estabilidad de taludes desde el puente Posanca hasta el Poblado Licahuasi de la Carretera LM 111 en el distrito de Arahua [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6737>
- Muñoz, S. (2020). Correlación en costos de un diseño de una cimentación superficial rígida y flexible considerando la consolidación unidimensional. *REV. Epistemia*, 4(3). <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/EPT/article/view/1310/1942>
- Navarro, P. (2020). Prevención de accidentes por deslizamiento de taludes mediante uso de radar en Unidad Minera Colquijirca II Sociedad Minera el Brocal – Cerro de Pasco. <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/148ab392-2234-45be-9e56-d933d033d715/content>
- Nicomedes, E. (2019). Tipos de investigación. 1–4. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- Olguin, J. (2018). Evaluación geológica geotécnica del deslizamiento ubicado entre los progresivos km 41+000 al km 41+750 de la línea de conducción Vilachauillani, Sector Titijahuani, Tarata – Tacna [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna]. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB\\_d9ad57f5cccc607033117e40bb78a627](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB_d9ad57f5cccc607033117e40bb78a627)
- ONU-Habitat. (2022, April 28). La dimensión urbana de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU-Habitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-dimension-urbana-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>

- Oros, L. (2020). Estudio geológico-geotécnico para la estabilidad de taludes en el Departamento de Potosí-Bolivia. *Revista Ingeniería*, 2(3), 85–96. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v2i3.18>
- Paragua, M., Bustamante, N., Norberto, L., Paragua Melissa, & Paragua, C. (2022). Investigación Científica Formulación de Proyectos de Investigación y Tesis: Vol. Primer (M. Paragua, Ed.; Primera). <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2022/05/LIBRO-INVESTIGACION-CIENTIFICA.pdf>
- Pilatasig, L. (2021). Análisis comparativo entre los valores del límite líquido obtenido por copa de casagrande y penetrómetro de cono para suelos finos del cantón Pastaza, Provincia de Pastaza [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32377>
- Rabat, A. (2019). Aplicabilidad del penetrómetro cónico en la determinación del límite líquido en suelos de baja y media plasticidad. Universidad de Alicante.
- Rajiv, S., Carrie, C., & Leighton, C. (2019). Visión general de la investigación no experimental. [https://espanol.libretexts.org/Ciencias\\_Sociales/Psicologia/Libro%3A\\_M%C3%A9todos\\_de\\_investigaci%C3%B3n\\_en\\_psicolog%C3%ADa\\_\(Jhanganian%2C\\_Chiang%2C\\_Cuttler\\_y\\_Leighton\)/06%3A\\_Investigaci%C3%B3n\\_no\\_experimental/6.02%3A\\_Visi%C3%B3n\\_general\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n\\_no\\_experimental](https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Psicologia/Libro%3A_M%C3%A9todos_de_investigaci%C3%B3n_en_psicolog%C3%ADa_(Jhanganian%2C_Chiang%2C_Cuttler_y_Leighton)/06%3A_Investigaci%C3%B3n_no_experimental/6.02%3A_Visi%C3%B3n_general_de_la_investigaci%C3%B3n_no_experimental)
- Ramos, A. (2019). Análisis de estabilidad de taludes en rocas. Simulación con Ls-Dyna y comparación con Slide [Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/47326/>
- Rojas, C. (2018). Comportamiento geotécnico de los taludes críticos de la carretera lajas-El Taya provincia de Chota. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2069>
- Romero, J. (2019, November 26). Justificación: Impacto social, tecnológico, económico y ambiental by José Luis Romero on Prezi. Prezi. <https://prezi.com/owvgusbxotqj/justificacion-impacto-social-tecnologico-economico-y-ambi/>

- Ruiz, J., & Chávez, Y. (2023). Evaluación de la estabilidad de talud para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Tacna [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670020>
- Samayoa, J. (2018). Diseño de la carretera hacia la aldea york y puente vehicular para la aldea Barranca, Municipio Morales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sepúlveda, A. (2017). Comportamiento sísmico de taludes de roca. [https://oa.upm.es/8580/1/TESIS\\_MASTER\\_\\_ALEJANDRA\\_SEPULVEDA\\_BARRAZA.pdf](https://oa.upm.es/8580/1/TESIS_MASTER__ALEJANDRA_SEPULVEDA_BARRAZA.pdf)
- Shutterstock. (2021, September 13). Mapa de esquema del Perú. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/peru-outline-map-green-colour-modern-2040592169>
- Sierra, J. (2019). Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el KM 79 + 625 del tramo seis: ampliación del tercer carril vía Anapoima-Mosquera Cundinamarca [Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36768>
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales (Ingeniería de Suelos Ltda., Ed.). [https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662\\_19MemExPI\\_373\\_Las\\_Acacias/Documento/pdf/Anexo1\\_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20\(1998\).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf](https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Su%C3%A1rez%20(1998).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf)
- Sullca, A., & Chávez, K. (2022). Incremento del factor de seguridad en talud de suelo en litificación con solicitaciones sísmicas, recinto R-41, mediante epóxico. Sitio arqueológico de Raqaraqayniyoq, San Jerónimo-Cusco, 2022 [Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5440>
- Tinoco, P. (2021, April 13). Atención transportistas: deslizamiento interrumpe tránsito en la carretera Tarma-La Merced. Andina.

<https://andina.pe/agencia/noticia-atencion-transportistas-deslizamiento-interrumpe-transito-la-carretera-tarmala-merced-841311.aspx>

- Torres, J. (2019). Estabilización de taludes para el mantenimiento de la carretera Huancayo - El tambo- San Agustín de cajas-Hualhuas- Saños Chico -Quilcas- San Jerónimo de Tunan -Ingenio, provincia de Huancayo-Junín - 2016 [Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/800>
- Zavala, J. (2021). Estabilidad de taludes para el mejoramiento del terraplén en la construcción de Túnel de drenaje Toquepala - Tacna, 2021 [Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2072>
- Zevallos, A. (2019). Métodos de refracción sísmica Masw- MAM y parámetros elásticos del puente vehicular interregional pampas Ayacucho -Apurímac, 2016 [Pregrado]. Universidad Peruana Los Andes.
- Zumba, J. (2023). Análisis de Estabilidad del Talud en la Vía al CRS Turi Aplicando Ensayos Geofísicos. Universidad del Azuay.

## **APÉNDICE**

*Apéndice 1: Matriz de consistencia*

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO – JUNÍN 2024**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo influye el comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales mediante la simulación con modelos computarizados San Ramon, Chanchamayo - Junín 2024?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la influencia del comportamiento geotécnico en el deslizamiento de taludes naturales mediante la simulación con modelos computarizados San Ramon, Chanchamayo - Junín 2024.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> El comportamiento geotécnico influye significativamente en el deslizamiento de taludes naturales, simulado por el Geo5 y Slide6, San Ramon, Chanchamayo - Junín 2024.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> Comportamiento geotécnico  <b>X1. Propiedades físicas</b> Indicadores  - Granulometría del suelo  - Límites de consistencia  - Contenido de humedad  <b>X2. Propiedades mecánicas</b> Indicadores  - Resistencia al corte  - Masw  - Refracción sísmica</p>	<p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo  <b>Tipo de investigación:</b> Básica  <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo  <b>Diseño de investigación:</b> No Experimental  <b>Ámbito:</b> Vía de la carretera central del sector Naranjal tramo San Ramón – Chanchamayo, Junín.  <b>Tiempo Social:</b> Marzo – junio 2024.  <b>Población:</b> Para el estudio, la población que se tomó en cuenta fueron los taludes que se encuentran en la vía de la carretera central del sector Naranjal - San Ramon – Chanchamayo. Taludes del tramo de 90+200 al 91+210 km San Ramon, Chanchamayo carretera central  <b>Muestra:</b> La muestra, estuvo considerado por los taludes de la carretera asfaltada tramo San Ramón – Chanchamayo km 90+200 al 91+210 km.  Unidad Muestreal: 03 exploraciones directas y 04 exploraciones indirectas.  Unidad de análisis: 03 calicatas y 04 líneas de refracción sísmica.  <b>Técnicas e instrumentos:</b>  - Observacional.  - Documental (Ficha de análisis, lista de cotejo).  - Ensayo de laboratorio (Ficha de laboratorio, protocolo de laboratorio, equipos).  - Modelamiento computacional (Geo5 y Slide6).  <b>Técnicas de procesamiento de datos:</b>  - Análisis estadístico descriptivo.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo pueden determinarse las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024?</li> <li>¿Cuáles son los parámetros elásticos que se presentan en el comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024?</li> <li>¿Cómo se presenta el factor de seguridad estático y pseudo estático de taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 de taludes naturales San Ramón - Chanchamayo– Junín 2024?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.</li> <li>Determinar los parámetros elásticos que se presentan en el comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.</li> <li>Determinar el factor de seguridad estático y pseudo estático de taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6 de taludes naturales San Ramón - Chanchamayo– Junín 2024.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las características físico-mecánicas del comportamiento geotécnico se determinan de manera eficiente en laboratorio para taludes naturales, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.</li> <li>Los parámetros elásticos se presentan mediante el módulo de Young, módulo de corte y modulo volumétrico de manera notoria en el comportamiento geotécnico de taludes naturales San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.</li> <li>El factor de seguridad estático y pseudo estático presentan resultados significativos en los taludes naturales, simulados con el Geo5 y Slide6, San Ramón, Chanchamayo – Junín 2024.</li> </ul>	<p><b>Variable dependiente (Y):</b> Deslizamiento de taludes naturales  <b>Y1. Deslizamiento traslacional</b> Indicadores  - BISHOP  - Topografía  - Flujo  - Parámetro de deslizamiento de Newmark  <b>Y2. Deslizamiento rotacional</b> Indicadores  - BISHOP  - Topografía  - Flujo  - Parámetro de deslizamiento de Newmark</p>	
<p><b>Relevancia de la investigación:</b> La investigación contribuye al logro del ODS 11 (que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles), al determinar la influencia suelo-estructura en el talud natural que se encuentra en el sector San Ramón (Chanchamayo, Junín), mediante una simulación con modelos computarizados.</p>				

*Apéndice 2: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación*



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

INFORME DE ENSAYO No.: **GTV-2024-222**

Fecha de emisión: 2024-04-01

INICIO DE INFORME

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024.

Peticionario / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: [ing.vladimirc@gmail.com](mailto:ing.vladimirc@gmail.com)

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN

II.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

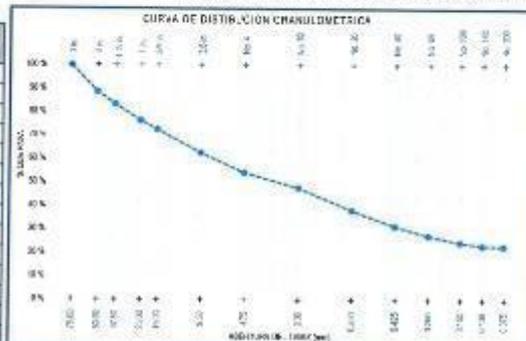
Sonda: C 1  
Profundidad, m: 3.00  
No. de muestra: M-1  
Fecha de muestreo: 2024-03-21  
Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

III.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA

Tipo de Muestra: Alterado  
Material: Suelo  
Presentación: Costal Blanco  
Fecha de recepción: 2024-03-22  
Cantidad aprox. (kg): 40.00

1.- ASTM D6913/D6913M-17 STANDARD TEST METHODS FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF SOILS USING SIEVE ANALYSIS / GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA mm	% QUE PASA
3 in.	75.00	100.00
2 in.	50.00	88.66
1 1/2 in.	37.50	83.37
1 in.	25.00	76.40
3/4 in.	19.00	72.64
3/8 in.	9.50	62.76
No. 4	4.75	54.38
No. 10	2.00	47.89
No. 20	0.850	38.43
No. 40	0.425	31.74
No. 60	0.250	27.74
No. 100	0.150	24.92
No. 140	0.106	23.53
No. 200	0.075	23.30



Tamaño máximo: 2 in.

Según SUCS

Proporciones, %  
Grava: 45.65  
Grava gruesa: 27.36  
Grava fina: 18.29  
Arena: 31.05  
Arena gruesa: 8.46  
Arena media: 16.15  
Arena fina: 8.44  
Finos: 23.30

Forma de las partículas: Angular

2.- ASTM D4318-17a1 STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS / LÍMITES DE CONSISTENCIA



Resultados:  
Límite Líquido: Np  
Límite Plástico: Np  
Índice de Plasticidad: Np

Tipo de Preparación: Humeda Lizado en tamiz No. 40 Retenido en el tamiz No. 40: 68.3%

3.- ASTM D2487-17e1 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM) / CLASIFICACION SUCS

Grava: --- D50: --- D10: ---  
Cu: --- Co: ---  
Símbolo de Grupo: GN  
Nombre del grupo: SILTY GRAVEL WITH SAND  
Nombre local: GRAVA LIMOSA CON ARENA

4.- ASTM D3282-15 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS AND SOIL-AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES / CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES VIALES (ASHTO)

Grava: 57.1% Arena: 24.6% Finos: 23.3%  
Material: STONE FRAGMENTS, GRAVEL AND SAND  
Nombre local: FRAGMENTOS DE PIEDRA GRAVA Y ARENA  
Clasificación del grupo: A-2-4(0)  
Clasificación como subbase: EXCELENTE A BUENO

Nota: Los ensayos realizados entre el 2024-03-25 y el 2024-03-27, en condiciones ambientales: 18,0 °C y 56% HR.

Código de proyecto: GTV-M12-2024 Código de muestra / ítem: M-1 F. PLAN 05.1 Rev. 01 Fecha: 2024-03-04  
Este ensayo ha sido realizado en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra no ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados con una certificación de conformidad con normas o normas establecidas del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.  
FIN DE INFORME

Autorizado por: Ing. Mucha Vázquez Manuel  
Jefe de Calidad Hoja 01 de 01



GEO TEST V. S.A.C.  
JEFE DE CALIDAD

Ing. Mucha Vázquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270863

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio GEO TEST V S.A.C.



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**INICIO DE INFORME**

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-223**

Fecha de emisión: 24/01/24

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON, CHANCHAMAYO - JUNIN 2024

**Participante / Solicitante:**

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: [ing.vladimir@gtv.com](mailto:ing.vladimir@gtv.com)

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMON, CHANCHAMAYO - JUNIN

**II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

Sondeo: C-1  
 Profundidad, m: 3.00  
 No. de muestra: M-1  
 Fecha de muestreo: 2024-03-21  
 Dtm referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

**III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA**

Tipo de Muestra: Alterada  
 Material: Suelo  
 Presentación: Costa / Blanco  
 Fecha de recepción: 2024-03-22  
 Cantidad aprox. (kg): 40.00

**5.- NIT 330.027-1998 (revisado el 2018) SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO.**

**5.1.- CONDICIONES Y REQUISITOS PREVIOS AL ENSAYO**

- 5.1.1.- La muestra ensayada cumple con la masa mínima recomendada.
- 5.1.2.- El espécimen de ensayo no contiene más de un tipo de material.
- 5.1.3.- Método de secado a horno a 110 °C ± 5 °C.
- 5.1.4.- La muestra no excluye ningún material.
- 5.1.5.- Resultados reportados a ± 1%.

**5.2.- EJECUCION DEL ENSAYO**

Condiciones Ambientales:	Temperatura ambiente:	18.4 °C
	Humedad relativa:	98%

ESPECIMEN DE ENSAYO*	1
CONTENIDO DE HUMEDAD	9
HUMEDAD PROMEDIO, %	9

Lugar de ejecución de ensayo: Área de suelos y concreto

**Nota:**

Código de proyecto: **GTV-M12-2024** Código de muestra Interna: **M-1** F-PLAB 06.2 Rev. 01 Fecha: 2024-03-01  
 Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la clase de muestra, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del Laboratorio de Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.**

Autorizado por:

Ing. Wucha Vasquez Manuel

FIN DE INFORME

Jefe de Calidad

Hoja 01 de 01



**GEO TEST V, S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**

Ing. Wucha Vasquez Manuel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 230883



Inicio de Informe:

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-228**  
Fecha de emisión: 2024-03-21

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN 2024.

Peticionario / Solicitante:  
VLADIMIR QUIDÓNEZ CAMPOSANO  
Contacto: [ing.vladimir@gmail.com](mailto:ing.vladimir@gmail.com)  
Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMON, CHANCHAMAYO - JUNIN

**II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

Categoría: C-1  
No. de muestra: M-1  
Fecha de muestreo: 2024-03-21  
Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

**III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECORIDA**

Tipo de Muestra: Alisada  
Material: Sueno  
Presentación: Costal Blanco  
Fecha de recepción: 2024-03-22  
Cantidad aprox. (kg): 40.00

**1.- NTP 339.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.1.- PROPIEDADES DE LA MUESTRA PREVIO AL ENSAYO**

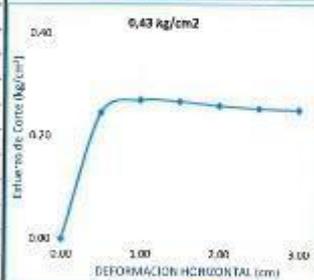
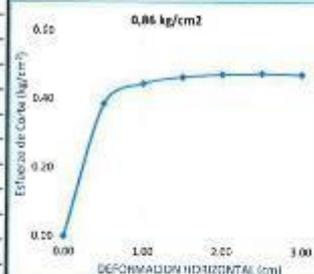
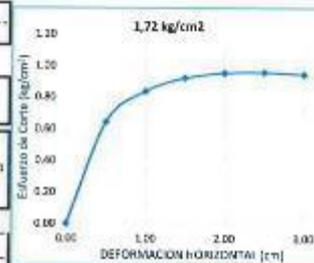
ESTRUCTURA DEL SUELO: Remoldado  
PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL: 1.87 g/cm<sup>3</sup>  
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (%): 12.80  
PESO UNITARIO SECO INICIAL: 1.66 g/cm<sup>3</sup>

**1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DE CORTE**

TIPO DE CAJA:	CIRCULAR	ESPESOR:	20 mm
ESCALA DE EQUIPO:	01:10	DIAMETRO:	65.45 mm

**1.3.- ESFUERZO DE CORTE**

Desplazamiento (cm)	ESPECIMEN 01: Est. Normal 1.72 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 02: Est. Normal 0.86 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 03: Est. Normal 0.43 kg/cm <sup>2</sup>	
	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado
	kg/cm <sup>2</sup>	(t/σ)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/σ)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/σ)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.645	0.375	0.385	0.224	0.246	0.143
1.00	0.840	0.488	0.446	0.259	0.270	0.157
1.50	0.923	0.537	0.465	0.270	0.267	0.156
2.00	0.956	0.556	0.473	0.275	0.259	0.151
2.50	0.961	0.559	0.475	0.276	0.254	0.148
3.00	0.948	0.551	0.473	0.275	0.251	0.146
3.50	0.940	0.546	0.467	0.272	0.251	0.146
4.00	0.956	0.556	0.462	0.269	0.235	0.137
4.50	0.929	0.540	0.456	0.265	0.230	0.133
5.00	0.929	0.540	0.454	0.264	0.227	0.132
5.50	0.918	0.524	0.448	0.261	0.224	0.130
6.00	0.913	0.531	0.446	0.259	0.221	0.129
6.50	0.910	0.529	0.440	0.256	0.216	0.126
7.00	0.907	0.527	0.440	0.256	0.216	0.126
7.50	0.905	0.525	0.440	0.256	0.216	0.126
8.00	0.899	0.521	0.440	0.256	0.216	0.126
8.50	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
9.00	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
9.50	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
10.00	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
10.50	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
11.00	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
11.50	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
12.00	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126
12.50	0.899	0.523	0.440	0.256	0.216	0.126



Hoja 01 de 02



**GEO TEST V. SAC.**  
**JEFE DE CALIDAD**  
*[Signature]*  
Ing. Mocha Vásquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 270563



Vicio de Informe

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-228**

Fecha de emisión: 2024-04-01

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024.

Peticionario / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: [ing.vladimirac@gmail.com](mailto:ing.vladimirac@gmail.com)

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN

**II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

Categoría: C-1

Nº de muestra: M-1

Fecha de muestreo: 2024-03-21

Cita referencia:

Talud de carretera - Tramo Nazanpi

**III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA**

Tipo de muestra: Alterada

Material: Suelo

Presentación: Costal Blanco

Fecha de recepción: 2024-03-27

Cantidad aprox. (kg): 40.00

**1.- MTP 399.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.4.- INTERPRETACION DE RESULTADOS**

Carga	Esf. Normal kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte kg/cm <sup>2</sup>	Coeficiente de Humedad Final (%)	Peso Unitario Humedo Real Seco g/cm <sup>3</sup>
51.0 kg	1.72	0.96	18.36	1.78
25.5 kg	0.86	0.48	19.53	1.71
12.8 kg	0.43	0.27	21.18	1.82

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	12.80	%
PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL	1.875	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO INICIAL	1.662	g/cm <sup>3</sup>

Ángulo de Fricción	28.2	°
Cohesión	0.03	kg/cm <sup>2</sup>



**Nota:** Muestra preparada por el pasante del taller No. 4

Código de proyecto: GTV-M12-2024

Código de muestra interno: M-1

F-PLAB-06.10 Rev. 01

Fecha: 2024-04-01

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio GeoTest V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo. La muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de GeoTest V S.A.C.

LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

Vicio de Informe

Hoja 02 de 02



**GEO TEST V. S.A.C.**  
JEFE DE CALIDAD

*[Firma]*  
Ing. Manuel Vásquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270863

▲ RUC: 20606529229  
📍 P.S.U. BRAU #211 - CHILCA  
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.  
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

INICIO DE INFORME

INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-224

Fecha de emisión: 2024-04-01

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN

Pedoneario / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANG

Contacto:

ing.vladimir@gmail.com

Atención:

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN

II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

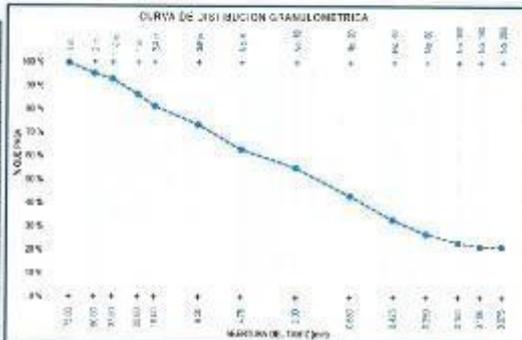
Sonda: C-2  
 Profundidad, m: 3.00  
 No. de muestra: M-1  
 Fecha de muestreo: 2024-03-21  
 Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA

Tipo de Muestra: Atreada  
 Material: Suelo  
 Presentación: Costal Blanco  
 Fecha de recepción: 2024-03-22  
 Cantidad aprox. (kg): 40.00

1.- ASTM D5957 / EN 12875-17 STANDARD TEST METHODS FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF SOILS USING SIEVE ANALYSIS / GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA, mm	% QUE PASA
3 in.	75.00	100.00
2 1/2 in.	50.00	95.42
1 1/2 in.	37.50	93.16
1 in.	25.00	86.45
3/4 in.	19.00	81.48
3/8 in.	9.50	73.61
No. 4	4.75	63.06
No. 10	2.00	55.27
No. 20	0.850	43.33
No. 40	0.425	33.27
No. 60	0.250	27.23
No. 100	0.150	23.58
No. 140	0.106	21.94
No. 200	0.075	21.78



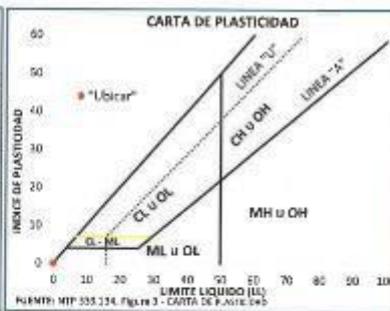
Tamaño máximo: 1 in.

Según SUCS  
Proporciones, %

Grava: 36.94  
 Grava gruesa: 18.52  
 Grava fina: 18.42  
 Arena: 41.78  
 Arena gruesa: 7.79  
 Arena media: 21.99  
 Arena fina: 11.49  
 Finos: 21.78

Forma de las partículas:  
Angulosas

2.- ASTM D4318-17a1 STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS / LÍMITES DE CONSISTENCIA



Resultados:  
 Límite Líquido: Np  
 Límite Plástico: Np  
 Índice de Plasticidad: Np



Tipo de Preparación: Humeda      Levado en tamiz No. 40      Retenido en el tamiz No. 40: 66.7%

3.- ASTM D2487-17a1 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM) / CLASIFICACION SUCS

DB0: ---      Dd0: ---      D10: ---  
 Cu: ---      Cc: ---  
 Símbolo de Grupo: **SM**  
 Nombre del grupo: **SILTY SAND WITH GRAVEL**  
 Nombre local: **ARENA LIMOSA CON GRAVA**

4.- ASTM D3282-15 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS AND SOIL-AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES / CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES VIALES (AASHTO)

Grava: 44.7%      Arena: 35.5%      Finos: 21.8%  
 Material: **STONE FRAGMENTS, GRAVEL AND SAND**  
 Nombre local: **FRAGMENTOS DE PIEDRA GRAVA Y ARENA**  
 Clasificación del grupo: **A-1-b(0)**  
 Clasificación como subbase: **EXCELENTE A BUENO**

Nota: Los ensayos realizados entre el 2024-03-25 y el 2024-03-27. En condiciones ambientales: 18,0 °C y 65% HR.

Código de proyecto: **GTV-M12-2024**      Código de muestra interna: **M-2**      F-PLA3-06.1 Rev. 01      Fecha: 2024-03-24

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como es recibida. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o normas con fines del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

Autorizado por: Ing. Manu Vázquez Manuel

Hoja 01 de 01

☎ RUC: 20606529229  
 📍 P.O. Box #211 - CHILCA  
 ☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.  
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



**GEO TEST V S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**  
 Ing. Manu Vázquez Manuel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 270863

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio GEO TEST V S.A.C.



INICIO DE INFORME

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-225**  
 Fecha de emisión: 2024-01-01

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANGAMAYO - JUNIO 2024.

Peticionario / Solicitante: VLADIMIR ORODNEZ CAMPOSANO  
 Contacto: ing.vladimir@gtv.com  
 Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANGAMAYO - JUNIN

II.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Sondeo: C-2  
 Profundidad, m: 3.00  
 No. de muestra: M-1  
 Fecha de muestreo: 2024-03-21  
 Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Nanajal

III.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA

Tipo de Muestra: Alterada  
 Material: Suelo  
 Presentación: Contar Blanco  
 Fecha de recepción: 2024-05-27  
 Cantidad aprox. (kg): 40.00

1.- NTP 309.177:1996 (revisada el 2019) SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO.

5.1.- CONDICIONES Y REQUISITOS PREVIOS AL ENSAYO

- 5.1.1.- La muestra ensayada cumple con la masa mínima recomendada.
- 5.1.2.- El espécimen de ensayo no contiene mas de un tipo de material.
- 5.1.3.- Método de secado a horno a 110 °C ± 5 °C.
- 5.1.4.- La muestra no excluye ningún material.
- 5.1.5.- Resultados reportados a ± 1%.

5.2.- EJECUCIÓN DEL ENSAYO

Condiciones Ambientales:	Temperatura ambiente:	18,3 °C
	Humedad relativa:	58%

ESPECIMEN DE ENSAYO <sup>A</sup> :	1
CONTENIDO DE HUMEDAD:	7

HUMEDAD PROMEDIO, %:	7
----------------------	---

Lugar de ejecución de ensayo: Área de suelos y concreto I

Nota:

Código de proyecto: GTV-M12-2024 Código de muestra interna: M-2 F-PLAB-05.2 Rev. 01 Fecha: 2024-03-21  
 Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este Informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Geo Test V S.A.C.  
**LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.**

Autorizado por: Ing. Martín Viquez Manuel  
 Jefe de Calidad

FIN DE INFORME

Página 01 de 01



**GEO TEST V S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**  
 Ing. Martín Viquez Manuel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 220863



Inicio de informe

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-230**  
Fecha de emisión: 2024-04-01

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS. SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN 2024.

Peticionario / Solicitante: VLADIMIR CRDÓREZ CAMPOSANO  
Contacto: [ing.vladimirc@gmail.com](mailto:ing.vladimirc@gmail.com)  
Asesor: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

**II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

Ubicación: SAN RAMON, CHANCHAMAYO - JUNIN  
Categoría: C-2  
Nº de muestra: M-1  
Fecha de muestreo: 2024-03-21  
Otro referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

**III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA**

Tipo de Muestra: Alterada  
Material: Suelo  
Presentación: Conal Blanco  
Fecha de recepción: 2024-03-22  
Cantidad aprox. (kg): 40.00

**1.- NTP 339.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.1.- PROPIEDADES DE LA MUESTRA PREVIO AL ENSAYO**

ESTRUCTURA DEL SUELO : Remoldeado  
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (W) : 8.72

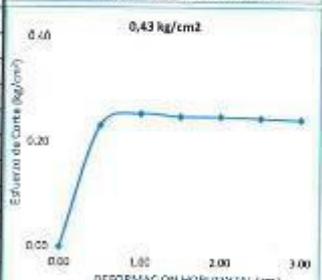
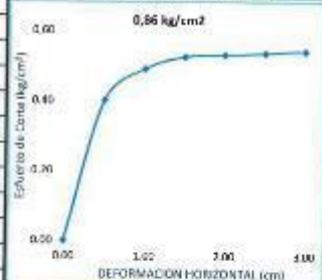
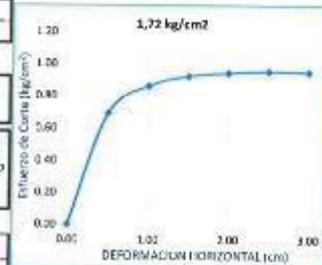
PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL : 1.89 g/cm<sup>3</sup>  
PESO UNITARIO SECO INICIAL : 1.74 g/cm<sup>3</sup>

**1.2.- CARACTERISTICAS DE LA CAJA DE CORTE**

TIPO DE CAJA:	CIRCULAR	ESPESOR:	20 mm
ESCALA DE EQUIPO:	01:10	DIAMETRO:	61.45 mm

**1.3.- ESFUERZO DE CORTE**

Desplazamiento (cm)	ESPECIMEN 01: E <sub>v</sub> Normal 1.72 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 02: E <sub>v</sub> Normal 0.86 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 03: E <sub>v</sub> Normal 0.43 kg/cm <sup>2</sup>	
	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado
	kg/cm <sup>2</sup>	(t/o)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/o)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/o)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.697	0.405	0.402	0.234	0.237	0.135
1.00	0.864	0.502	0.492	0.286	0.254	0.148
1.50	0.926	0.530	0.526	0.306	0.246	0.144
2.00	0.948	0.551	0.532	0.309	0.248	0.144
2.50	0.959	0.557	0.537	0.312	0.246	0.143
3.00	0.953	0.554	0.543	0.316	0.243	0.141
3.50	0.948	0.551	0.524	0.305	0.240	0.140
4.00	0.937	0.545	0.521	0.303	0.235	0.137
4.50	0.940	0.546	0.513	0.298	0.230	0.133
5.00	0.934	0.543	0.510	0.297	0.227	0.132
5.50	0.929	0.540	0.510	0.297	0.224	0.130
6.00	0.918	0.534	0.510	0.297	0.221	0.129
6.50	0.913	0.531	0.510	0.297	0.216	0.126
7.00	0.907	0.527	0.510	0.297	0.216	0.126
7.50	0.905	0.526	0.510	0.297	0.216	0.126
8.00	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
8.50	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
9.00	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
9.50	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
10.00	0.897	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
10.50	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
11.00	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
11.50	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
12.00	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126
12.50	0.899	0.523	0.510	0.297	0.216	0.126



**GEO TEST V. S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**

*[Signature]*  
Ing. Vicente Vasquez Mancel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 27663

📍 RUC: 20606529229  
📍 PSJ. GRAU #211- CHILCA  
📞 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.  
✉️ GEOTESTV@GMAIL.COM  
📧 LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



Título de Informe

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-230**

Fecha de emisión: 2024-04-01

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHACHAMAYO - JUNÍN 2024.

Patrocinador / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: [ing.vladimir@gmail.com](mailto:ing.vladimir@gmail.com)

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHACHAMAYO - JUNÍN

II.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Categoría: C-2

N.º de muestra: M-1

Fecha de muestreo: 2024-03-21

Código referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

**III.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA**

Tipo de Muestra: Alterada

Material: Suelo

Presentación: Coseal Blanco

Fecha de recepción: 2024-03-22

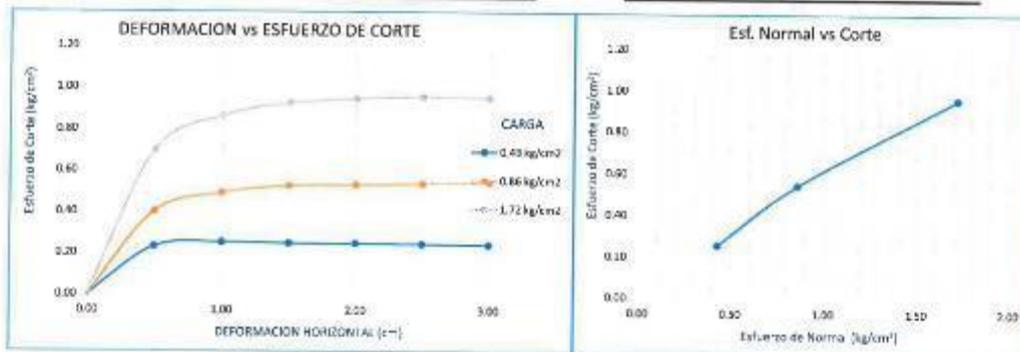
Cantidad aprox. (kg): 40.00

**1.- NTP 339.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.4.- INTERPRETACION DE RESULTADOS**

Carga	Esf. Normal kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte kg/cm <sup>2</sup>	Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario Humedo Final Seco g/cm <sup>3</sup>
51.0 kg	1.72	0.86	16.94	1.79
25.5 kg	0.86	0.54	17.87	1.79
12.8 kg	0.43	0.25	19.09	1.70

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	8.72	%
PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL	1.893	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO INICIAL	1.741	g/cm <sup>3</sup>
Angulo de Friccion	28.6	°
Cohesion	0.05	kg/cm <sup>2</sup>



**Nota:** Muestra preparada por el pasante del tesis No. 4

Código de proyecto: **GTV-M12-2024** Código de muestra interna: **M-2** F-PLAS-05-10 Rev. 01 Fecha: 2024-04-01

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Geo Test V S.A.C.

**LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.**

Fuente de informe

Página 02 de 02



**GEO TEST V, S.A.C.**  
JEFE DE CALIDAD  
*[Signature]*  
Ing. Mucha Vázquez Mantecó  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270883

📍 RUC: 20606529229  
📍 Pse. GRAU #211 - CHLCA  
📞 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.  
✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



# LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

INFORME DE INFORME

INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-226

Fecha de emisión: 2024-04-01

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN 2024.

Peticionario / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: [ing.vladimiroc@gmail.com](mailto:ing.vladimiroc@gmail.com)

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN

**II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

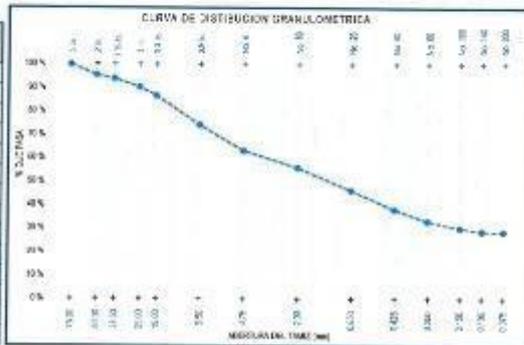
Sondeo: C-3  
 Profundidad, m: 3,00  
 No. de muestra: M-1  
 Fecha de muestreo: 2024-03-21  
 Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Nanajal

**III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA**

Tipo de Muestra: Alterada  
 Material: Suelo  
 Presentación: Costal Blanco  
 Fecha de recepción: 2024-03-22  
 Cantidad aprox. (kg): 40,00

**1.- ASTM D6913/D6913M-17 STANDARD TEST METHODS FOR PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION (GRADATION) OF SOILS USING SIEVE ANALYSIS / GRANULOMETRÍA**

ZANJA	ABERTURA mm	% QUE PASA
3 in.	75.00	100.00
2 in.	50.00	95.50
1 1/2 in.	37.50	94.00
1 in.	25.00	90.43
3/4 in.	19.00	86.75
3/8 in.	9.50	74.31
No. 4	4.75	63.36
No. 10	2.00	56.12
No. 20	0.850	46.51
No. 40	0.425	38.42
No. 60	0.250	33.50
No. 100	0.150	30.53
No. 140	0.106	29.20
No. 200	0.075	29.08



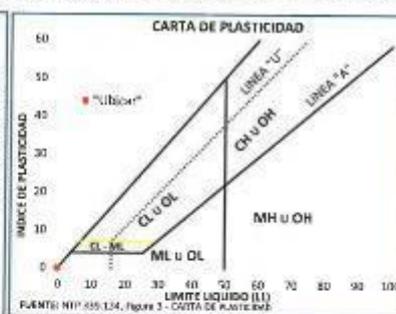
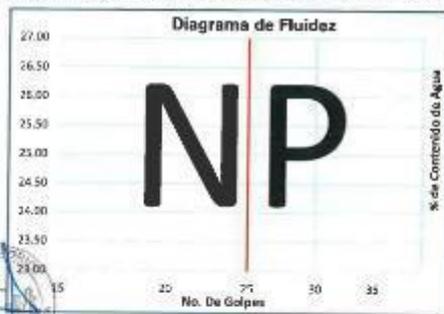
Tamaño máximo: 3/8 in.

**Según SUCS**  
Proporciones, %

Grava: 36.64  
 Grava gruesa: 13.25  
 Grava fina: 23.40  
 Arena: 34.28  
 Arena gruesa: 7.23  
 Arena media: 17.70  
 Arena fina: 9.35  
 Finos: 29.08

Forma de las partículas: **Angulosas**

**2.- ASTM D4318-17e1 STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS / LÍMITES DE CONSISTENCIA**



Resultados:  
 Límite Líquido: **Np**  
 Límite Plástico: **Np**  
 Índice de Plasticidad: **Np**

**3.- ASTM D2487-17e1 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM) / CLASIFICACION DE SUELOS**

D60: --- D30: --- D10: ---  
 Cu: --- Cc: ---  
 Símbolo de Grupo: **GM**  
 Nombre del grupo: **SILTY GRAVEL WITH SAND**  
 Nombre local: **GRAVA LÍMOSA CON ARENA**

**4.- ASTM D3282-15 STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS AND SOIL-AGGREGATE MIXTURES FOR HIGHWAY CONSTRUCTION PURPOSES / CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES VIALES (ASPHITTO)**

Grava: 43.8% Arena: 27.0% Finos: 29.1%  
 Material: **SILTY OR CLAYEY GRAVEL AND SAND**  
 Nombre local: **GRAVA, ARENAS LÍMOSA O ARCILLOSA**  
 Clasificación del grupo: **A-2-4(0)**  
 Clasificación como subbase: **EKCELENTE A BUENO**

**Nota:** Los ensayos realizados entre el 2024-03-25 y el 2024-03-27, en condiciones ambientales: 18,0 °C y 56% HR.

Código de proyecto: **GTV-M12-2024** Código de muestra interna: **M-3** F-PLAS-05, Rev. 01 Fecha: 2024-03-04

Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio Geotest V y los resultados presentados son únicamente de la muestra enviada. El laboratorio no ha participado en la recolección de la muestra, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como un flujo de trabajo de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

FIN DE INFORME

Autorizado por: **Ing. Mucha Vasquez Manuel**  
 Jefe de Calidad

Hoja 01 de 01



**GEO TEST V, S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**

**Ing. Mucha Vasquez Manuel**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 270803

▲ RUC: 20606529229  
 ● P.B.J. GRAU #211- CHILCA  
 ☎ 980329953 / 952525151

● GEO TEST V S.A.C.  
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 ✉ LABGEOTESTV82@GMAIL.COM

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del Laboratorio GEO TEST V S.A.C.



## INICIO DE INFORME

INFORME DE ENSAYO No.: **GTV-2024-227**

Fecha de emisión: 2024-04-01

## I.- DATOS GENERALES

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024

Peticionario / Solicitante:

VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO

Contacto: Ing. Vladimir@gmail.com

Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN

## II.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Sondeo: C-3  
 Profundidad, m: 1.00  
 No. de muestra: M-1  
 Fecha de muestreo: 2024-03-21  
 Otra referencia: Talud de carretera - Tramo Naranjal

## III.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA

Tipo de Muestra: Alterada  
 Material: Suelo  
 Presentación: Cristal Blanco  
 Fecha de recepción: 2024-03-22  
 Cantidad aprox. (kg): 45.00

5.- NTP 339.127:1998 (revisada el 2019) SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO.

## 5.1.- CONDICIONES Y REQUISITOS PREVIOS AL ENSAYO

- 5.1.1.- La muestra ensayada cumple con la masa mínima recomendada.
- 5.1.2.- El espécimen de ensayo no contiene más de un tipo de material.
- 5.1.3.- Método de secado a horno a 110 °C ± 5 °C.
- 5.1.4.- La muestra no excluye ningún material.
- 5.1.5.- Resultados reportados a ± 1%.

## 5.2.- EJECUCIÓN DEL ENSAYO

Condiciones Ambientales:	Temperatura ambiente:	18.0 °C
	Humedad relativa:	56%

ESPECIMEN DE ENSAYO*	1
CONTENIDO DE HUMEDAD:	6
HUMEDAD PROMEDIO, % :	6

Lugar de ejecución de ensayo: Área de suelos y concreto I

## Nota:

Codigo de proyecto: **GTV-M12-2024**Codigo de muestra interna: **M-3**

F-PLAB-05.2 Rev. 01 Fecha: 2024-03-01

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio GeoTest V y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de GeoTest V S.A.C.

LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

Autorizado por:

Ing. Mucha Vasquez Manuel

FIN DE INFORME

Jefe de Calidad

Hoja 01 de 01

GEO TEST V. S.A.C.  
JEFE DE CALIDADIng. Mucha Vasquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270863

📍 RUC: 20606529229  
 📍 Paj. GRAU #211 - CHILCA  
 ☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.  
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Inicio de informe

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-232**  
Fecha de emisión: 2024-03-01

**I. DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS. SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN 2024.

Peticionario / Solicitante: VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO  
Contacto: [ing.vladimirco@gmail.com](mailto:ing.vladimirco@gmail.com)  
Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIN

**III. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA**

**II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADA) POR EL CLIENTE**

Categoría: C-3  
No. de muestra: M-1  
Fecha de muestreo: 2024-03-21  
Caja referencia: Tald de carretera - Tramo Naranjal

Tipo de muestra: Alterada  
Material: Suelo  
Presentación: Costal Blanco  
Fecha de recepción: 2024-03-22  
Cantidad aprox. (kg): 40,00

**I.- NTP 339.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.1.- PROPIEDADES DE LA MUESTRA PREVIO AL ENSAYO**

ESTRUCTURA DEL SUELO: Remoldeado

PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL: **1.94 g/cm<sup>3</sup>**

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (%): **8.54**

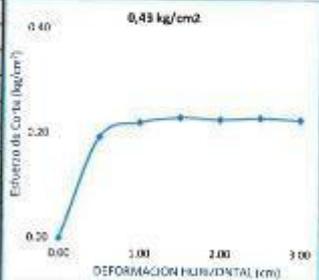
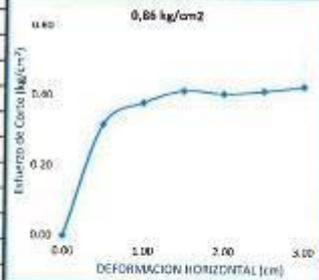
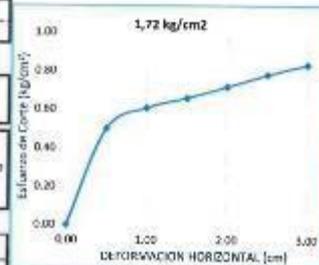
PESO UNITARIO SECO INICIAL: **1.79 g/cm<sup>3</sup>**

**1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA DE CORTE**

TIPO DE CAJA:	CIRCULAR	ESPESOR:	20 mm
ESCALA DE EQUIPO:	01-10	DIAMETRO:	61.05 mm

**1.3.- ESFUERZO DE CORTE**

Desplazamiento (cm)	ESPECIMEN 01: Est. Normal 1.72 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 02: Est. Normal 0.86 kg/cm <sup>2</sup>		ESPECIMEN 03: Est. Normal 0.43 kg/cm <sup>2</sup>	
	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normalizado
	kg/cm <sup>2</sup>	(t/a)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/a)	kg/cm <sup>2</sup>	(t/a)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.501	0.291	0.319	0.185	0.190	0.112
1.00	0.609	0.354	0.381	0.221	0.221	0.128
1.50	0.650	0.384	0.416	0.242	0.230	0.134
2.00	0.719	0.418	0.408	0.237	0.227	0.132
2.50	0.782	0.455	0.416	0.242	0.230	0.134
3.00	0.834	0.485	0.429	0.250	0.227	0.132
3.50	0.862	0.501	0.446	0.259	0.224	0.130
4.00	0.862	0.501	0.446	0.259	0.221	0.128
4.50	0.853	0.496	0.446	0.259	0.215	0.125
5.00	0.867	0.504	0.359	0.209	0.209	0.121
5.50	0.857	0.499	0.351	0.204	0.199	0.116
6.00	0.846	0.492	0.351	0.204	0.193	0.112
6.50	0.841	0.489	0.351	0.204	0.184	0.107
7.00	0.836	0.486	0.351	0.204	0.184	0.107
7.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
8.00	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
8.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
9.00	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
9.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
10.00	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
10.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
11.00	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
11.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
12.00	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107
12.50	0.834	0.485	0.351	0.204	0.184	0.107



Hoja 01 de 02



**GEO TEST V. S.A.C.**  
**JEFE DE CALIDAD**  
*Manuel*  
Ing. Hecha Viquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270803

RUC: 20606529229      GEO TEST V S.A.C.  
P.S.J. BRAU #211 - CHILCA      GEO TEST V @ GMAIL.COM  
980329953 / 952525151      LABGEO TEST V 02 @ GMAIL.COM



Título de Informe:

**INFORME DE ENSAYO No.: GTV-2024-232**  
Fecha de emisión: 2024-03-01

**I.- DATOS GENERALES**

Proyecto: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024.

Peticionario / Solicitante: VLADIMIR ORDÓÑEZ CAMPOSANO  
Contacto: [ing.vladimir@gmail.com](mailto:ing.vladimir@gmail.com)  
Atención: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

**II.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)**

Ubicación: SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN  
Categoría: C-3  
No. de muestra: M-1  
Fecha de muestra: 2024-03-21  
Otra referencia: Talud de cametera - Tramo Naranja

**III.- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA RECIBIDA**

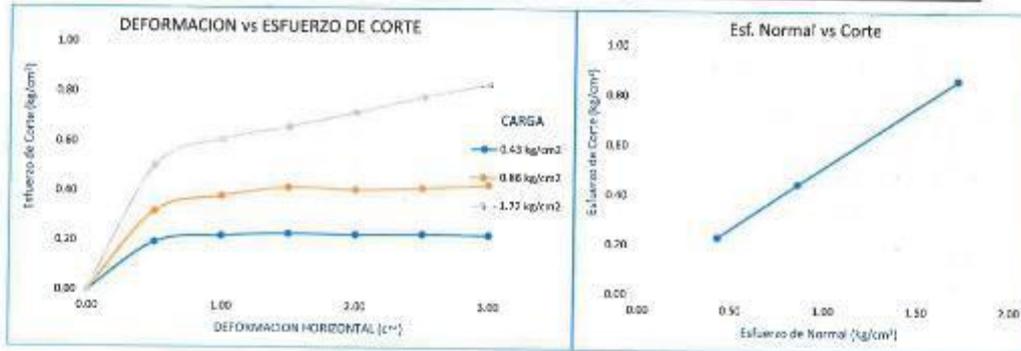
Tipo de Muestra: Alterada  
Material: Suelo  
Presentación: Costal Blanco  
Fecha de recepción: 2024-03-22  
Cantidad aprox. (kg): 40,00

**1.- NTP 339.171 MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS**

**1.4.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Carga	Esf. Normal kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte kg/cm <sup>2</sup>	Contenido de Humedad Final (%)	Peso Unitario Humedo Final Seco/g/cm <sup>3</sup>
51.0 kg	1.72	0.87	16.28	1.86
25.5 kg	0.86	0.45	16.74	1.84
12.8 kg	0.43	0.23	18.26	1.78

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL	8.54	%
PESO UNITARIO HUMEDO INICIAL	1.943	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO INICIAL	1.790	g/cm <sup>3</sup>
Angulo de Friccion	26.3	°
Cohesion	0.02	kg/cm <sup>2</sup>



**Nota:** Muestra preparada por el peso del tamiz No. 4  
Codigo de proyecto: **GTV-M12-2024** Codigo de muestra interna: **M-3** F-PLAB-04.10 Rev. 01 Fecha: 2024-03-01  
Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Geo Test V y los resultados presentados son unicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la toma de muestra, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Geo Test V S.A.C.  
**LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.**

Hin de Informe: Hoja 02 de 02



GEO TEST V S.A.C.  
JEFE DE CALIDAD  
*[Signature]*  
Ing. Mucha Visquez Manuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 270683

	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>Área de Responsabilidad GEOFÍSICA</b>	
	<b>"INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON – CHANCHAMAYO"</b>	Cód.: ZEAR-0032-24	
		Fecha Emisión: 15/04/2024	
		Revisión: B	Pág. 33 de 37

## 7.0 CONCLUSIONES

- El presente informe es elaborado por **ZEAR ENGINEERING**, a solicitud del **ING. VLADIMIR ORDOÑEZ** y documenta la descripción de la Introducción, Marco Teórico, procedimientos y resultados de los Ensayos geofísicos para la elaboración del proyecto: **"INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON – CHANCHAMAYO"**.
- El Resumen de Parámetros Elásticos del Cuadro 14,  
**Zona de Estudio: LRS01-LRS02-LRS03**, muestra los valores de Poisson, teniendo de 1 a 5 m valores de 0.32, de 5 a 10 m valores de 0.39 y de 10 a 15 m valores de 0.38.  
**Zona de Estudio: LRS04**, muestra los valores de Poisson, teniendo de 1 a 5 m valores de 0.43, de 5 a 10 m valores de 0.40 y de 10 a 15 m valores de 0.38. Los resultados detallados de cada ensayo se muestran en el Anexo B Parámetros Elásticos.
- Mediante el ensayo de Refracción Sísmica se obtiene un Perfil de Velocidades de Propagación de Ondas Compresionales, identificando las diferentes capas posibles del suelo. El Perfil Sísmico se muestra detallado en el Anexo E Perfil Sísmico.

### **Resumen de Perfiles Sísmicos de la Zona de Estudio LRS01, LRS02, LRS03:**

Los perfiles sísmicos determinado por los sondajes MASW-01, MASW-02, MASW03 y las líneas sísmicas LRS-01, LRS-02, LRS03, registran de forma consistente la presencia superficial de un material conformado superficialmente por una arcilla de consistencia blanda a media, con velocidades de ondas P (Vp) entre 300 m/s y 676 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 203 m/s y 246 m/s, con un espesor que varía entre 0.2 m y 23.8 m.

Subyaciendo a este estrato se podría encontrar un material conformado por una arcilla a conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y

	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>Área de Responsabilidad GEOFÍSICA</b>	
	<b>"INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON – CHANCHAMAYO"</b>	Cód.: ZEAR-0032-24	
		Fecha Emisión: 15/04/2024	
		Revisión: <b>B</b>	Pág. <b>34</b> de <b>37</b>

lodolitas de consistencia media a medianamente denso, con velocidades de ondas P (Vp) entre 559 m/s y 1427 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 214 m/s y 349 m/s, con un espesor que varía entre 2.8 m y 27.5 m.

Y como último estrato se podría encontrar un material conformado por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas, de compacidad medianamente denso, con velocidades de ondas P (Vp) entre 1286 m/s y 2372 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 354 m/s y 429 m/s, con valores que aumentan con la profundidad.

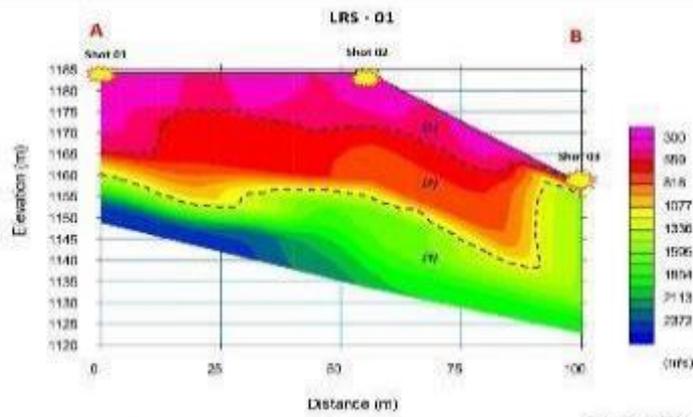
**Resumen de Perfiles Sísmicos de la Zona de Estudio LRS04:**

- Los perfiles sísmicos determinado por el sondaje MASW-04 y la línea sísmica LRS-04, registran de forma consistente la presencia superficial de un material conformado superficialmente, por una acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición de compacidad suelta a medianamente densa, con velocidades de ondas P (Vp) entre 300 m/s y 760 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 222 m/s y 232 m/s, con un espesor que varía entre 0.2 m y 11.2 m.
- Subyaciendo a este estrato se podría encontrar un material conformado por una acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición a un depósito aluvial de compacidad medianamente densa, con velocidades de ondas P (Vp) entre 760 m/s y 1335 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 257 m/s y 338 m/s, con un espesor que varía entre 9.8 m y 20.8 m.
- Y como último estrato se podría encontrar un material conformado por un depósito aluvial, de compacidad medianamente densa a densa., con velocidades de ondas P (Vp) entre 1335 m/s y 1679 m/s, y con velocidades de ondas S (Vs) entre 390 m/s y 497 m/s, con valores que aumentan con la profundidad.
- Así mismo se presenta una análisis de las ubicaciones de las líneas sísmicas.



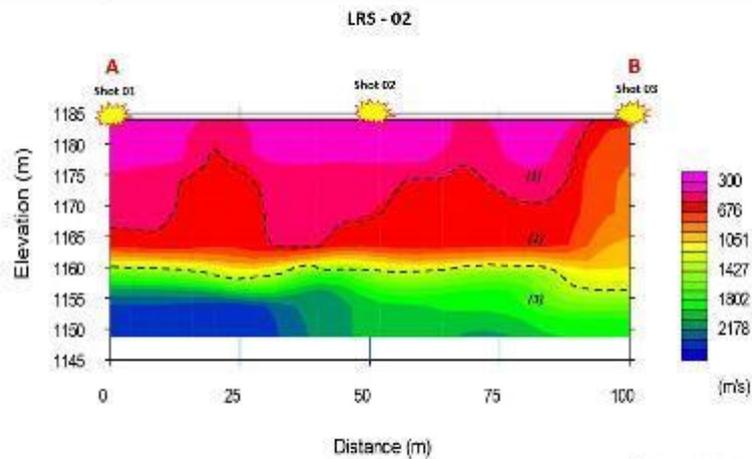


	INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON - CHANCHAMAYO
	Ensayo de Refracción Sísmica – Perfiles Sísmicos – Velocidades de Ondas Compresionales (VP)



- (I) Material conformado superficialmente por un tipo de conglomerado de mediana a gruesa.
- (II) Material conformado por una arcilla de comportamiento plástico con un alto contenido de arenas finas y arenas gruesas, habiendo sido consolidado mediante compactación.
- (III) Material conformado por conglomerados de mediana a gruesa con un alto contenido de arenas finas y arenas gruesas, consolidado mediante compactación.

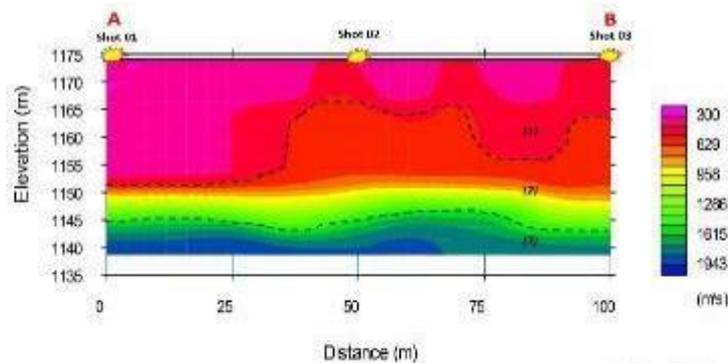
	INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON - CHANCHAMAYO
	Ensayo de Refracción Sísmica – Perfiles Sísmicos – Velocidades de Ondas Compresionales (VP)



- (I) Material conformado superficialmente por un tipo de conglomerado de mediana a gruesa.
- (II) Material conformado por una arcilla de comportamiento plástico con un alto contenido de arenas finas y arenas gruesas, habiendo sido consolidado mediante compactación.
- (III) Material conformado por conglomerados de mediana a gruesa con un alto contenido de arenas finas y arenas gruesas, consolidado mediante compactación.

	INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON - CHANCHAMAYO
	Ensayo de Refracción Sísmica – Perfiles Sísmicos – Velocidades de Ondas Compresionales (VP)

LR5 - 03

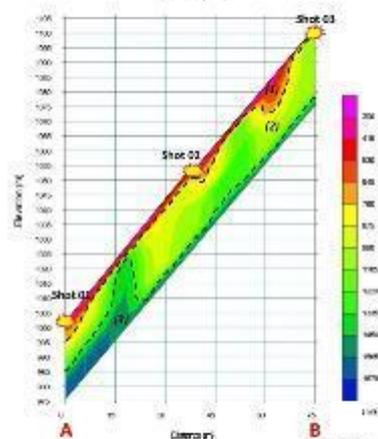


Scale = 1 / 1000

- (1) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 300 m/s.
- (2) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 629 m/s.
- (3) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 958 m/s.
- (4) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1286 m/s.
- (5) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1615 m/s.
- (6) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1943 m/s.

	INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMON - CHANCHAMAYO
	Ensayo de Refracción Sísmica – Perfiles Sísmicos – Velocidades de Ondas Compresionales (VP)

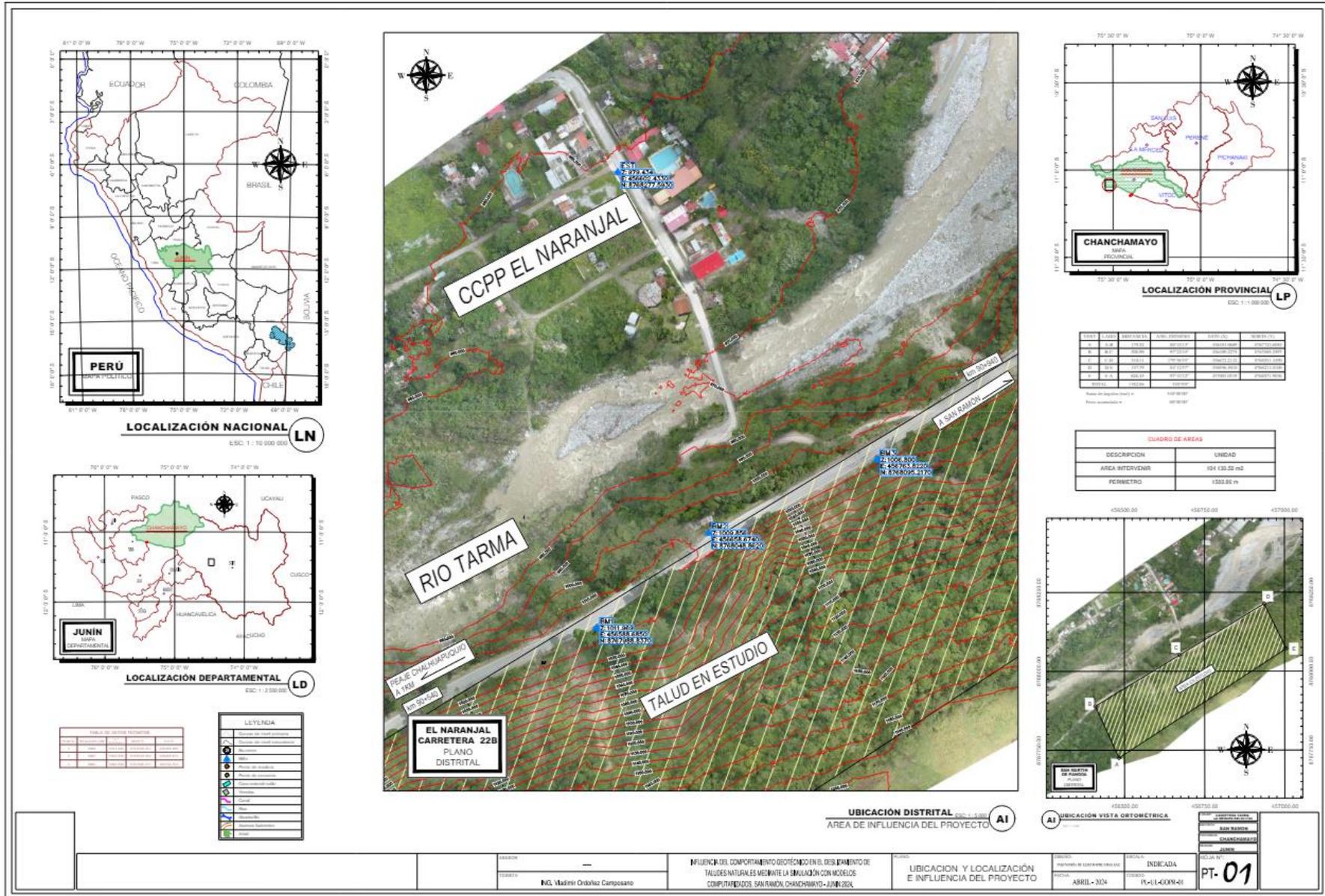
LR5 - 04



Scale = 1 / 100

- (1) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 300 m/s.
- (2) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 618 m/s.
- (3) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 936 m/s.
- (4) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1254 m/s.
- (5) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1572 m/s.
- (6) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 1890 m/s.
- (7) Modelo conformado por un tipo de suelo con una velocidad de onda compresional de 2208 m/s.

*Apéndice 3: Planos*



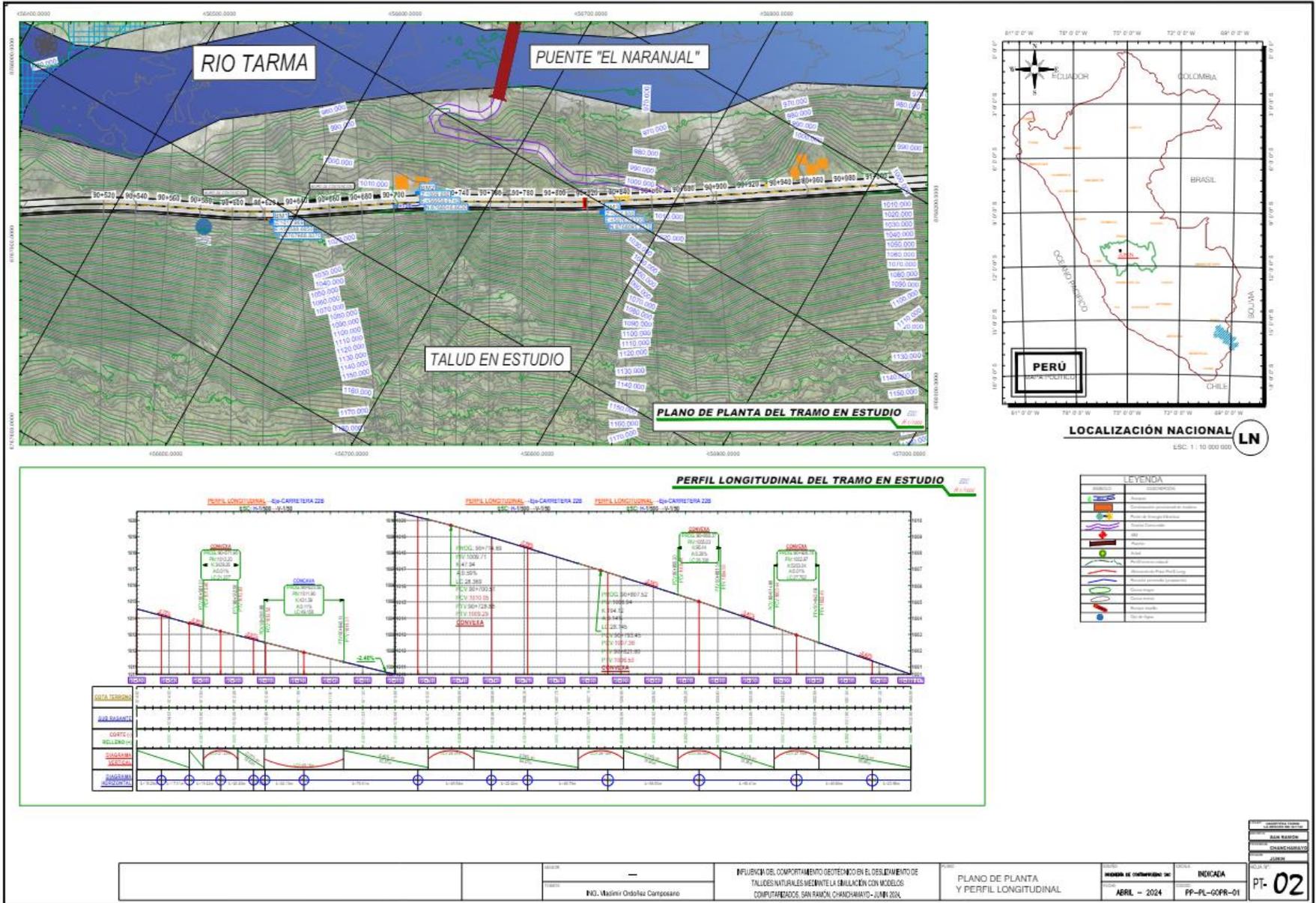
INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESARROLLO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA MALLA DE CONFINADOS COMPUTACIONAL, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNÍN 2024

UBICACION Y LOCALIZACIÓN E INFLUENCIA DEL PROYECTO

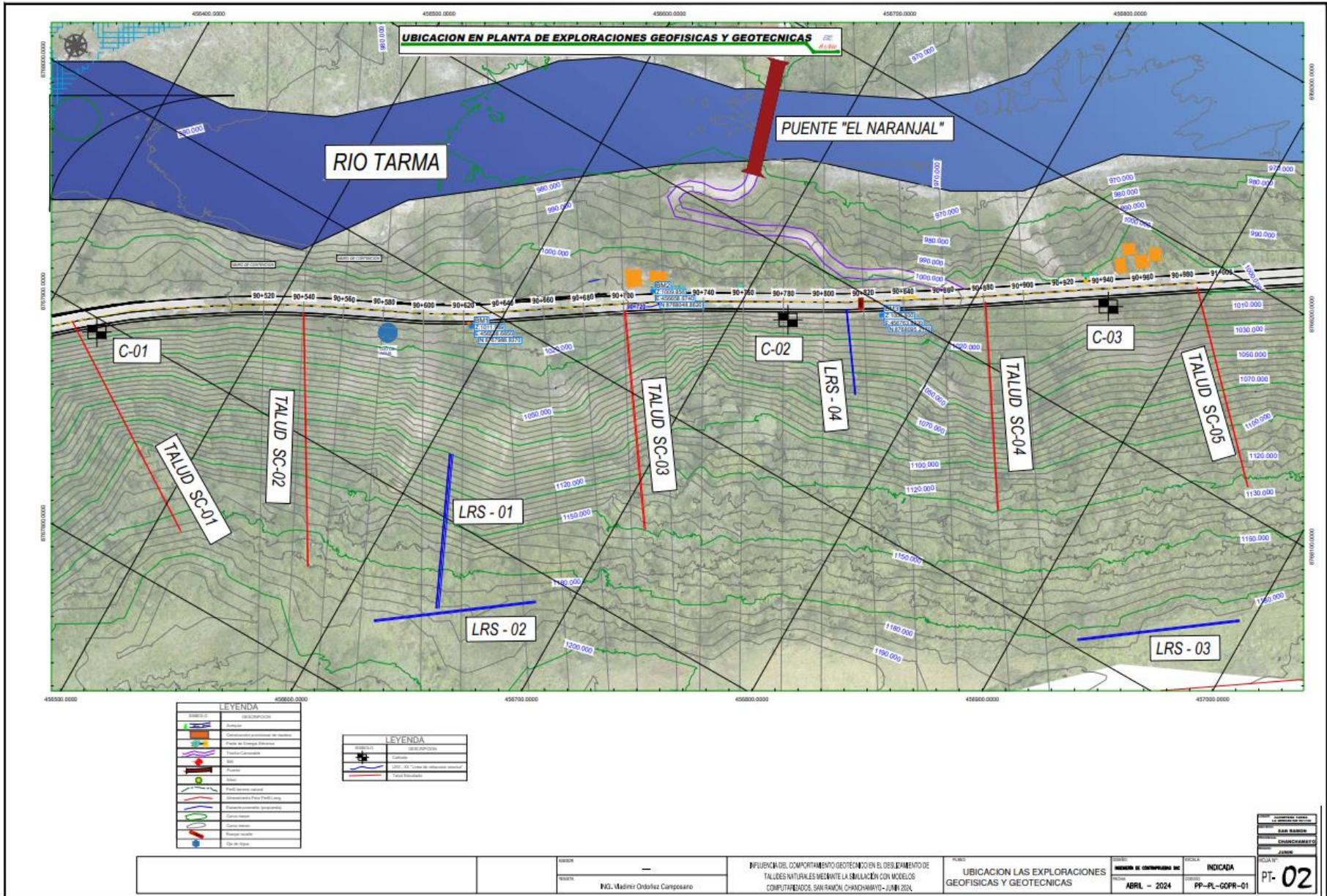
PROYECTO: MANTENIMIENTO DE CONFINADOS EN TALUDES NATURALES MEDIANTE LA MALLA DE CONFINADOS  
FECHA: ABRIL - 2024  
INDICADA: 15-UI-0099-01

PT-01

ING. Vladimir Ordóñez Camposano



INO. Vladimir Ochoa Camposano		INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DISEÑO DE TALLERES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTACIONALES. SAN RAMÓN CHANCHAMAYO - JUNIO 2024.	PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	ABRIL - 2024	INDICADA	PP-PL-GOFR-01	PT-02
-------------------------------	--	---	---------------------------------------	--------------	----------	---------------	-------



**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	Ubicaciones
[Symbol]	Arroyos
[Symbol]	Carreteras/Carreteras en estudio
[Symbol]	Planos de Energía Eléctrica
[Symbol]	Taludes
[Symbol]	Red
[Symbol]	Alto
[Symbol]	Perfil de terreno natural
[Symbol]	Contorno
[Symbol]	Parqueadero
[Symbol]	Parcela con terreno pendiente
[Symbol]	Carretera
[Symbol]	Canal
[Symbol]	Reserva
[Symbol]	Op de agua

**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	Carretera
[Symbol]	LRS - 01 - 03 - Línea de observación lateral
[Symbol]	Talud

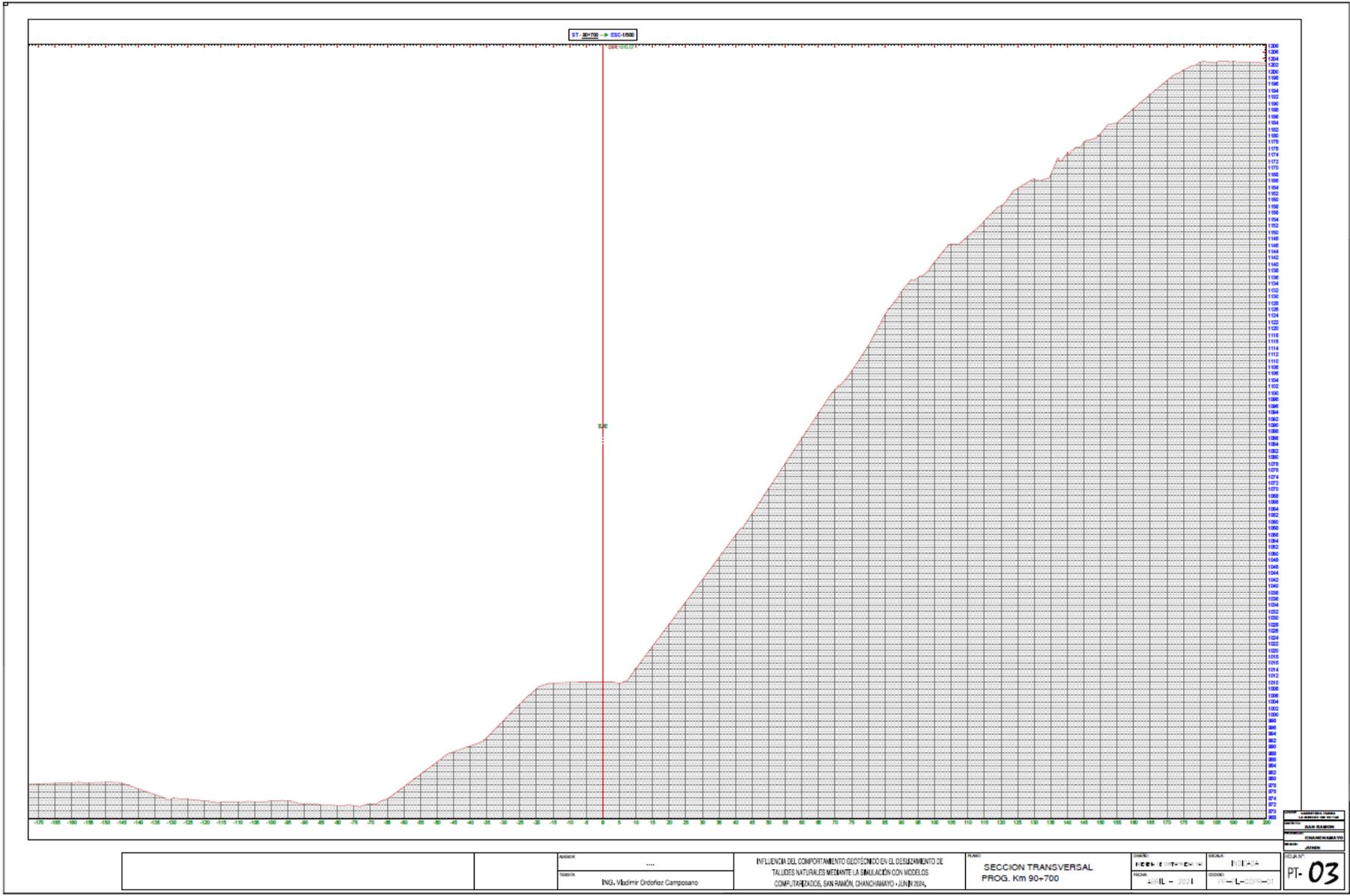
PROYECTO	UBICACION LAS EXPLORACIONES GEOFISICAS Y GEOTECNICAS
FECHA	ABRIL - 2024
ELABORADO POR	ING. Vladimir Ochoa Comasano

INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO EN EL DESARROLLO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACION CON MODELOS COMPUTACIONALES. SAN RAMON CHANCHAMAYO - JUNIO 2024.

PLANO UBICACION LAS EXPLORACIONES GEOFISICAS Y GEOTECNICAS

MEMORIA DE CONSULTAS DE INDICADA  
 ABRIL - 2024  
 PP-PL-COPR-01

PROYECTO	UBICACION LAS EXPLORACIONES GEOFISICAS Y GEOTECNICAS
FECHA	ABRIL - 2024
ELABORADO POR	ING. Vladimir Ochoa Comasano
REVISADO POR	
APROBADO POR	
FECHA	JUNIO 2024
INDICADA	PP-PL-COPR-01
CLAVES	PT-02



		AUTOR: ..... DISEÑO: ING. Vladimir Orozco Campos	TÍTULO: INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO EN EL DESPLAZAMIENTO DE TALUDES NATURALES MEDIANTE LA SIMULACIÓN CON MODELOS COMPUTARIZADOS, SAN RAMÓN, CHANCHAMAYO - JUNIO 2024.	PLAN: SECCION TRANSVERSAL PROG. Km 90+700	ESCALA: 1:1000 FECHA: 2024 - 02 - 21 DISEÑO: L-2024-01	PLAN: PT-03
--	--	---	--	--	--	-------------

*Apéndice 4: Fotografía de la aplicación del instrumento*

**Fotografía 1**

Vista de Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo

**Fotografía 2**

Extracción de muestra para análisis del Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo. (Tramo Inicial)



**Fotografía 3**

Extracción de muestra para análisis del Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo. (Tramo Intermedio)

**Fotografía 4**

Extracción de muestra para análisis del Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo. (Tramo Final)



**Fotografía 5**

Equipo Técnico para el Levantamiento Topográfico del Talud del Sector Naranjal  
– San Ramón – Chanchamayo

**Fotografía 6**

Colocación del punto Geodésico en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón –  
Chanchamayo



**Fotografía 7**

Levantamiento topográfico con Dron en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo.

**Fotografía 8**

Equipo Técnico para realización del Ensayo de Geofísica en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo)



**Fotografía 9**

Tendido de los cables y geófonos para el ensayo de Geofísica en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo

**Fotografía 10**

Impacto del Plato con el Martillo en el Ensayo de Geofísica en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo.

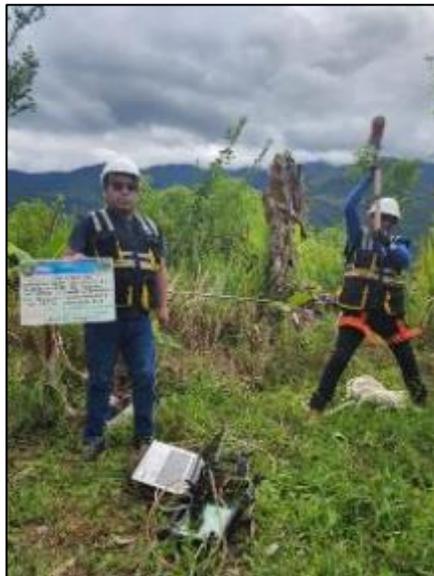


**Fotografía 11**

Lectura de los puntos del MASW en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo

**Fotografía 12**

Impacto al platillo metálico en el ensayo MASW en el Talud del Sector Naranjal – San Ramón – Chanchamayo.



**Fotografía 13**

Ensayo de granulometría de la Calicata 1. Norma ASTM D6913



**Fotografía 14**

Ensayo de Limite Liquido de la Calicata 1, 2 y 3. Norma ASTM D4318



**Fotografía 15**

Ensayo de Limite Plástico de la Calicata 1,2 y 3. Norma ASTM D4318



**Fotografía 16**

Ensayo de Corte Directo de la Calicata 2. Norma NTP 339.171

**Fotografía 17**

Ensayo de Corte Directo de la Calicata 3. Norma NTP 339.171

