

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GEOTECNIA



**ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES
MEDIANTE LOS MODELOS PROBABILÍSTICO Y DETERMINÍSTICO
EN EL SECTOR PARIACOTO, CARRETERA HUARAZ – CASMA,
ANCASH 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. Iver Antonio Quito Camones

ORCID 0000-0003-4224-3628

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



**ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES
MEDIANTE LOS MODELOS PROBABILÍSTICO Y DETERMINÍSTICO
EN EL SECTOR PARIACOTO, CARRETERA HUARAZ – CASMA,
ANCASH 2024**

TESIS

Presentada por:

Bach. Iver Antonio Quito Camones

ORCID 0000-0003-4224-3628

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
“ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES
MEDIANTE LOS MODELOS PROBABILÍSTICO Y DETERMINÍSTICO
EN EL SECTOR PARIACOTO, CARRETERA HUARAZ – CASMA,
ANCASH 2024”

Presentada por:

Bach. Iver Antonio Quito Camones

Tesis sustentada y aprobada el 31 de octubre de 2024; ante el siguiente jurado
examinador:

PRESIDENTE: Mtro. Rolando Gonzalo SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

SECRETARIO: Dr. Martín PAUCARA ROJAS

VOCAL: Dr. Oscar Walther NOVOA CASTILLO

ASESOR: Dr. Edgar Vidal HURTADO CHÁVEZ

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Iver Antonio Quito Camones, en calidad de bachiller de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en geotecnia de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, Identificado con DNI N° 40788201

Soy autor de la tesis titulada:

“ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES MEDIANTE LOS MODELOS PROBABILÍSTICO Y DETERMINÍSTICO EN EL SECTOR PARIACOTO, CARRETERA HUARAZ – CASMA, ANCASH 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 INGENIERIA CIVIL CON MENCION EN GEOTECNIA, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para 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 09% 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 (a) 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 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, 31 de octubre de 2024



IVER ANTONIO QUITO CAMONES

DNI N° 40788201

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría y guía en mi camino

A mis queridos padres, Martin Quito y Marcelina Camones; por haber sido los pilares fundamentales en este camino de mi formación profesional.

Mis hermanos, Edgar, Jerver, Marcos, Sonia y Rosa; Por ser mi apoyo constante y mi inspiración diaria.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor Dr. Edgar Vidal Hurtado Chávez, por su orientación experta, apoyo inquebrantable y sabias enseñanzas a lo largo de este emocionante viaje académico. Sus consejos, críticas constructivas y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación.

Agradezco sinceramente a todos los profesores del programa de maestría por compartir su conocimiento y experiencias, y por desafiarme constantemente a alcanzar nuevas metas académicas.

Quiero reconocer el apoyo invaluable de mis amigos y familiares, quienes han sido mi fuente de inspiración y motivación en los momentos más desafiantes.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD.....	v
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
INDICE DE CONTENIDOS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE APENDICES.....	xvii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.2.1. Interrogante Principal.....	6
1.2.2. Interrogantes Secundarias.....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	9
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	13
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	16
CAPITULO III.....	24
MARCO METODOLOGICO.....	24

3.1. HIPÓTESIS.....	24
3.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	24
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	28
3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.6.1. Ámbito de la investigación	28
3.6.2. Tiempo social de la investigación.....	28
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.7.1. Unidad de estudio.	28
3.7.2. Población. 28	
3.7.3. Muestra. 29	
3.8. PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	29
3.8.1. Procedimiento 29	
3.8.2. Técnicas 29	
3.8.3. Instrumentos 29	
CAPITULO IV	31
RESULTADOS.....	31
4.1. DESCRIPCION DE TRABAJO DE CAMPO	31
4.1.1. Estudio Básicos de campo	31
4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	34
4.3. RESULTADOS.....	35
4.3.1. Características físicas del suelo	35
4.3.2. Propiedades mecánicas del suelo.....	36
4.3.3. Evaluación de riesgos en el deslizamiento de taludes por el modelo determinístico 36	

4.3.4. Evaluación de riesgos en el deslizamiento de taludes por el modelo Probabilístico	44
4.3.5. Comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico,	57
4.4. PRUEBA ESTADISTICA	58
4.5. COMPROBACION DE HIPOTESIS	58
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS	71
APENDICE.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de seguridad a utilizar en el análisis de la estabilidad de taludes	15
Tabla 2. Factores de zona “Z”	22
Tabla 3. Factores de suelo “S”	23
Tabla 4. Periodos TP Y TL	23
Tabla 5. Operacionalización de las variables	27
Tabla 6. Coordenadas de los puntos de control y de las calicatas.....	32
Tabla 7. Composición del suelo	35
Tabla 8. Valores de límite de consistencia del suelo	35
Tabla 9. Clasificación SUCS del suelo	36
Tabla 10. Valores de propiedades mecánicas del suelo	36
Tabla 11. Factores de seguridad determinístico con el programa Slide.....	60
Tabla 12. Factores de seguridad probabilístico con el programa Slide.....	60
Tabla 13. Composición del suelo promedio.....	63
Tabla 14. Valores de límite de consistencia del suelo promedio	63
Tabla 15. Valores de propiedades mecánicas del suelo promedio.....	64
Tabla 16. Factores de seguridad determinístico (Taylor) con el programa Slide	65
Tabla 17. Factores de seguridad probabilístico (Monte Carlo) con el programa Slide	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuerzas que influyen en una superficie de falla curva.....	17
Figura 2. Histograma y curva de probabilidad de falla el Angulo de fricción interna	18
Figura 3. Histograma y curva de probabilidad acumulada para cohesión efectiva	19
Figura 4. zonas de actividad sísmica en Perú.....	22
Figura 5. Levantamiento topográfico de la pista y talud.....	31
Figura 6. Plano topográfico del levantamiento de campo de la zona de estudio .	32
Figura 7. Plano topográfico de la ubicación de Calicatas en la zona de estudio..	33
Figura 8. Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+910	38
Figura 9. Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+910	39
Figura 10. Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+910.....	39
Figura 11. Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+910.....	40
Figura 12. Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+950	40
Figura 13. Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+950	41

Figura 14. Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+950	41
Figura 15. Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+950	42
Figura 16. Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+990	42
Figura 17. Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+990	43
Figura 18. Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+990	43
Figura 19. Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+990 del talud sector Pariacoto, por el método determinístico..	44
Figura 20. Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+910	46
Figura 21. Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+910	47
Figura 22. Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+910.....	47
Figura 23. Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+910....	48
Figura 24. Análisis probabilístico dinámico, sección 60+910	48
Figura 25. Análisis de probabilidad estático con infiltración por precipitaciones, sección 60+910	49
Figura 26. Análisis probabilístico dinámico con infiltración por precipitaciones, sección 60+910	49

Figura 27. Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+950	50
Figura 28. Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+950	50
Figura 29. Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+950.....	51
Figura 30. Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+950....	51
Figura 31. Análisis probabilístico dinámico, sección 60+950.....	52
Figura 32. Análisis de probabilidad estático-infiltración de lluvias, sección 60+950	52
Figura 33. Análisis probabilístico índice dinámico afectado por precipitaciones, sección 60+950	53
Figura 34. Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+990	53
Figura 35. Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+990	54
Figura 36. Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+990.....	54
Figura 37. Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+990....	55
Figura 38. Análisis probabilístico dinámico, sección 60+990.....	55
Figura 39. Análisis de probabilidad estático con infiltración por precipitaciones, sección 60+990	56

Figura 40. Análisis probabilístico dinámico con infiltración por precipitaciones,
sección 60+990 56

INDICE DE APENDICES

Anexo 1. Matriz de Consistencia	76
Anexo 2. Ficha de laboratorio (contenido de humedad).....	78
Anexo 3. Ficha de laboratorio (Limite de consistencia)	79
Anexo 4. Ficha de laboratorio (Granulometría).....	80
Anexo 5. Ficha de laboratorio (Corte directo ángulo de fricción y cohesión).....	81
Anexo 6. Ficha de laboratorio (Peso específico)	82
Anexo 7. Ensayo de laboratorio C-1 (Limite de consistencia)	83
Anexo 8. Ensayo de laboratorio C-1 (contenido de humedad)	84
Anexo 9. Ensayo de laboratorio C-1 (Granulometría).....	85
Anexo 10. Ensayo de laboratorio C-1 (Limite de consistencia)	86
Anexo 11. Ensayo de laboratorio C-1 (Peso específico)	87
Anexo 12. Ensayo de laboratorio C-1 (corte directo).....	88
Anexo 13. Ensayo de laboratorio C-1 (Permeabilidad)	89
Anexo 14. Ensayo de laboratorio C-2 (Limite de consistencia)	90
Anexo 15. Ensayo de laboratorio C-2 (contenido de humedad)	91
Anexo 16. Ensayo de laboratorio C-2 (Granulometría).....	92
Anexo 17. Ensayo de laboratorio C-2 (Limite de consistencia)	93
Anexo 18. Ensayo de laboratorio C-2 (Peso específico)	94
Anexo 19. Ensayo de laboratorio C-2 (corte directo).....	95

Anexo 20. Ensayo de laboratorio C-2 (Permeabilidad)	96
Anexo 21. Ensayo de laboratorio C-3 (Limite de consistencia)	97
Anexo 22. Ensayo de laboratorio C-3 (contenido de humedad)	98
Anexo 23. Ensayo de laboratorio C-3 (Granulometría).....	99
Anexo 24. Ensayo de laboratorio C-3 (Limite de consistencia)	100
Anexo 25. Ensayo de laboratorio C-3 (Peso específico)	101
Anexo 26. Ensayo de laboratorio C-3 (corte directo).....	102
Anexo 27. Ensayo de laboratorio C-3 (Permeabilidad)	103
Anexo 28. Plano de ubicación de zona sísmica	104
Anexo 29. Plano general de la zona de estudio.....	105
Anexo 30. Plano de secciones transversales del talud	106
Anexo 31. Certificado de calibración de balanza.....	107
Anexo 32. Certificado de calibración de copa casagrande	108
Anexo 33. Certificado de calibración de Horno.....	109
Anexo 34. Certificado de calibración Balanza electronica	110
Anexo 35. Certificado de calibración de equipo corte directo.....	111
Anexo 36. Certificado de calibración de estación total.....	112
Anexo 37. Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 3".....	113
Anexo 38. Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 1 1/2"	114
Anexo 39. Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 3/4"	115

Anexo 40.....	116
Anexo 41. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 4	117
Anexo 42. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 8	118
Anexo 43. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 16	119
Anexo 44. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 30	120
Anexo 45. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 50	121
Anexo 46. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 100	122
Anexo 47. Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 200	123
Anexo 48. Certificado de calibración de tamiz de ensayo para lavado N° 200.	124

RESUMEN

La investigación permite el análisis de los riesgos asociados con el deslizamiento de taludes como riesgo permanente en el sector Pariacoto, de la carretera Huaraz-Casma; siendo importante identificar los riesgos mediante modelos probabilísticos y determinísticos. Estos modelos permiten calcular el Factor de Seguridad de los taludes, proporcionando una evaluación cuantitativa de su estabilidad bajo diferentes condiciones geotécnicas y climáticas; en ese contexto, el objetivo es “determinar el análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Áncash 2024”. El diseño metodológico es de enfoque cuantitativo, nivel relacional y diseño no experimental. En la tesis se realizaron tres calicatas en las progresivas 60+910, 60+950 y 60+990 km respectivamente, las primeras dos eran de grava bien gradada con arcilla y arena y la tercera calicata arena pobremente gradada con arcilla y grava. Las secciones se modelaron con el programa SLIDE, según la metodología determinística de Taylor y Probabilística de Monte Carlo, determinando que el promedio del factor de seguridad estático y de infiltración es (0.751 y 0.745), (0.750 y 0.746) y el factor de seguridad dinámico y con infiltración de (0.578 y 0.467), (0.576 y 0.467). Por tanto, los FS son menores al mínimo exigido por la normatividad (1.50 y 1.25, respectivamente). Concluyendo que el talud es inestable en condiciones estáticas por su gravedad principalmente por precipitaciones pluviales, así mismo, en condiciones dinámicas el talud es inestable frente a un evento sísmico, aún más si a este evento se suma la precipitación pluvial.

Palabras clave: Talud, riesgo por deslizamiento, modelo determinístico, modelo probabilístico.

ABSTRACT

The research allows the analysis of the risks associated with slope slippage as a permanent risk in the Pariacoto sector, of the Huaraz-Casma highway; It is important to identify risks through probabilistic and deterministic models. These models allow calculating the Safety Factor of slopes, providing a quantitative evaluation of their stability under different geotechnical and climatic conditions; In this context, the objective is to “determine the risk analysis of slope landslides using probabilistic and deterministic models in the Pariacoto sector, Huaraz – Casma highway, Ancash 2024.” The methodological design has a quantitative approach, relational level and non-experimental design. In the thesis three pits were made at the progressive 60+910, 60+950 and 60+990 km respectively, the first two were well graded gravel with clay and sand and the third pit was poorly graded sand with clay and gravel. The sections were modeled with the SLIDE program, according to Taylor's deterministic and Monte Carlo probabilistic methodology, determining that the average of the static and infiltration safety factor is (0.751 and 0.745), (0.750 and 0.746) and the safety factor dynamic and with infiltration of (0.578 and 0.467), (0.576 and 0.467). Therefore, the FS are less than the minimum required by regulations (1.50 and 1.25, respectively). Concluding that the slope is unstable in static conditions due to its gravity mainly due to rainfall, likewise, in dynamic conditions the slope is unstable in the face of a seismic event, even more so if rainfall is added to this event.

Keywords: Slope, landslide risk, deterministic model, probabilistic model.

INTRODUCCION

Los deslizamientos de taludes representan una amenaza significativa para la infraestructura vial en regiones montañosas como el sector Pariacoto de la carretera Huaraz – Casma, Áncash. Estos eventos no solo comprometen la seguridad y la accesibilidad de las vías, sino que también tienen un impacto socioeconómico considerable en las comunidades locales. Ante esta problemática, es fundamental implementar estrategias efectivas de evaluación de riesgos que permitan prevenir y mitigar los efectos adversos de los deslizamientos.

El presente estudio se centra en el análisis detallado de los riesgos asociados con los deslizamientos de taludes en el sector Pariacoto, utilizando modelos tanto probabilísticos como determinísticos. Utilice modelos probabilísticos y deterministas. Estos modelos son fundamentales para calcular el factor de seguridad de taludes, proporcionando así una evaluación cuantitativa de la estabilidad de las laderas bajo diferentes condiciones geotécnicas y climáticas.

El propósito principal de la investigación es crear un método para evaluar el riesgo de deslizamientos, específicamente adaptada a las características geológicas y topográficas del sector Pariacoto. Para lograr este objetivo, se empleará el programa de cómputo especializado Slide, reconocido por su capacidad para simular el comportamiento de los taludes y calcular parámetros críticos como el Factor de Seguridad.

Además del modelado en Slide, se realizó un análisis comparativo entre modelos probabilísticos y determinísticos, examinando cómo variables críticas como la resistencia del suelo, la configuración del talud y los factores climáticas. Esto permitió no solo determinar la probabilidad de colapso de los taludes, sino también identificar las condiciones que podrían incrementar el riesgo de deslizamientos en el área de estudio.

Se espera que los resultados de este estudio no solo contribuyan al avance del conocimiento en ingeniería geotécnica y gestión de riesgos naturales, sino que también proporcionen recomendaciones prácticas para mejorar la seguridad y la infraestructura vial en regiones montañosas vulnerables como la del sector Pariacoto. Estas recomendaciones serán fundamentales para orientar futuras

acciones de planificación y mitigación de riesgos en la carretera Huaraz – Casma, promoviendo así el desarrollo sostenible y la seguridad de los habitantes y usuarios de la vía.

Este estudio se ha organizado por capítulos, siendo estos los siguientes:

Capítulo I - El problema,

Capitulo II - Marco teórico

Capitulo III - Marco metodológico

Capitulo IV - Resultados

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las carreteras ubicadas en la zona de sierra están propensas al deslizamiento de taludes de corte en carreteras, siendo diversas las causas que producen riesgos por efecto de la infiltración producto de altas precipitaciones pluviales que desestabilizan los suelos, produciendo deslizamientos que dañan la infraestructura vial a nivel de carpeta base y sub base, obras de drenaje, entre otros daños a la propiedad pública y privada. Entre las causas comunes en la zona de sierra que provocan deslizamiento de taludes en carreteras, están los movimientos sísmicos por ser el Perú un ámbito sísmico donde se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico; otra causa es la presencia de empresas mineras que transportan mineral en vehículos de alto tonelaje que igualmente producen vibración y desprendimiento de suelos. Los efectos en estas carreteras son generalmente la interrupción del tránsito vial, daños en la vía, en la propiedad de los vecinos aledaños a la carretera y también a los usuarios transportistas, generando altos costos en el mantenimiento vial, estando propensos a riesgos contra la vida y la salud los usuarios e infraestructura vial.

Lo mencionado se agrava en la zona norte del Perú, específicamente en el distrito de Pariacoto donde se producen constantes deslizamientos de taludes en la carretera que une la ciudad Huaraz con Casma, por las causas antes mencionadas como los movimientos sísmicos, fuertes precipitaciones pluviales y vibración en la carretera por el tránsito de vehículos pesados. Según Hermoza (2023). Según el informe preliminar del COER Áncash, las intensas lluvias caídas el domingo 12 de marzo del 2023, provocaron el deslizamiento de la ladera superior del cerro sobre un bus, causando daños a la vida y salud de las personas en la ruta nacional PE-3N, tramo Caraz - Huallanca, sector Toma Cañón del Pato, distrito de

Huallanca, provincia de Huaylas. Asimismo Paz Quiroz (2023) reportó que el 20 de marzo del 2023 Cien metros de la carretera nacional resultaron dañados por un derrumbe de material rocoso provocado por la inestabilidad de la ladera superior de la colina. El centro de operaciones de incidentes Regionales (COER) de Ancash indicó que el incidente se reportó alrededor del kilómetro 75, en el tramo Pariacoto - Yupash, cerca del caserío Chacchán.

En consecuencia, los objetivos del desarrollo sostenible enmarcan la solución del problema, que es el principal objetivo del estudio, específicamente el ODS 9 que busca infraestructura sostenible y resiliente CEPLAN (2017). Como lo indican los objetivos específicos consideran los avances científicos y tecnológicos (20), gestión medioambiental y desarrollo sostenible (19), gestión de catástrofes (33) y ordenación y gestión del territorio (34), que corresponden a los resultados deseados para el estudio.

El modelado de los taludes de corte de la carretera Huaraz - Casma será el principal objetivo de este estudio, aplicando el programa Slide mediante los modelos determinístico y probabilístico establecidos por Monte Carlo y Taylor, con el propósito de establecer las razones de estos deslizamientos. Según Bustos y Datun (2021). La estabilización de los taludes es un requisito constante para los organismos gubernamentales encargados del mantenimiento de la red de carreteras, ya que el clima de la zona contribuye a que se produzcan continuamente desprendimientos que afectan a la red, creando problemas de movilidad a los usuarios y elevando los costos del transporte en general. Sobre lo mismo Morante Carballo et al. (2019) indican que las influencias significativas en los procesos de desestabilización de las laderas proceden del agua y de la actividad sísmica. Esto incluye también la aplicación de actividades antropocéntricas sin realizar un examen técnico adecuado, lo que hace que estos materiales pierdan sus cualidades resistentes.

Asimismo, Rivera Chanca y Vicuña Rios (2023) indican que las zonas de pendiente pueden definirse en función de la probabilidad de fallo gracias al programa Slide. Además, nos permite calcular la probabilidad de que se produzca un fallo, validando así cualitativamente las pendientes investigadas. Tiene más sentido que el primer oyente prediga cómo se comportará el segmento en términos porcentuales tras su correspondiente análisis. De este modo, se puede dedicar más esfuerzo a las áreas más cruciales que a las que tienen una probabilidad de fallo algo menor y pueden soportar las cargas.

La solución al problema señalado se ve reforzado por Torres Chung (2020) al indicar que, utiliza dos técnicas para determinar si la metodología de análisis es adecuada para cuantificar el riesgo de corrimiento de tierras. Las aproximaciones de Taylor y Monte Carlo, aplicadas mediante los métodos simplificados de Bishop y Morgenstern-Price, generan resultados que incluyen el factor de seguridad, la probabilidad de colapso y el índice de confiabilidad, considerando la imprevisibilidad e incertidumbre de los parámetros analíticos. En comparación con los métodos de la serie de Taylor y Monte Carlo en condiciones estáticas, el método simplificado de Bishop, basado en la serie de Taylor, es una herramienta útil para determinar el nivel de confiabilidad en el análisis de taludes. El método de Morgenstern Price, que se basa en la producción de Monte Carlo, logra un equilibrio de fuerzas y momentos entre cada dovela, mientras que el método simplificado de Bishop solo logra un equilibrio.

Por lo mencionado, la presente investigación se centra evaluar diversas metodologías respecto al nivel de riesgo del deslizamiento de taludes de la carretera Huaraz – Casma, para reducir el impacto en la economía de la zona; metodologías que deben estar acordes con las características del material deslizable, pendientes de los taludes, características geológicas y geotécnicas de los suelos, por lo expuesto se tienen las siguientes preguntas a continuación.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante Principal

¿Cómo se analizan los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024?

1.2.2. Interrogantes Secundarias

- ¿Se podrán evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo probabilístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024?
- ¿Se podrán evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024?
- ¿Se pueden comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación es relevante socialmente porque va a permitir la solución al deslizamiento de taludes, favoreciendo la seguridad de la población. Según Moreno Rondoy y Ayala Alarco (2022) cuando se producen estos desprendimientos, puede haber una serie de dificultades, como problemas de gestión y logística provocados por posibles problemas de transporte, cierre de carreteras, etc.

Además, debe tenerse en cuenta que el flujo vehicular, transporte y usuarios, va de la mano con el respeto al medio ambiente; por lo que se consideran los objetivos del desarrollo sostenible ODS 9 y 11, que tienen en cuenta el desarrollo científico y tecnológico (20), la gestión de catástrofes (33), la ordenación y gestión del territorio (34), el desarrollo sostenible y la gestión medioambiental (19), que concatenan con lo deseable por la investigación (CEPLAN, 2017).

Tecnológicamente se justifica por la tecnología emergente en la utilización

de drones, instrumentos calibrados de última generación y herramientas tecnológicas para determinar los parámetros de deslizamiento de taludes. Al respecto, Moreno Andrade (2022) menciona que gracias a la utilización de técnicas tecnológicas para medir la acumulación de flujo, fue posible determinar qué sectores necesitaban una investigación más profunda y elaborar un producto final con obras de estabilización de taludes que garantizara la fluidez del tráfico en la carretera.

Metodológicamente, se plantea una solución adecuada a las necesidades interurbanas de las ciudades de Huaraz y Casma, estableciendo una metodología de análisis determinístico y probabilístico para evaluar riesgos en carreteras por deslizamiento de taludes, para luego estudiar los efectos de riesgo sísmico y permeabilidad hidráulica en el deslizamiento de taludes. En última instancia, se busca establecer las características físicas y mecánicas de los taludes para gestionar la estabilidad contra deslizamientos. Sobre el particular, Muñoz Martínez (2019) resalta la importancia del empleo de un programa de evaluación de la estabilidad de pendientes junto con un enfoque probabilístico, ya que permite incorporar características no tradicionales como la curva característica, la función de permeabilidad no saturada y la función de precipitación acumulada, además de las propiedades convencionales mecánicas e hidráulicas.

Estas propiedades no convencionales representan con mayor precisión el estado in situ del material, lo cual resulta en un modelo del comportamiento del suelo que refleja con mayor precisión la realidad y a una reducción de la incertidumbre de la práctica de la ingeniería.

Además, se justifica por el aporte tecnológico e innovador por la aplicación de modelos probabilísticos y determinísticos como base para determinar riesgos en el deslizamiento de taludes como solución de problemas comunes en las grandes ciudades, y que, requieren acciones inmediatas para mejorar el nivel de vida de los pobladores.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

- Analizar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo probabilístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.
- Evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.
- Comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Existen diversidad de investigaciones y tesis donde se evalúan soluciones frente a riesgos por deslizamientos de taludes en carreteras que resultan ser similares a la propuesta. Podemos destacar los siguientes.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Reyes (2020) en su tesis “Causas del deslizamiento del km. 78+600 al Km. 78+800 de la ruta centroamericana CA-9 norte, municipio de Guastatoya, departamento el Progreso”. Menciona que la evaluación mediante experimentos de laboratorio demuestra que la cohesividad y el ángulo de fricción interna de los materiales deslizantes presentan valores típicos de los suelos de grano fino. Asimismo, mencionó que los materiales, en particular la muestra encontrada en el cuerpo del talud, tienen una alta saturación. Además, subraya que la meteorización de los suelos es de media a alta, lo que provoca una pérdida de cohesividad y capacidad portante mediante el lavado de partículas cementantes. Su tesis concluye que los ángulos de fricción interna y la chesion de los materiales que experimentan deslizamiento presentan valores típicos de los suelos con granos finos. Del mismo modo, el análisis de los límites de Atterberg reveló una saturación significativa de los materiales, en particular de la muestra en el cuerpo del talud. Estas pruebas permiten una interpretación más precisa de calcular el nivel de meteorización del suelo cuando se combinan con la prueba del martillo Schmidt. Este antecedente está relacionado con las variables que se exploraran en el proyecto de investigación actual.

Bravo Oscco (2020) en su tesis “Análisis estratégico de evaluación, Estabilidad de taludes de Ccaccañan distrito Tambobamba, provincia de Cotabambas – región Apurímac periodo 2019”. Menciona que cuando hay

ocurrencia de riesgo sísmico que aumenta la posibilidad de inestabilidad en el talud. Concluye que los elementos sísmicos tienen relevancia porque cuando estos ocurren aumenta la posibilidad de generar fallas e inestabilidad en el Talud. Este antecedente tiene relación con las variables que se exploraran en el proyecto de investigación actual.

Mejía Perez (2023) en su tesis “Incorporación del análisis pseudo estático al sistema HsQI para la clasificación geotécnica de taludes en corredores viales”. Indica que la modificación del factor de seguridad, tanto pseudoestático como estático, es casi igual a uno. lo que convierte a los gráficos de correlación en una excelente herramienta para realizar cálculos rápidos cuando se conoce alguna de las variables que incluyen. Concluye que los gráficos de correlación son una herramienta eficaz para realizar cálculos rápidos utilizando cualquier variable que afecte al factor de seguridad. Esto se debe a que la relación entre el factor de seguridad y el HsQI, tanto estático como pseudoestático, es muy cercana a la unidad. Las variables que se explorarán en este proyecto de investigación están directamente vinculadas a este contexto.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Breña Vasquez, (2019) en su tesis “Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú”. Menciona que a partir de los datos obtenidos en campo y la aplicación de los programas se obtienen factores de seguridad estática mínima de 1.5 además, se calcula el factor de seguridad pseudoestático utilizando el programa Slide donde el valor mínimo es 1.0 concluye que. Todos los datos utilizados en este trabajo proceden de datos recogidos en campo y laboratorio y utilizando programas como Dips y Slides.

La forma del talud obtenida a partir de los perfiles topográficos junto con los factores geotécnicos se utiliza para llevar a cabo análisis estático. A continuación, se aplican criterios de fractura, como los de Mohr-Coulomb y Hoek Brown, entre otros, junto con el análisis de

diversas propiedades como peso unitario, ángulo de rozamiento interno, cohesión, consistencia, cohesividad, adherencia, compresibilidad, compactación y permeabilidad. Además, se emplean parámetros como la relación de Poisson y el módulo de Young para realizar el análisis pseudoestático, donde el factor de seguridad mínimo es 1.5. En este análisis, se considera la aceleración de la gravedad g , que en esta ubicación específica es $0.30g$ con un valor mínimo de 1.0. Posteriormente, se determina el factor de seguridad pseudoestático utilizando programas como Slide, GeoStudio o Geo5, entre otros. Estos antecedentes influyen en las variables que producirá este proyecto de estudio.

Rivera Huaranga (2022) en su tesis “Estabilidad de taludes en la carretera Cruz Blanca – Choten, Cajamarca”. Demuestra que se adquieren factores de seguridad bajos cuando se producen precipitaciones intensas, y el análisis de los datos de los lugares clave de la carretera subraya la necesidad de un control geotécnico adecuado para evitar desprendimientos durante las precipitaciones intensas. Encuentra que se han identificado seis zonas críticas -puntos de monitoreo constante en la carretera Cruz Blanca-Chotén con bajos factores de seguridad- con sus correspondientes coordenadas UTM en base a los datos recopilados y analizados. Estas zonas requieren un control geotécnico suficiente para evitar deslizamientos en periodos de altas precipitaciones. Este contexto está relacionado con las variables que se explorarán en el proyecto de investigación actual.

2.1.3. Antecedentes Locales

Blas Cano (2023) En su tesis “Caracterización geotécnica para determinar el modelo de estabilización de talud a escala reducida, barrio Los Olivos, Independencia, Huaraz, Ancash, Perú – 2021”. Menciona que, de acuerdo a los ensayos realizados del talud natural según la caracterización geotécnica, se observa que el factor de deslizamiento es menor para el tramo menos crítico y el factor de deslizamiento es mayor para el tramo más crítico de los taludes ensayados. en donde concluye que.

Con la utilización del programa Slide y el análisis de caracterización geotécnica del talud natural, Los factores de seguridad (FS) se determinaron para la sección menos importante, con un FS promedio de 1.077. Se determinó que el FS promedio era de 0.86 en la sección más elevada y crítica del tramo en el avance km 0+220. Este antecedente se relaciona con las variables que serán abordadas en el actual proyecto de investigación.

Tarazona Rincón (2017) en su tesis “Modelo matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable – carretera de acceso a el Pinar – tramo 0+840 a 0+980, localidad de Huaraz – Áncash”. Señala que las clasificaciones ASHTO y SUCS del suelo en la región de estudio sugieren técnicamente que las características físicas del suelo que crea la pendiente son inestables en la consulta de la carretera.

Los sistemas tomados en consideración para la categorización del suelo en esta instancia, encuentra, corresponden al siguiente detalle: Clasificaciones SUCS "SC" y ASHTO "A - 2" para el suelo del área de estudio Reconocimiento incuestionable de la validez técnica de las características físicas del suelo que conforma el talud inestable objeto de la consulta.

La región investigada está clasificada como suelo de tipo A-2 (areno-arcilloso) por la AASHTO. La presencia de arcilla en el suelo sugiere las propiedades naturales de la región, potencialmente inestable en la superficie y dinámicamente activa en su interior.

En el ámbito de la investigación, el Sistema de Clasificación Única del Suelo (SUCS) proporciona un inventario de suelos comparable, como el SC (areno-arcilloso), que es un material granular físicamente inestable. Este contexto se relaciona con las variables que serán exploradas en el proyecto de investigación actual.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. Modelo probabilístico

Fernández et al. (2018) señala como “el estudio basado en probabilidades sobre la estabilidad de los taludes, empleando un modelo que utiliza variables aleatorias para caracterizar los factores de resistencia. Para obtener los valores de las variables aleatorias, se emplea la simulación de Monte Carlo, que facilita la evaluación simultánea de la estabilidad del talud mediante el factor de seguridad, la probabilidad de fallo y el índice de confiabilidad.”

Fernández et al. (2018) indica que son “Los resultados de la evaluación probabilística confirman la relación que existe entre la altura y la inclinación de un talud y su inestabilidad general. A medida que la inclinación del talud aumenta, también aumenta su inestabilidad y, por consiguiente, la probabilidad de que falle. Este mismo principio se aplica igualmente a la altura del talud.”

2.2.2. Modelo determinístico

Escobar Toro y Valencia Gonzáles (2012) indica que “la estabilidad de un talud en términos de un Factor de Seguridad (F.S.), obtenido de un análisis matemático determinístico; cuyos modelos, deben tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad, como son la geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por efecto de los sismos, flujos de agua, propiedades de los suelos, etc.”.

2.2.3. Riesgo a Deslizamientos

Suárez Diaz, (1998) afirma que “con la información sobre la amenaza y con la información disponible sobre los elementos de riesgo, tales como áreas cultivadas, bosques, asentamientos humanos, obras de infraestructura existentes, elementos ambientales importantes, sitios arqueológicos, carreteras, industrias, etc., se debe analizar la vulnerabilidad de cada elemento al impacto de deslizamientos y los

efectos que de este se derivan. Al riesgo se le debe dar una escala y zonificar las áreas o puntos de riesgo”.

2.2.4. Análisis de Factor de Seguridad

Equilibrio Limite: Según Cho, (2007) “los problemas de estabilidad en taludes suelen ser evaluados mediante métodos de equilibrio límite utilizando el enfoque de rebanadas. En este método, la masa del suelo que está en riesgo de falla se divide en varias secciones verticales para determinar el factor de seguridad. Este factor se define como la relación entre la resistencia al corte disponible y la tensión de corte movilizada que es necesaria para mantener el equilibrio estático. Se resuelve el problema considerando el equilibrio estático tanto de cada rebanada individualmente como de la masa de suelo en su totalidad. No obstante, todos los métodos de corte son estáticamente indeterminados y, por lo tanto, requieren hacer ciertas suposiciones.”

Factor de Seguridad: Según Valiente Sanz et al., (2015) menciona que, “Para evaluar la estabilidad de una masa de suelo, es necesario calcular su coeficiente de seguridad contra deslizamientos, comparando las fuerzas que favorecen el deslizamiento con las que lo previenen.”

$$FS = \frac{Sf}{tmax} \quad (1)$$

En la ecuación 1, el factor de seguridad en relación con la resistencia del talud se define como la razón entre la resistencia cortante promedio del suelo (sf) y el esfuerzo cortante promedio que se genera a lo largo de la superficie potencial de falla (τ_{max}).

La resistencia al deslizamiento (sf) se calcula como:

$$sf = \sigma' \cdot \tan \phi + C' \quad (2)$$

En la ecuación 2, la resistencia al corte de un suelo (sf) se calcula como el producto del esfuerzo normal efectivo en la superficie potencial

de falla (σ') por la tangente del ángulo de fricción interna del suelo (ϕ) y sumando la cohesión (C')

La fuerza de corte movilizada (τ_{max}) se calcula como:

$$\tau_{max} = \sigma' \cdot \tan \phi_{max} + C'_{max} \quad (3)$$

En la ecuación 3, el esfuerzo cortante a lo largo de la superficie de falla (τ_{max}) se define como el producto del esfuerzo normal efectivo en dicha superficie (σ') por la tangente del ángulo de fricción interna específico para esa superficie (ϕ) y la suma de la cohesión efectiva (C'_{max})

Remplazando la ecuación 2 y 3 en 1 se tiene la siguiente expresión:

$$FS = \frac{\sigma' \cdot \tan \phi + C'}{\sigma' \cdot \tan \phi_{max} + C'_{max}} \quad (4)$$

En la ecuación 4, se presenta una alternativa para calcular el factor de seguridad, teniendo en cuenta la cohesión y el ángulo de fricción del suelo.

Valiente Sanz et al., (2015) Dado que existen incertidumbres tanto en las cargas aplicadas como en los parámetros de resistencia del terreno, se aplicará el factor de seguridad adecuado contra deslizamientos. En Perú, las normativas más comunes para establecer el factor de seguridad son:

Tabla 1.

Factores de seguridad a utilizar en el análisis de la estabilidad de taludes

NORMATIVA	TALUD PERMANENTE	
	ESTATICA	DINAMICA
AASHTO LRFD	1.33-1.53	1.1
NAVFAC-DM7	1.5	1.2-1.15

FHWA-NHI-11-032	-	1.1
CE.020	1.5	1.25

Nota. Tomada de Valiente Sanz et al., (2015).

Según MVCS Norma CE.20, (2018) “el profesional responsable debe evaluar la estabilidad del talud tanto para cargas estáticas como sísmicas. El factor de seguridad mínimo requerido es de 1.5 para cargas estáticas y de 1.25 para cargas sísmicas. En caso de no alcanzar estos factores de seguridad, el Profesional Responsable debe optar por un método de estabilización o una combinación de varios métodos, y ajustar la solución hasta que cumpla con los factores de seguridad establecidos. Además, es necesario implementar una protección adecuada para la superficie del talud para prevenir la erosión.”

2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

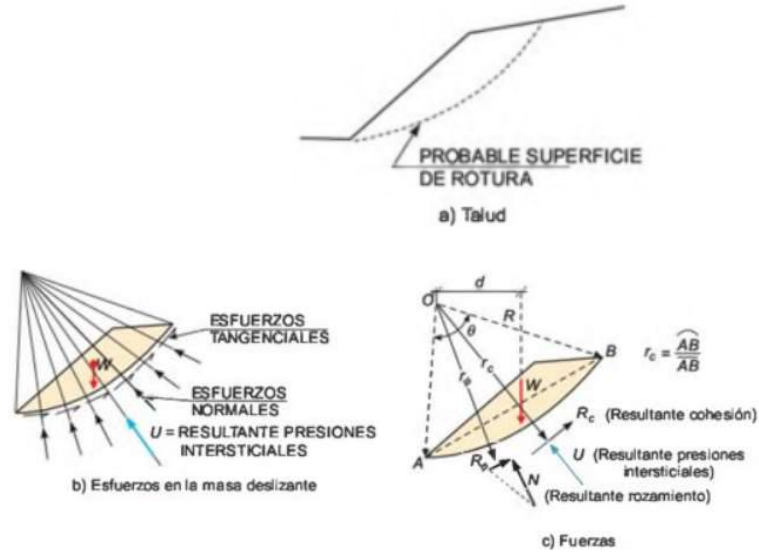
2.3.1. Método Taylor

Torres Chung, (2020) afirma que se “utilizaron dos métodos para escoger la metodología más adecuada para evaluar el riesgo de deslizamiento de tierras: Teniendo en consideración la imprevisibilidad e incertidumbre de los parámetros analíticos, tanto las series de Taylor con el método Bishop Simplificado como la simulación de Monte Carlo con el método Morgenstern Price, ofrecen resultados en relación al factor de seguridad, la probabilidad de fallo y el índice de fiabilidad.”

Según González de Vallejo et al., (2004) “Este método asume que la superficie de falla tiene forma circular. En dicha superficie de falla actúan varias fuerzas: el peso del suelo (W), la presión intersticial del agua que está distribuida a lo largo de la superficie (U), una fuerza tangencial (T) también distribuida sobre la superficie, y una fuerza normal (N) que, al igual que la tangencial, está distribuida sobre la superficie de falla. La Figura 1 ilustra un esquema de estas fuerzas en acción.

Figura 1.

Fuerzas que influyen en una superficie de falla curva.



Nota. “En la figura 1 se muestra Fuerzas que actúan sobre una superficie de rotura curva” González de Vallejo et al., (2004).

2.3.2. Método Monte Carlo

Lascano et al. (2023) menciona que “se puede producir un número determinado de casos operativos utilizando la simulación Monte Carlo. Al respecto, es crucial comprender el modelo que se utilizará, las entradas y salidas que deben producirse y las técnicas estadísticas o probabilísticas que se emplearán para describirlo.”

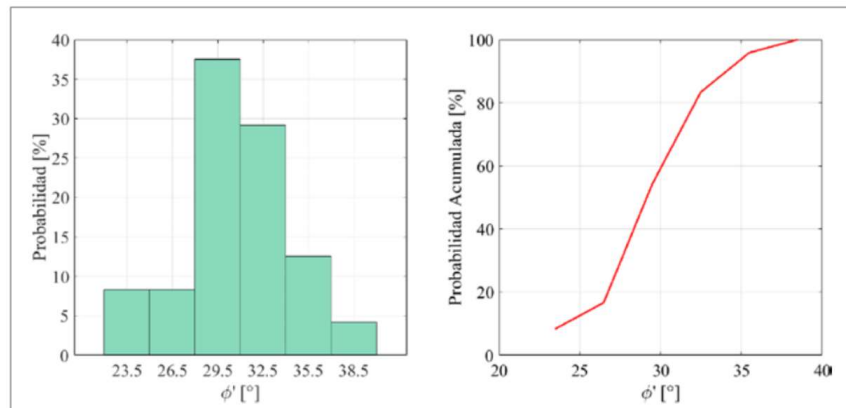
Fernández et al., (2018) menciona que un método alternativo para evaluar la estabilidad de taludes de forma probabilística es la simulación de Monte Carlo. En este enfoque, se generan valores discretos de las variables aleatorias de acuerdo con sus distribuciones de probabilidad, y se calcula la función de desempeño para cada conjunto de datos generado. Este proceso se repite múltiples veces para obtener una función de densidad de probabilidad discreta y aproximada de la función de desempeño.

Cálculo de probabilidades: Según Ayensa Jimenez, (2016) “usando la aproximación de la integral, como se mencionó anteriormente, estas probabilidades también pueden servir como restricciones en el problema de optimización, así como para el análisis de la función objetivo y la evaluación del rendimiento.”

Cálculo de parámetros estadísticos: Según Ayensa Jimenez, (2016) “mediante cálculo directo, se obtiene una realización de las variables de salida correspondiente a cada realización generada de las variables de entrada, utilizando el modelo. A partir de esto, es posible realizar análisis estadísticos, es decir, inferir los parámetros poblacionales que se desean calcular a partir de los datos muestrales. Este cálculo se lleva a cabo en ambas fases.”

Figura 2.

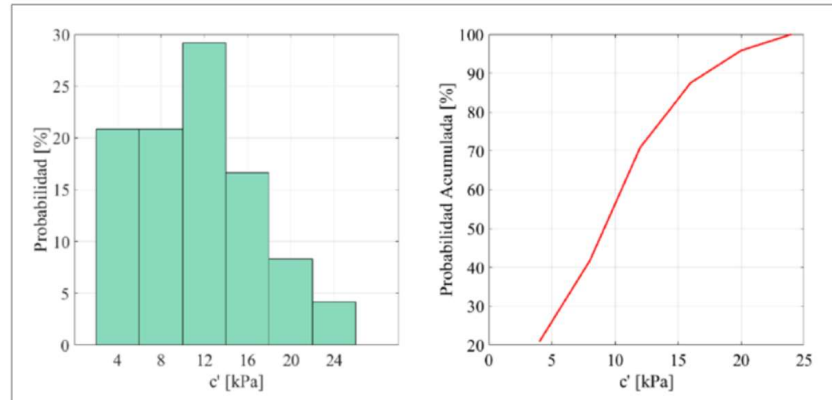
Histograma y curva de probabilidad de falla el Angulo de fricción interna



Nota. “En la figura 2 se muestra el histograma y curva de probabilidad acumulada para el Angulo de fricción interna” Fernández et al., (2018)

Figura 3.

Histograma y curva de probabilidad acumulada para cohesión efectiva



Nota. “En la figura 3 se muestra el histograma y curva de probabilidad acumulada para la cohesión efectiva” Fernández et al., (2018)

2.3.3. Geometría del talud

Braja, (2015) define como “la superficie del suelo no es horizontal, la gravedad hará que parte de la tierra se deslice hacia abajo. Si la pendiente es lo suficientemente pronunciada, puede producirse un fallo del talud, es decir, el deslizamiento de la masa de tierra hacia abajo. A lo largo de la superficie de ruptura, la fuerza de empuje supera la resistencia al corte del suelo.”

2.3.4. Propiedades físicas del suelo

Contenido de humedad: Según Braja (2015) es la razón del peso del agua al peso de los sólidos en un volumen dado del suelo.

Límite líquido: Según Braja (2015) es el porcentaje de humedad necesario para sellar 12,7 mm del fondo de la ranura después de 25 golpes.

Límite plástico: Según Braja (2015) porcentaje de contenido de humedad en el que el suelo se desmorona cuando se enrolla en hilos de 3,2 mm de diámetro.

Peso específico: Braja (2015) define como correspondencia del peso por unidad de volumen del suelo.

Granulometría: Villalaz (2004) define como calculo la proporción de cada una de las numerosas granulometrías que componen el suelo.

2.3.5. Propiedades mecánicas de los suelos

Cohesión: según Braja (2011) es la resistencia al corte de un suelo, el valor de cohesión para arenas y arcillas normalmente consolidadas es igual a cero. Para arcillas sobre consolidadas, mayor que cero.

Ángulo de fricción: Según Braja (2011) se determina mediante dos pruebas de laboratorio comunes -la prueba triaxial y la prueba de corte directo-, representa el factor más significativo en la evaluación de la resistencia al corte.

Infiltración: según Suárez Diaz (1998) es el proceso por el que el agua penetra en el suelo o la roca a través de discontinuidades, poros o intersticios de la masa del suelo

Factores Sísmicos: Según Suárez Diaz (1998) las laderas y los taludes pueden derrumbarse rápidamente debido a las tensiones cíclicas de gran magnitud que pueden producir los movimientos sísmicos. Además, las tensiones oscilatorias que provocan deformaciones cíclicas o la creación de altas presiones de poro pueden reducir la resistencia al corte de un suelo.

Altura del Talud: Según Fernández et al., (2018) los resultados de la evaluación probabilística confirman la conexión entre la altura y la inclinación de un talud con su inestabilidad global. A mayor altura del talud, mayor será la inestabilidad y, por ende, la probabilidad de falla.

Inclinación del talud: Según Fernández et al., (2018) Los resultados derivados de la evaluación probabilística validan la correlación entre la altura y la inclinación de un talud y su inestabilidad global. Se observa que una mayor inclinación del talud incrementa la inestabilidad global y, consecuentemente, eleva la probabilidad de falla.

Deslizamientos: Según Suárez Diaz, (1998) “consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. Los deslizamientos

pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.”.

Según MVCS Norma CE.20, (2018) “es el movimiento descendente de una masa de suelo o roca, en el cual el desplazamiento ocurre principalmente a lo largo de una superficie de falla o en zonas estrechas con alta deformación cortante.”

Estabilidad: Braja (2015) define la estabilidad como la “seguridad a la comparación del corte desarrollado a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia del suelo al corte”.

Programa Slide: Según Medina Zaldívar y Cartaya Pires, (2018) “es una herramienta eficaz para el análisis y obtención del factor de seguridad en taludes y diseñar métodos de corrección de la estabilidad”.

Suelo: Según Braja, (2015) define al suelo como “Agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas”.

Permeabilidad: según MVCS Norma CE.20, (2018) “es la a facilidad con la que el agua puede atravesar los poros y las discontinuidades de un suelo o de un macizo rocoso”.

Talud: Según Braja (2015) “Superficie de suelo expuesto que se sitúa en un ángulo con la horizontal”.

Coefficiente sísmico: según MVCS Norma CE.20, (2018) “es el parámetro que ajusta el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, teniendo en cuenta la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno de cimentación.”

Factor Zona: Según MVCS Norma E.030, (2018) “el país está dividido en cuatro zonas, según se ilustra en la figura N° 1. Esta zonificación se basa en la distribución geográfica de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y su atenuación con la distancia desde el epicentro, además de la información neotectónica.”

Figura 4.
zonas de actividad sísmica en Perú



Nota. En la figura 4 se observa la zonificación sísmica de acuerdo a la MVCS Norma E.030, (2018).

A cada zona se le asigna un factor Z , como se detalla en la Tabla N° 2. Este factor se define como la aceleración horizontal máxima en suelo rígido que tiene un 10% de probabilidad de ser superada en un período de 50 años. El factor Z se presenta como una fracción de la aceleración debida a la gravedad.

Tabla 2.
Factores de zona “Z”

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Nota. En la Tabla 2. se observa los factores de zona “Z” de acuerdo a (MVCS Norma E.030, 2018)

Factor de suelo: Según MVCS Norma E.030, (2018) “se toma en cuenta el tipo de perfil que mejor represente las condiciones locales, utilizando los valores correspondientes del factor de amplificación del suelo S, así como los períodos TP y TL especificados en las Tablas N° 3 y N° 4.”

Tabla 3.
Factores de suelo “S”

ZONA	SUELO	S0	S1	S2	S3
	Z4	0.8	1	1.05	1.1
	Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
	Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
	Z1	0.8	1.00	1.60	2.00

Nota. En la Tabla 3. se observa los factores de suelo “S” de acuerdo a MVCS Norma E.030, (2018)

Tabla 4.
Periodos TP Y TL

	Perfil del suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Nota. En la Tabla 4. se observa los “factores de amplificación del suelo S y de los períodos TP” de acuerdo a MVCS Norma E.030, (2018).

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

Los riesgos en el deslizamiento de taludes se analizan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo probabilístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.
- Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.
- Los resultados de riesgos en el deslizamiento de taludes se comparan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

3.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.2.1. Identificación de la variable Independiente

- Variable independiente: Modelo probabilístico

3.2.1.1. Dimensión

- Método Monte Carlo

3.2.1.2.Indicadores

- Factor de seguridad estático
- Factor de seguridad dinámico

3.2.1.3. Escala para la medición de variables

- De intervalo

3.2.2. Identificación de la variable Independiente

- Variable independiente: Modelo determinístico

3.2.2.1. Dimensión

- Método de Taylor

3.2.2.2. Indicadores

- Factor de seguridad estático
- Factor de seguridad dinámico

3.2.2.3. Escala para la medición de variables

- De intervalo

3.2.3. Identificación de la variable dependiente

- Variable dependiente: Riesgos en el deslizamiento de Taludes

3.2.3.1. Dimensión

- Geometría del talud
- Propiedades físicas del suelo
- Propiedades mecánicas de suelos
- Infiltración
- Factores sísmicos

3.2.3.2. Indicadores

- Altura del talud
- Inclinación del talud
- Área de deslizamiento
- Granulometría

- Contenido de humedad
- Límites de consistencia
- Resistencia al corte
- Cohesión
- Angulo de fricción
- Conductividad Hidráulica
- Permeabilidad
- Factor zona
- Factor de suelo
- Coeficiente sísmico

3.2.3.3. Escala para la medición de la variable

- De intervalo

3.2.4. Variables intervinientes

- No se tiene

Tabla 5.
Operacionalización de las variables

Variable	Definición de la variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente VI 1: Modelo probabilístico	Fernández et al. (2018) señala como “el estudio basado en probabilidades sobre la estabilidad de los taludes, empleando un modelo que utiliza variables aleatorias para caracterizar los factores de resistencia. Para obtener los valores de las variables aleatorias, se emplea la simulación de Monte Carlo, que facilita la evaluación simultánea de la estabilidad del talud mediante el factor de seguridad, la probabilidad de fallo y el índice de confiabilidad.”	El método Monte Carlo se utiliza para cuantificar tanto el factor de seguridad dinámico como estático de la variable modelo probabilístico.	Método Monte Carlo	Factor de seguridad estático Factor de seguridad dinámico
Variable independiente VI 2: Modelo determinístico	Escobar Toro y Valencia Gonzáles (2012) indica que “la estabilidad de un talud en términos de un Factor de Seguridad (F.S.), obtenido de un análisis matemático determinístico; cuyos modelos, deben tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad, como son la geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por efecto de los sismos, flujos de agua, propiedades de los suelos, etc.”	La variable modelo determinístico se operacionaliza mediante el método de Taylor para determinar el factor de seguridad dinámico y estático	Método Taylor	Factor de seguridad estático Factor de seguridad dinámico Factor de falla
Variable dependiente: Riesgos en el deslizamiento de taludes	Suárez Díaz, (1998) afirma que “con la información sobre la amenaza y con la información disponible sobre los elementos de riesgo, tales como áreas cultivadas, bosques, asentamientos humanos, obras de infraestructura existentes, elementos ambientales importantes, sitios arqueológicos, carreteras, industrias, etc., se debe analizar la vulnerabilidad de cada elemento al impacto de deslizamientos y los efectos que de este se derivan. Al riesgo se le debe dar una escala y zonificar las áreas o puntos de riesgo”.	La variable riesgos en el deslizamiento de taludes se operacionaliza mediante sus dimensiones Geometría del talud, propiedades físicas del suelo, propiedades mecánicas de suelos, infiltración y factores sísmicos	Geometría del talud Propiedades físicas del suelo Propiedades mecánicas de suelos Infiltración Factores sísmicos	Altura del talud Inclinación del talud Área de deslizamiento Granulometría Contenido de humedad Límites de consistencia Resistencia al corte Cohesión Angulo de fricción Conductividad hidráulica Permeabilidad Factor zona Factor de suelo Coef. sísmico

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica. Según Ñaupas Paitan et al., (2018) “Es una búsqueda continua que ha estado en marcha desde los primeros indicios de la curiosidad científica, con el objetivo de comprender los enigmas del origen del universo, de la vida natural y de la vida humana.”

3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Nivel relacional. Según Hernández Sampieri, (2014) “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.”

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño no experimental. Según Hernández Sampieri, (2014) “Se trata de investigaciones en las que no se manipulan deliberadamente variables, sino que se observan los fenómenos en su entorno natural para su análisis.”

3.6. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1. Ámbito de la investigación

Sector Pariacato - carretera Huaraz - Casma.

3.6.2. Tiempo social de la investigación

La tesis se ha desarrollado en el período marzo - junio 2024.

3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1. Unidad de estudio.

Geográficamente el sector Pariacoto, se encuentra en el distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz y departamento de Ancash.

3.7.2. Población.

La población considerada para la tesis es de 100 metros de deslizamiento entre el Km 60+900 – 61+000. Al respecto Hernández Sampieri, (2014 p. 174) la define como el “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

3.7.3. Muestra.

La muestra será no probabilística a criterio del tesista o por conveniencia, y se considera en la misma magnitud de la población. La unidad muestral: 03 muestras de 40 kg a los 10m., 50m., y 90m, de deslizamiento. Hernández Sampieri, (2014 p. 173) “la define como subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta.”

3.8. PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS

3.8.1. Procedimiento

En la zona se ubicaron 03 puntos de exploración geotecnica del talud en el sector Pariacoto, kilometro 69+900 hasta el 61+000, carretera Huaraz – Casma.

3.8.2. Técnicas

- La técnica de recopilación de la información fue la observación y análisis de medición.

3.8.3. Instrumentos

- Fichas de recolección de datos de campo: se usaron para anotar el perfil estratigráfico y las propiedades físicas que se encontraran en cada una de las calicatas.
- Fichas de recolección de datos de laboratorio: se usarán para anotar los datos de los ensayos que se realizarán además de anotar alguna ocurrencia.
- Instrumento de ensayo de Corte Directo: se emplearon para evaluar las propiedades de resistencia al corte, tales como la cohesión y el ángulo de fricción.

a) Equipos básicos de laboratorio

Los instrumentos fundamentales de laboratorio empleados para llevar a cabo pruebas de mecánica de suelos, son los siguientes:

- Tamices
- Balanza con precisión de 0.1 gramos
- Horno para el secado de las muestras
- Copa Casagrande.
- Vidrio esmerilado.
- Contenedores

b) Normas técnicas de ensayo de mecánica de suelos

- Las normas técnicas utilizados para la ejecución de las pruebas de geotecnia y geología, fueron los siguientes:
- Norma técnica 339.127 (Contenido de humedad)
- Norma técnica 339.128 (Análisis Granulométrico por tamizado)
- Norma técnica 339.129 (Límite líquido y Límite plástico)
- Norma técnica 339.134 (Sistema Unificado de Clasificación SUCS)
- Norma técnica 339.143 (Densidad in situ)
- Norma técnica 339.171 (Corte Directo)
- Programa de cómputo Slide 6.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. DESCRIPCION DE TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. Estudio Básicos de campo

Estudio topográfico.

El estudio topográfico es un estudio básico previo necesario para poder determinar posteriormente los riesgos que pudiera generarse en el deslizamiento del talud de la carretera Pariacoto determinándose para el efecto el plano inclinado del talud y el área de influencia del mismo que consiste en la obtención del área, curvas de nivel, forma y características del terreno. con el fin de representarlos adecuadamente. Este proceso consistió en la medición y registro de coordenadas, elevaciones, distancias horizontales y verticales, ángulos y otros datos relevantes utilizando instrumentos como: utilizando estación total Leica modelo TS06 PLUS y GPS Garmin GPSMAP 64xs.

Figura 5.

Levantamiento topográfico de la pista y talud

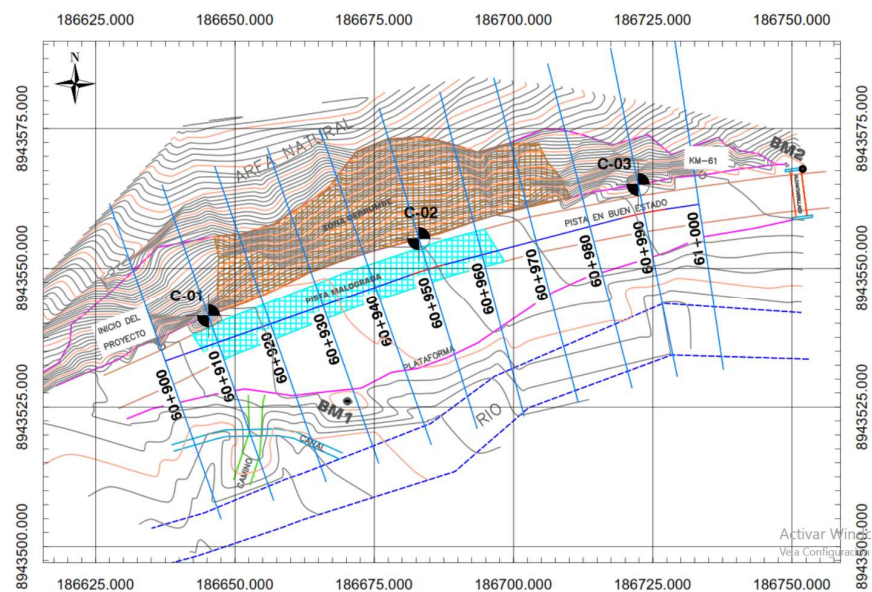


Nota. En la figura 5 se observa el levantamiento topográfico con estación total Leica TS06.

El plano topográfico resultante del levantamiento en campo se observa en la figura 6 donde las curvas de nivel demarcadas con color anaranjado muestran el talud que se ha deslizado sobre la carpeta del pavimento flexible entre los Km 60+900 hasta el Km 61+000, dañándola y que se muestra demarcada con el color celeste. El área de influencia de los daños producidos por el deslizamiento y los posibles daños sufridos por la calzada se demarca con una línea roja continua.

Figura 6.

Plano topográfico del levantamiento de campo de la zona de estudio



Nota. El ámbito de estudio se ubica en las coordenadas mencionadas en la tabla 6. En el mismo plano topográfico se fija la ubicación de los Bench Mark – BM1 y BM2 con las coordenadas que se especifican en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6.

Coordenadas de los puntos de control y de las calicatas

SIMBOLO	NORTE (m)	ESTE (m)
BM-1	8943526.037	186670.192
BM-2	8943567.761	186751.890
C-1	8943541.384	186645.246

C-2	8943555.317	186683.003
C-3	8943564.995	186722.356

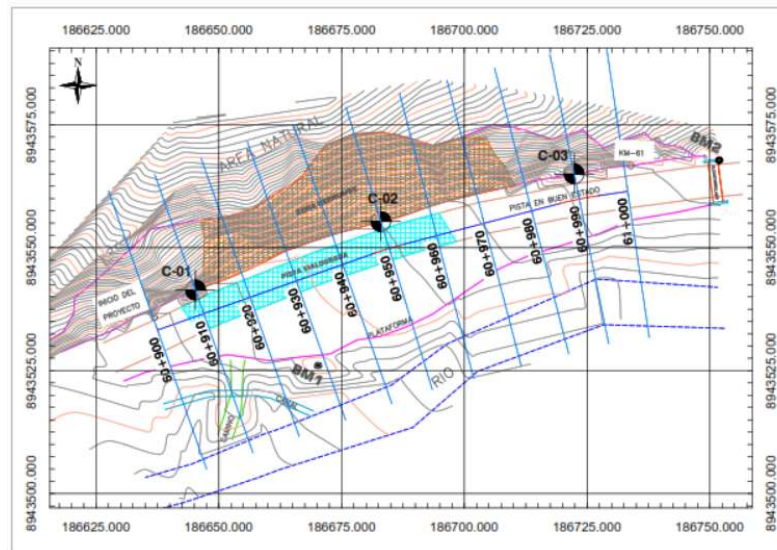
Nota. En la tabla 6 se han ubicado los puntos de control en campo, de la misma forma se han ubicado los puntos de extracción de muestras.

Obtención de muestras de campo

La obtención de muestras de campo se ha realizado en el talud deslizado que comprende 100 m. de longitud como se observa en el plano topográfico de la figura 7. La extracción de muestras sigue un protocolo que permite recolectar especímenes en la zona más representativa que contengan la variedad de material deslizado aplicando trincheras a cielo abierto considerando que es producto del deslizamiento; se a realizado por conveniencia del investigador fijando la extracción de estas, a los 10 m, 50 m y 90 m de la longitud total del movimiento de deslizamiento del talud, tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7.

Plano topográfico de la ubicación de Calicatas en la zona de estudio



Nota. El ámbito de estudio se ubican los puntos de exploración aplicando trincheras a cielo abierto considerando que es producto del deslizamiento

4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Con las muestras obtenidas insitu aplicando trincheras a cielo abierto considerando que es producto del deslizamiento, se realizaron los ensayos en el laboratorio dedicado a pruebas de mecánica de suelos y materiales, para determinar la caracterización física y clasificación de suelos tales como el contenido de humedad, granulométrica del suelo por tamizado, como el límite líquido, el límite plástico, la clasificación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c). Las coordenadas de cada sondeo se detallan en la tabla 6 del Anexo 29. Utilizando las muestras seleccionadas, se procedió inicialmente a determinar las propiedades físicas del suelo mediante pruebas de contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límite líquido y límite plástico. Los resultados se muestran en la tabla 7, tabla 8 y tabla 9. Anexo 7, anexo 8, anexo 9, anexo 10, anexo 11, anexo 14, anexo 15, anexo 16, anexo 17, anexo 18, anexo 21, anexo 22, anexo 23, anexo 24, anexo 25. Luego, se evaluaron las características mecánicas del suelo mediante el ensayo de corte directo, del cual se obtuvieron el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c) del suelo. Los resultados se muestran en la tabla 10, anexo 12, 19 y 26.

Utilizando los resultados del ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c), se calcularon los factores de seguridad tanto determinístico como probabilístico. Las secciones fueron diseñadas en el programa Slide utilizando el enfoque determinístico de Taylor y el método probabilístico de Monte Carlo. Se determinaron los factores de seguridad estático e infiltrado, así como el factor de seguridad dinámico e infiltrado, y se compararon estos valores con los mínimos requeridos por la normativa (1.50 y 1.25, respectivamente). Con base en estos análisis, se concluye que el talud puede ser estable o inestable bajo condiciones estáticas debido a su peso propio, siendo las precipitaciones pluviales un factor desencadenante. Además, durante situaciones dinámicas, el talud también se percibe como vulnerable ante eventos sísmicos, especialmente si se

combinan con lluvias intensas simultáneas. Por lo tanto, es crucial realizar una evaluación detallada de su estabilidad.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Características físicas del suelo

Con las muestras obtenidas insitu, se determinan las propiedades físicas del suelo que a continuación se muestran:

Textura: se refiere a la proporción relativa de diferentes tamaños de partículas minerales en el suelo, la composición en porcentajes de grava, arena y finos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7.
Composición del suelo

CALICATA	GRAVE %	ARENA %	FINOS %
C-1	67.50	26.10	6.40
C-2	52.00	39.40	8.60
C-3	34.30	54.00	11.70

Límite de consistencia: es una propiedad física que describe el comportamiento de un suelo en relación con su plasticidad. Se emplea para describir la plasticidad de los suelos que contienen arcilla. Existen tres principales tipos de límites de consistencia: el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad del suelo se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.
Valores de límite de consistencia del suelo

CALICATA	LL	LP	IP
C-1	24.20	16.90	7.30
C-2	25.10	17.60	7.50
C-3	26.50	18.40	8.10

Clasificación SUCS del suelo: Es un sistema empleado para clasificar y describir los suelos según sus características físicas e ingenieriles. La clasificación SUCS de los suelos se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9.
Clasificación SUCS del suelo

Calicata	SUCS	Descripción
C-1	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla y arena
C-2	GW-GC	Grava bien gradada con arcilla y arena
C-3	SP-SC	Arena pobremente gradada con arcilla y grava

4.3.2. Propiedades mecánicas del suelo

Las características de resistencia tales como Angulo de fricción y cohesión se muestran en la tabla 10.

Tabla 10.
Valores de propiedades mecánicas del suelo

Calicata	ϕ (°)	Cohesión (kg/cm ²) (Ton/m ²)	
C-1	33.79	0.18	1.80
C-2	33.82	0.14	1.14
C-3	32.37	0.20	2.00

4.3.3. Evaluación de riesgos en el deslizamiento de taludes por el modelo determinístico

Método desarrollado por Taylor.

Analizar la estabilidad de taludes implica estudiar las fuerzas de resistencia y las fuerzas actuantes para determinar el factor de seguridad

(F.S.) bajo condiciones estáticas, dinámicas y/o por infiltración debido a la lluvia. Se llevará a cabo el análisis determinístico de estabilidad del talud en el sector Pariacoto utilizando el software Slide 6.0. Este análisis tomará en cuenta los datos recopilados de mecánica de suelos de tres calicatas (Calicata 1 en la sección 60+910, Calicata 2 en la sección 60+950, y Calicata 3 en la sección 60+990), ubicadas según la distribución en planta mostrada en la Figura 6 y sus respectivas coordenadas listadas en la Tabla 6. Se aplicarán las metodologías de Taylor, método simplificado de Bishop, GLE/Morgenstern-Price y Spencer. La calicata 1 está compuesta por suelo de grava bien gradada con presencia de arcilla y arena, con valores de cohesión de 18.00 kN/m², ángulo de fricción interna de 33.79°, peso específico de 18.48 kN/m³ y permeabilidad hidráulica de 0.249 m/d. En cuanto a la calicata 2, también compuesta por suelo de grava bien gradada con arcilla y arena, presenta una cohesión de 14.00 kN/m², ángulo de fricción de 33.82°, peso específico de 18.51 kN/m³ y una permeabilidad hidráulica de 0.225 m/d. Por su parte, la calicata 3 consiste en suelo de arena pobremente gradada con presencia de arcilla y grava, con características mecánicas de cohesión de 20.00 kN/m², ángulo de fricción interna de 32.37°, peso específico de 18.63 kN/m³ y permeabilidad hidráulica de 0.203 m/d. Según MVCS Norma E.030, (2018) “el talud se encuentra en la zona sísmica 3 con un factor de zona de 0.35 y un factor de amplificación sísmica para el tipo de suelo S2 equivalente a 1.15.” La aceleración prevista para el diseño se calcula multiplicando estos factores, resultando en un coeficiente pseudo estático de 0.201 para el análisis de deslizamiento de taludes. Además, se ha determinado la permeabilidad hidráulica de acuerdo al tipo de suelo: 0.249 m/d para la calicata 1, 0.225 m/d para la calicata 2 y 0.203 m/d para la calicata 3."

Aplicando la metodología determinística de Taylor y utilizando el método GLE/Morgenstern-Price, se determinaron los siguientes factores de seguridad para las secciones del talud en el sector Pariacoto:

Para la sección 60+910, figura 8 y figura 9. Los índices de seguridad estático y dinámico fueron de 0.792 y 0.592, respectivamente, En condiciones de infiltración de agua, figura 10 y figura 11, los índices de seguridad estático y dinámico fueron de 0.784 y 0.347, respectivamente. En la sección 60+950, figura 12 y figura 13, estos índices fueron de 0.728 y 0.532, en condiciones estáticas y dinámicas, respectivamente, y de 0.725 y 0.527 con infiltración de agua figura 14 y figura 15. Finalmente, en la sección 60+990, figura 16 y figura 17 los índices de seguridad estático y dinámico fueron de 0.732 y 0.609, respectivamente, mientras que con infiltración de agua, figura 18 y figura 19 fueron de 0.725 y 0.527, respectivamente.

Según el enfoque determinístico de Taylor, los factores de seguridad estáticos para las tres secciones anexo 30 son superiores a los factores dinámicos o pseudoestáticos, ya que estos últimos indican la capacidad de resistencia del talud ante eventos sísmicos. Además, los índices de seguridad disminuyen con la infiltración de agua tanto en condiciones estáticas como dinámicas sin lluvia, lo que sugiere que las precipitaciones son un factor crucial que desencadena los deslizamientos de talud. en el sector Pariacoto, tramo Casma – Huaraz.

Figura 8.
Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+910

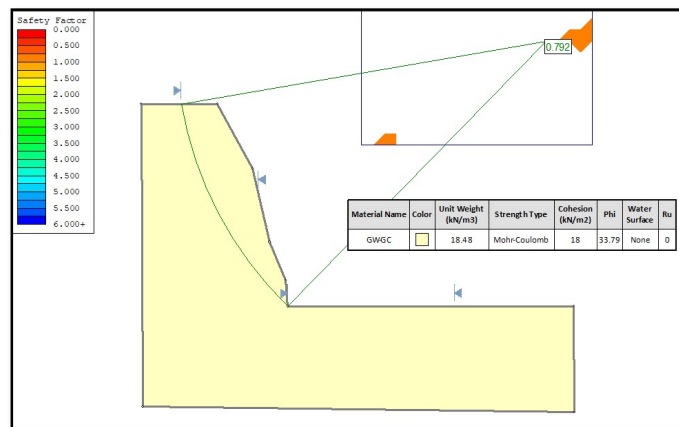
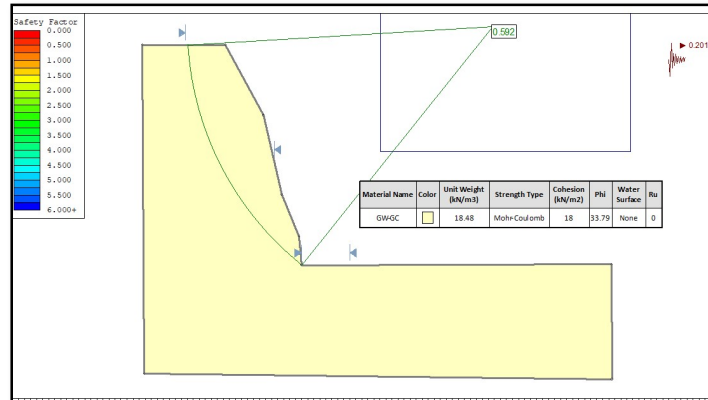


Figura 9.

Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+910

**Figura 10.**

Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+910

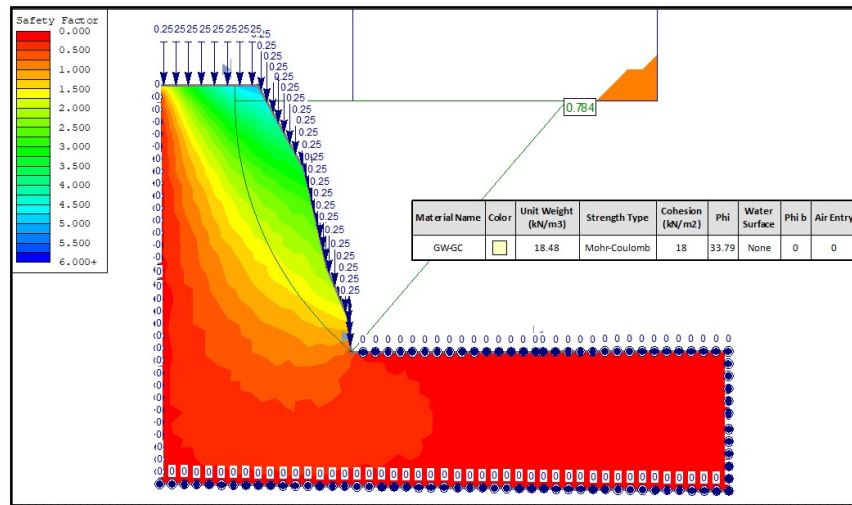
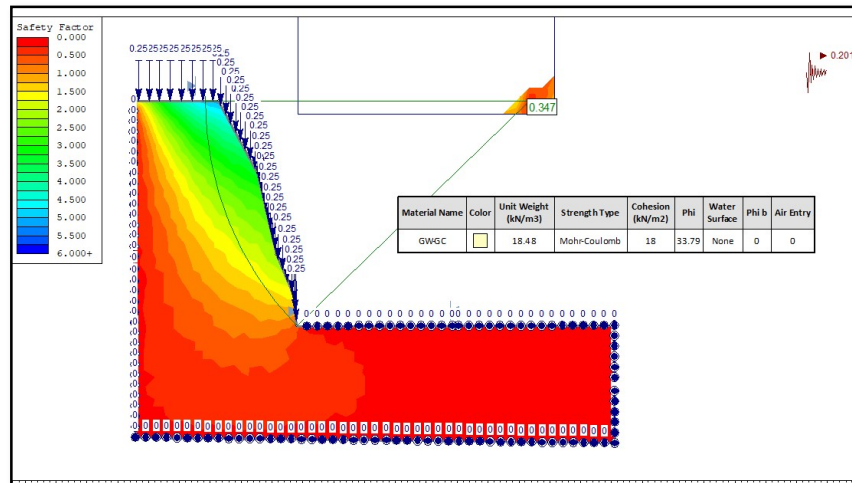


Figura 11.

Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+910

**Figura 12.**

Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+950

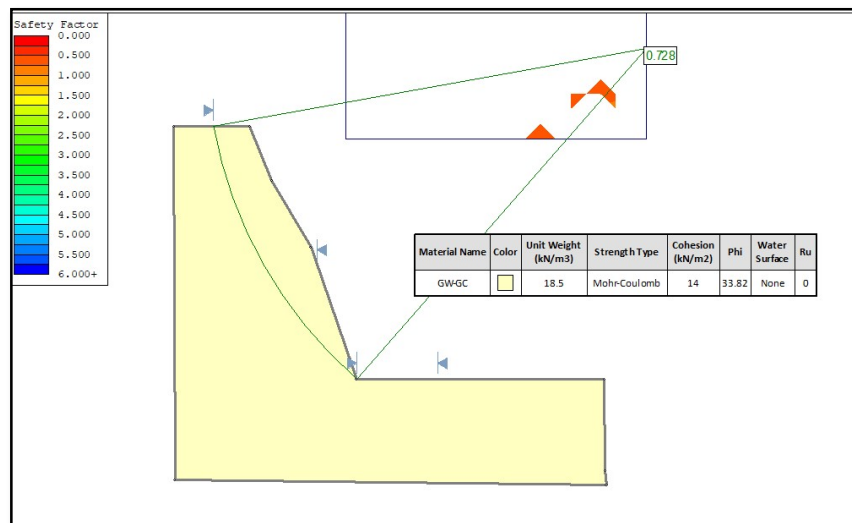
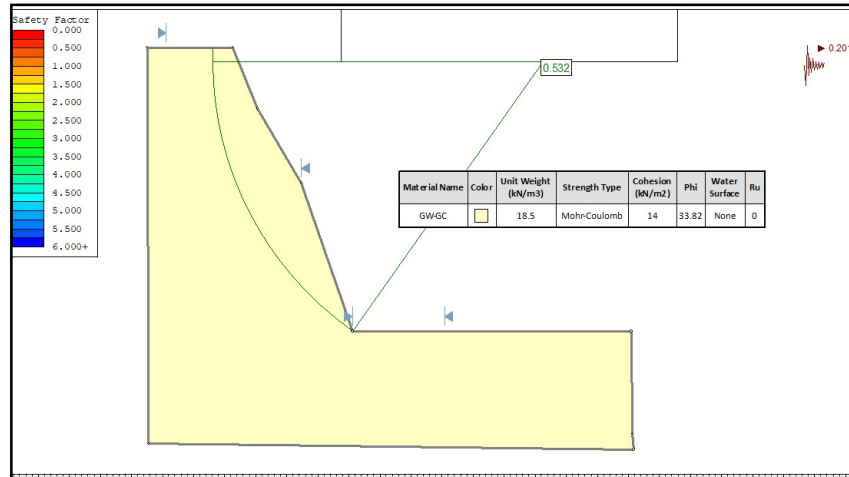


Figura 13.

Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+950

**Figura 14.**

Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+950

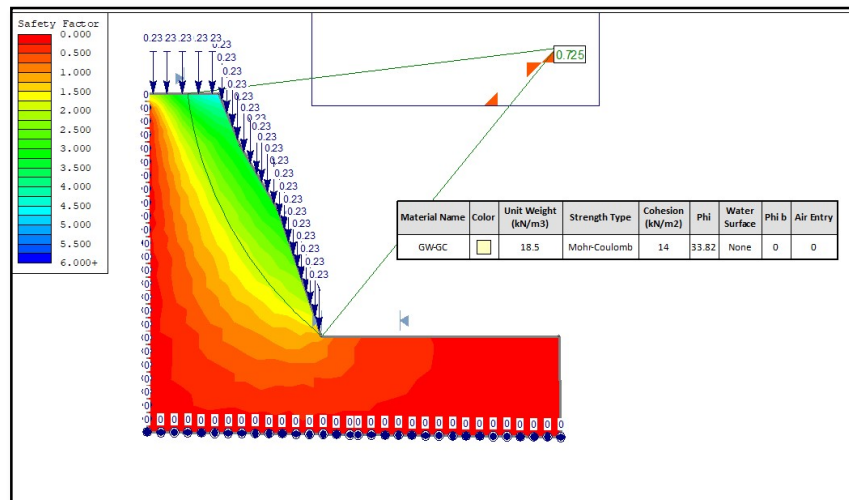
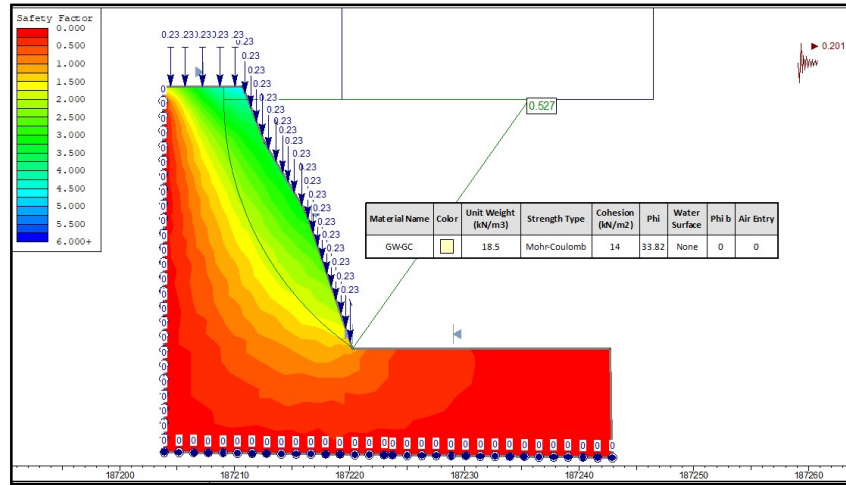


Figura 15.

Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+950

**Figura 16.**

Análisis determinístico estático con el programa Slide, sección 60+990

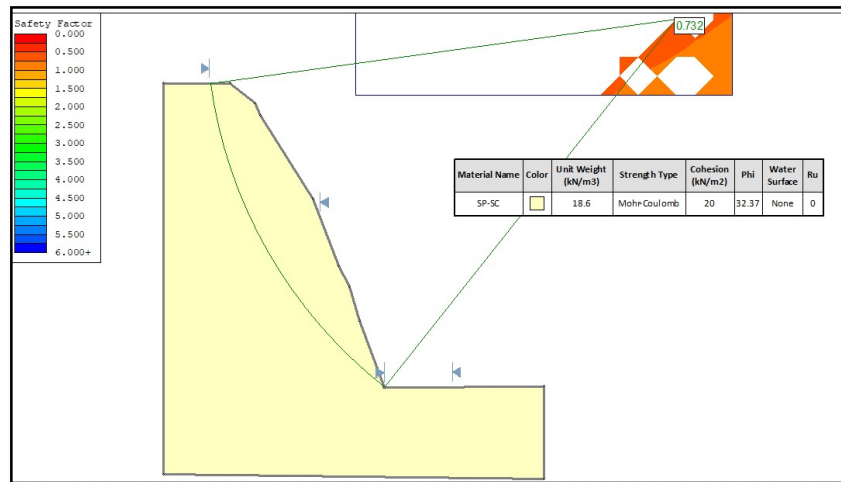
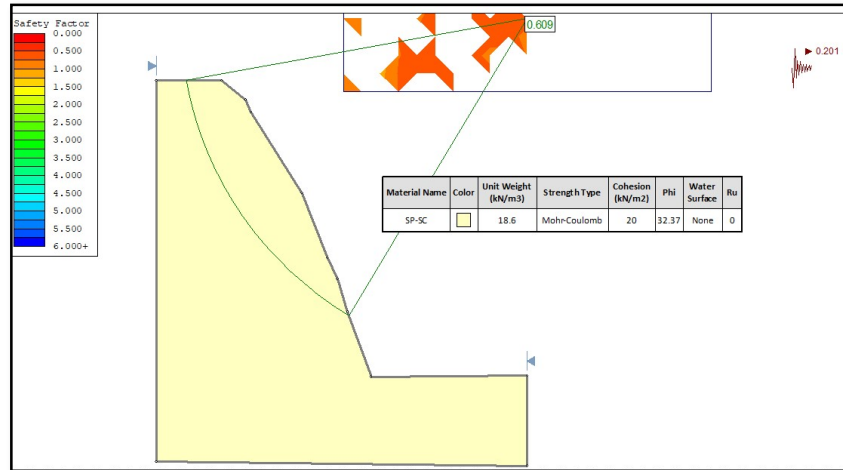


Figura 17.

Análisis determinístico dinámico con el programa Slide, sección 60+990

**Figura 18.**

Análisis determinístico estático por coeficiente de permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+990

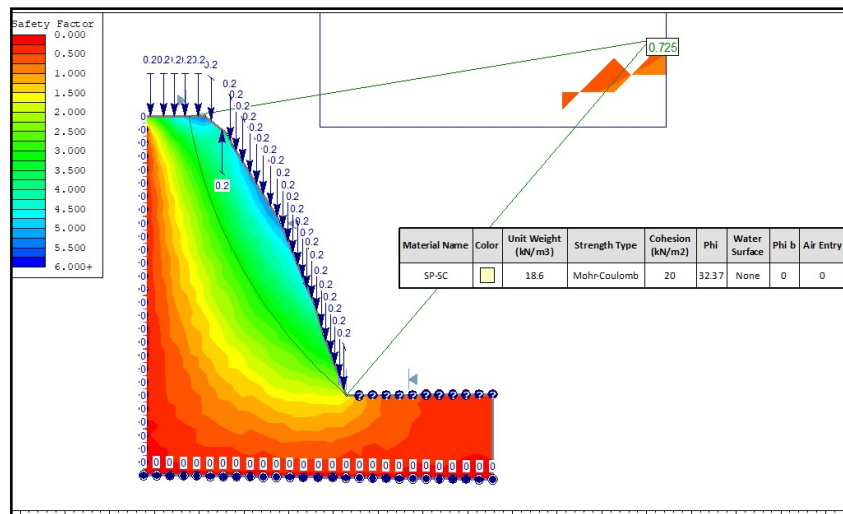
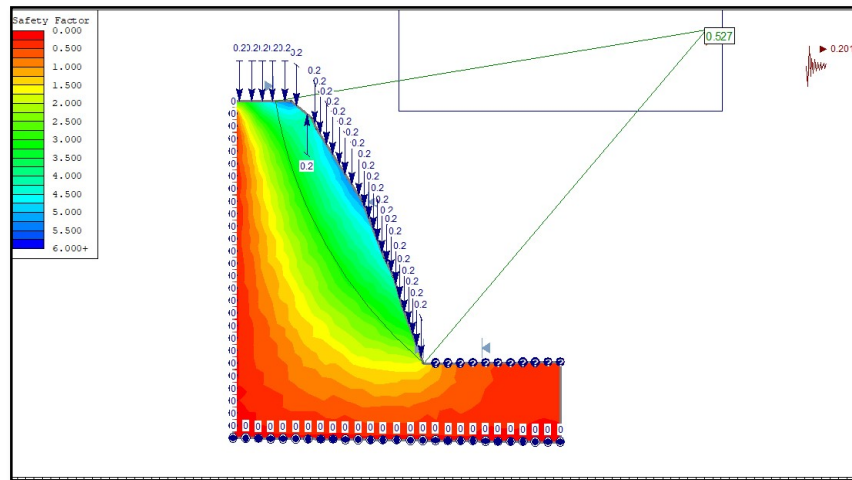


Figura 19.

Análisis determinístico dinámico con permeabilidad, con el programa Slide, sección 60+990 del talud sector Pariacoto, por el método determinístico



4.3.4. Evaluación de riesgos en el deslizamiento de taludes por el modelo Probabilístico

Enfoque de Monte Carlo

Para analizar el factor de seguridad estático, dinámico y por infiltración ante lluvias en el talud deslizado en el sector Pariacoto, se utilizó el método probabilístico de Monte Carlo mediante el programa Slide 6.0. Se consideraron los resultados de los estudios de mecánica de suelos de las calicatas 1, 2 y 3, cuya disposición en planta se muestra en la Figura 6 y cuyas coordenadas se detallan en la Tabla 6. La calicata 1, compuesta por suelo de grava bien graduada con presencia de arcilla y arena, mostró una cohesión de 18.00 kN/m², un ángulo de fricción interna de 33.79°, un peso específico de 18.48 kN/m³ y una permeabilidad hidráulica de 0.249 m/d. En la calicata 2, que posee características similares de grava bien graduada con presencia de arcilla y arena, se observaron valores de 14.00 kN/m² para la cohesión, 33.82°

para el ángulo de fricción, 18.51 kN/m³ para el peso específico y una permeabilidad hidráulica de 0.225 m/d. En contraste, la calicata 3, compuesta por suelo de arena pobremente graduada con arcilla y grava, mostró una cohesión de 20.00 kN/m², un ángulo de fricción interno de 32.37°, un peso específico de 18.63 kN/m³ y una permeabilidad hidráulica de 0.203 m/d. En el enfoque probabilístico, estos parámetros fueron tratados como variables aleatorias con una desviación estándar de 1.00, lo que resultó en la realización de 1000 iteraciones para el análisis de la estabilidad del talud. Además, el talud está clasificado según MVCS Norma E.030, (2018) “en la zona sísmica 3, con un factor de zona de 0.35 y un factor de amplificación sísmica para el tipo de suelo S2 equivalente a 1.15.” la aceleración requerida para el diseño se determinó multiplicando estos factores, resultando en un coeficiente pseudo estático de 0.201 para el análisis dinámico del talud en el sector Pariacoto.

Finalmente, para el análisis estático y dinámico con infiltración. Además, la permeabilidad hidráulica se determinó según el tipo de suelo: 0.249 m/d para la calicata 1, compuesta por grava bien gradada con arcilla y arena; 0.225 m/d para la calicata 2, también de grava bien gradada con arcilla y arena; y 0.203 m/d para la calicata 3, constituida por arena pobremente gradada con arcilla y grava.

En el estudio probabilístico de la estabilidad del talud mediante el método Monte Carlo, En la sección 60+910, figura 20 y figura 24, se determinó que los índices de seguridad estático y dinámico promedio fueron de 0.794 y 0.582, respectivamente, con una certeza del 100% de ocurrencia de fallo. Esto se observa en el histograma de los factores de seguridad, donde las barras rojas representan valores por debajo de 1.00. En el caso del talud afectado por infiltraciones debido a lluvias, figura 25 y figura 26 se registraron factores de seguridad estático y dinámico de 0.786 y 0.347, respectivamente. En la sección 60+950, figura 27 y figura 31 los factores de seguridad estático y dinámico promedio fueron de 0.726 y 0.531, con una probabilidad de fallo del 100% también. Los

índices de seguridad frente a infiltraciones por lluvias figuran 32 y figura 33 fueron de 0.726 y 0.531, respectivamente. En la sección 60+990, figura 34 y figura 38 se registraron índices de seguridad estático y dinámico promedio de 0.731 y 0.616, con una probabilidad de fallo del 100%. Los índices de seguridad frente a infiltraciones por lluvias figuran 39 y figura 40 fueron de 0.725 y 0.524, respectivamente.

Figura 20.

Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+910

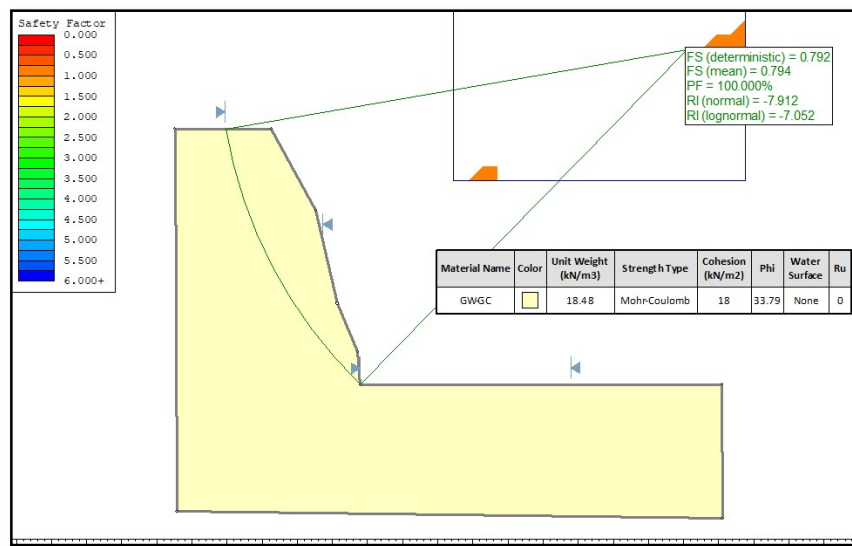
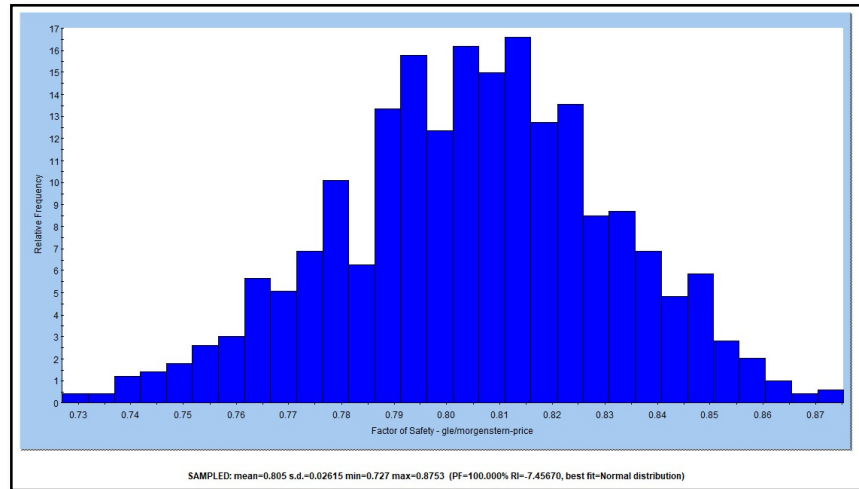


Figura 21.

Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+910

**Figura 22.**

Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+910

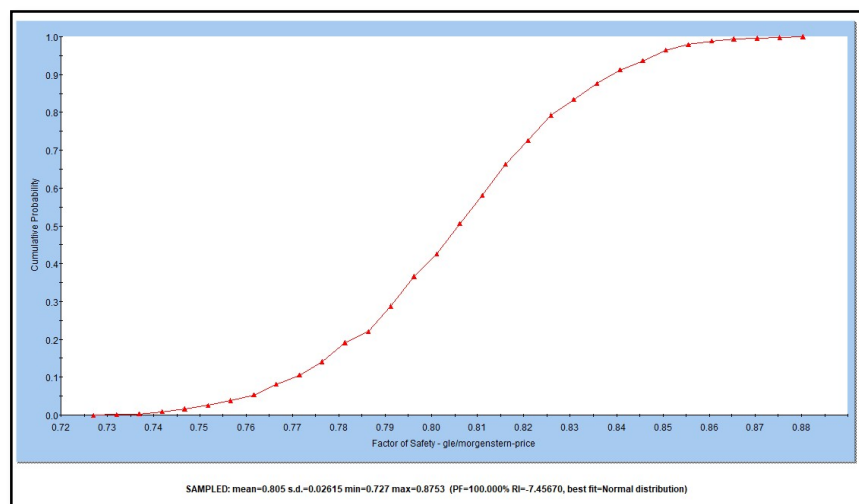
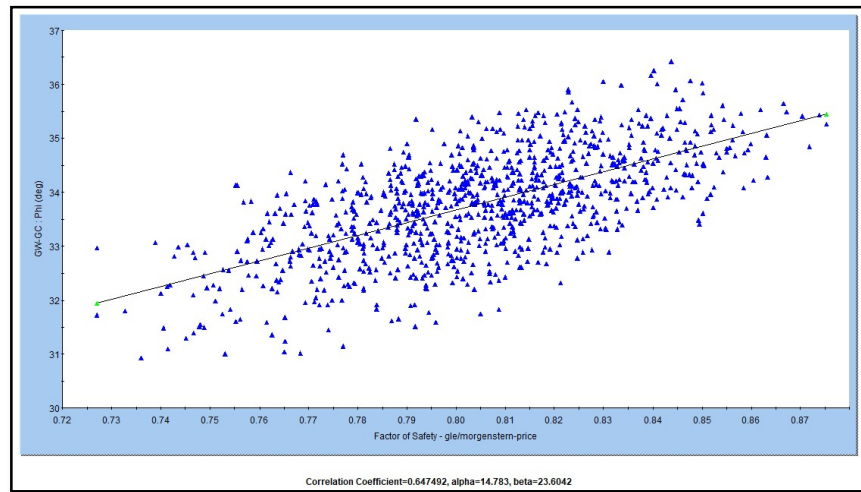


Figura 23.

Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+910

**Figura 24.**

Análisis probabilístico dinámico, sección 60+910

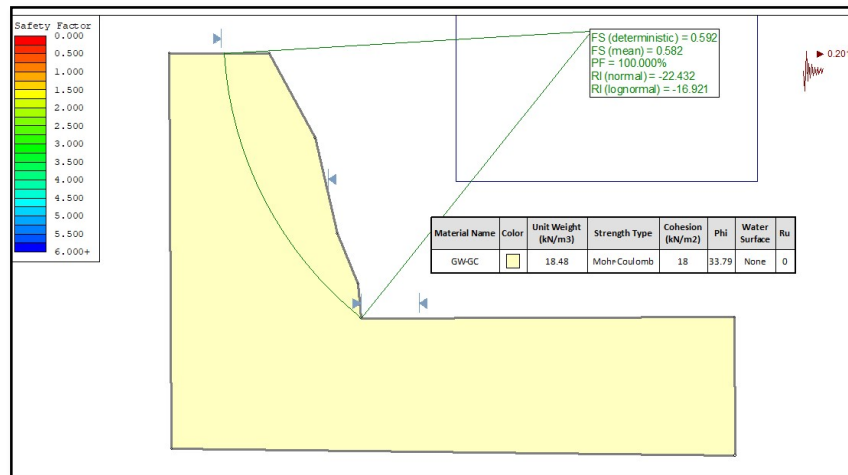
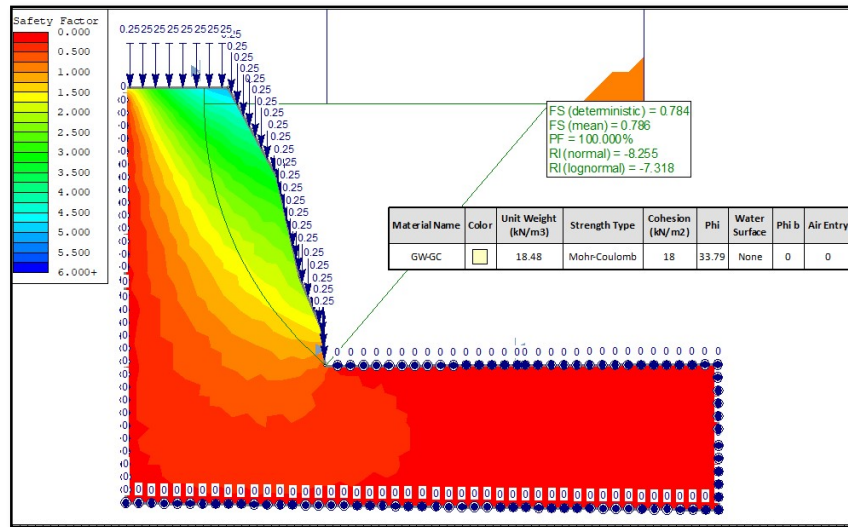


Figura 25.

Análisis de probabilidad estático con infiltración por precipitaciones, sección 60+910

**Figura 26.**

Análisis probabilístico dinámico con infiltración por precipitaciones, sección 60+910

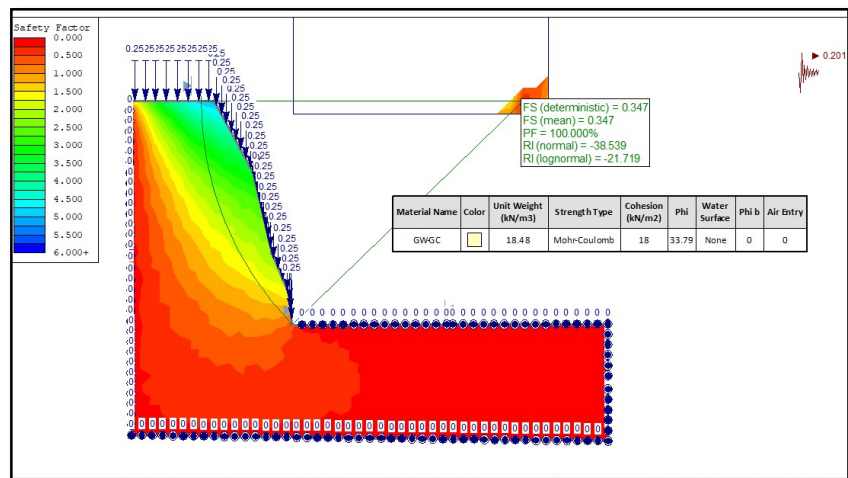
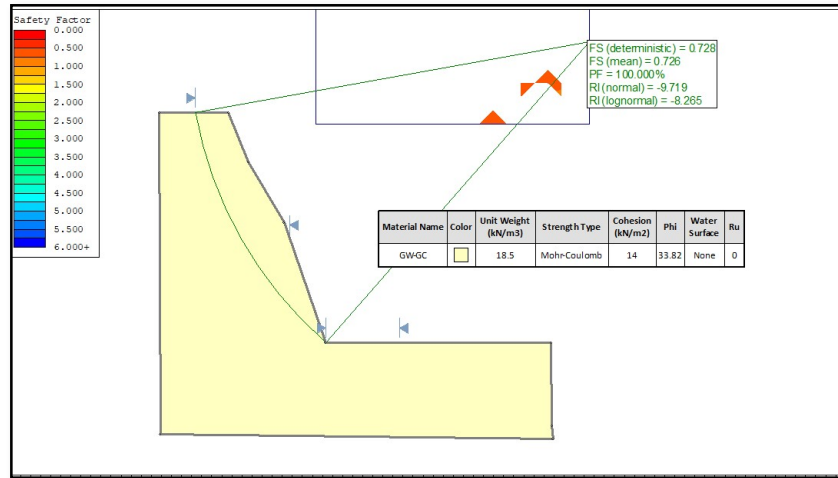


Figura 27.

Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+950

**Figura 28.**

Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+950

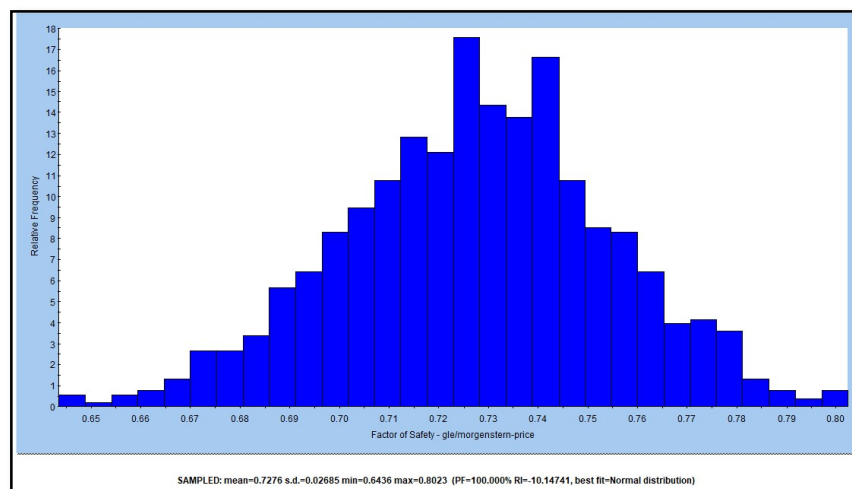
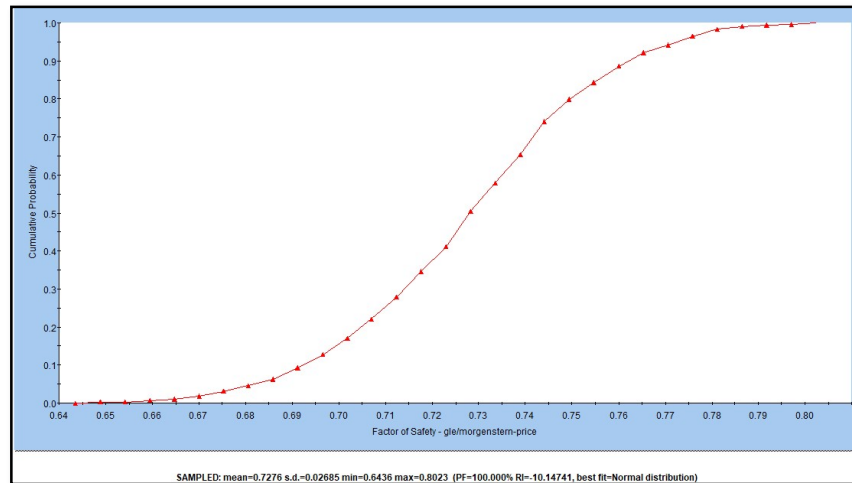


Figura 29.

Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+950

**Figura 30.**

Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+950

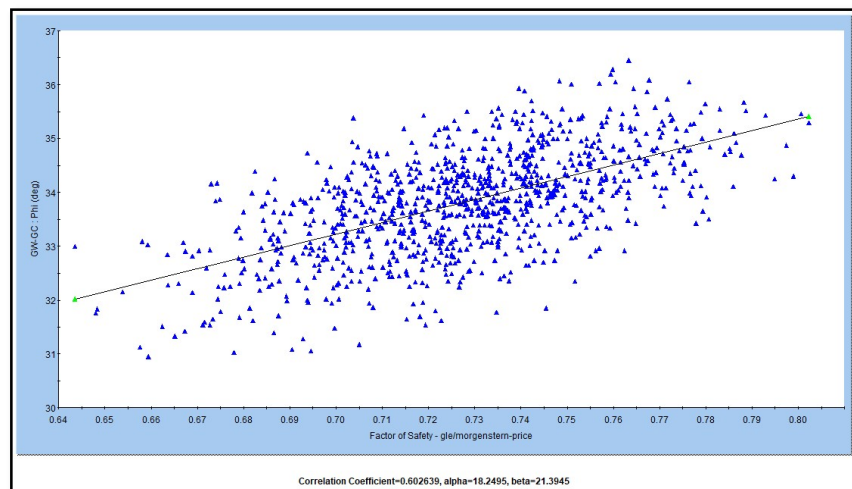


Figura 31.
Análisis probabilístico dinámico, sección 60+950

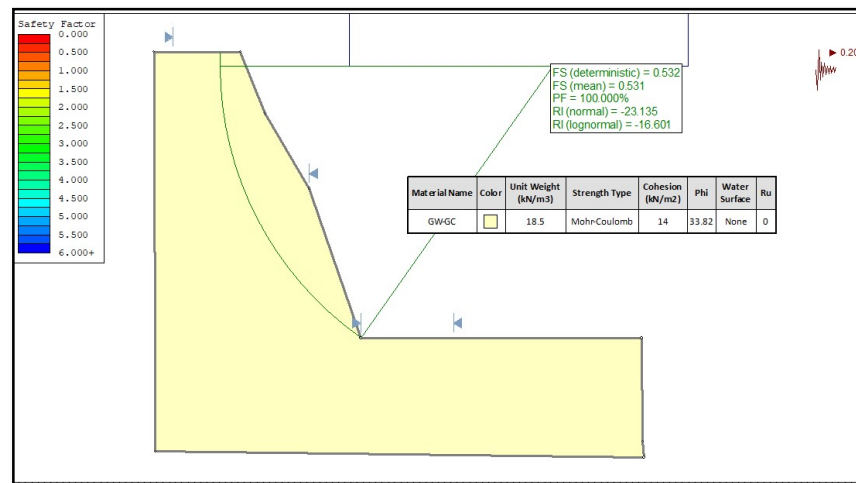


Figura 32.
Análisis de probabilidad estático-infiltración de lluvias, sección 60+950

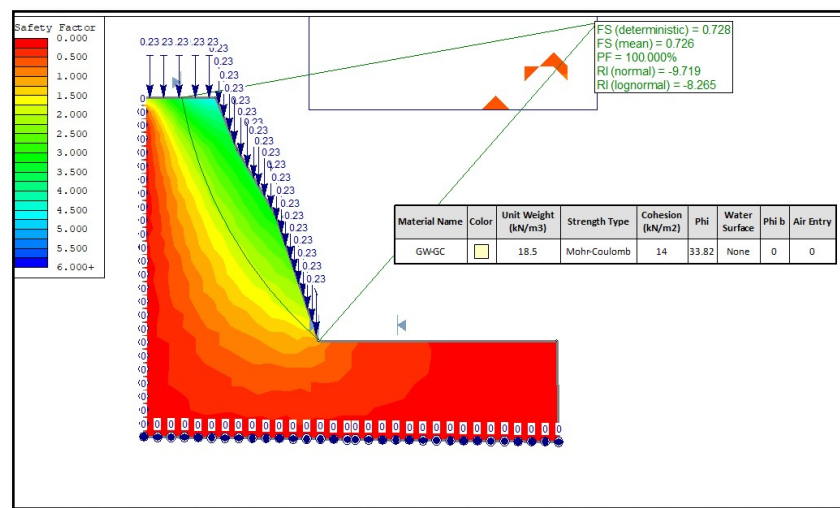
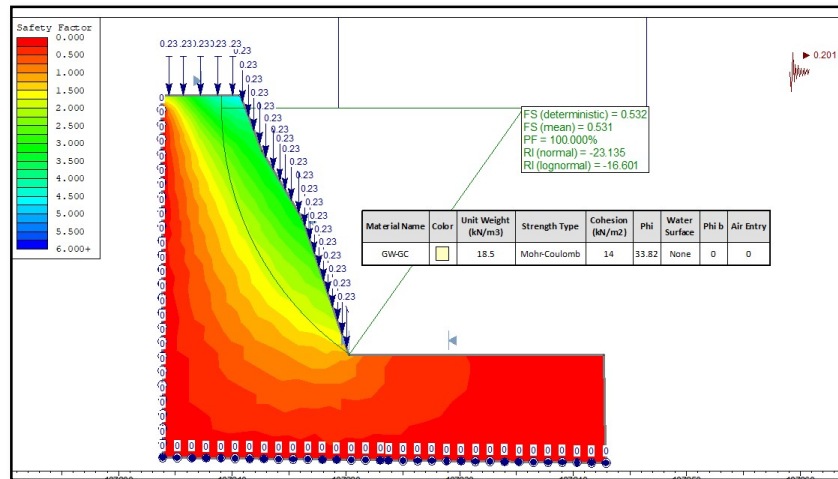


Figura 33.

Análisis probabilístico índice dinámico afectado por precipitaciones, sección 60+950

**Figura 34.**

Análisis probabilístico estático con el programa Slide, sección 60+990

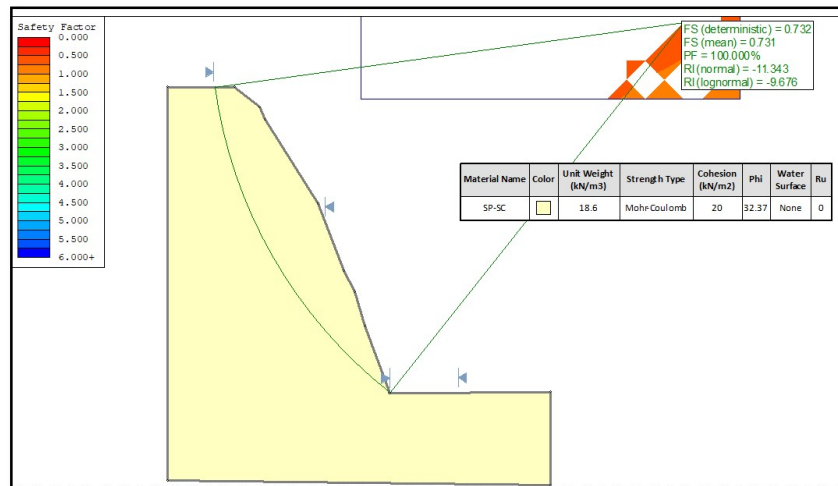
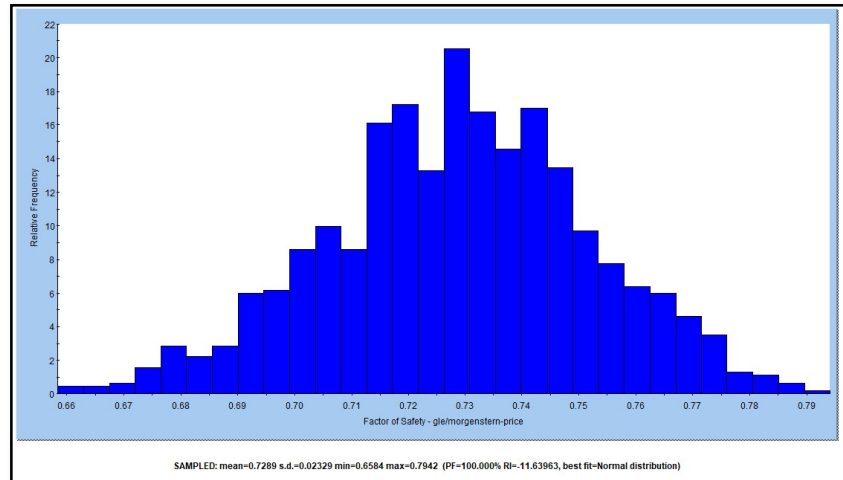


Figura 35.

Análisis probabilístico, Histograma del F.S. estático, sección 60+990

**Figura 36.**

Análisis probabilístico gráfico acumulativo del índice de seguridad estático de la sección 60+990

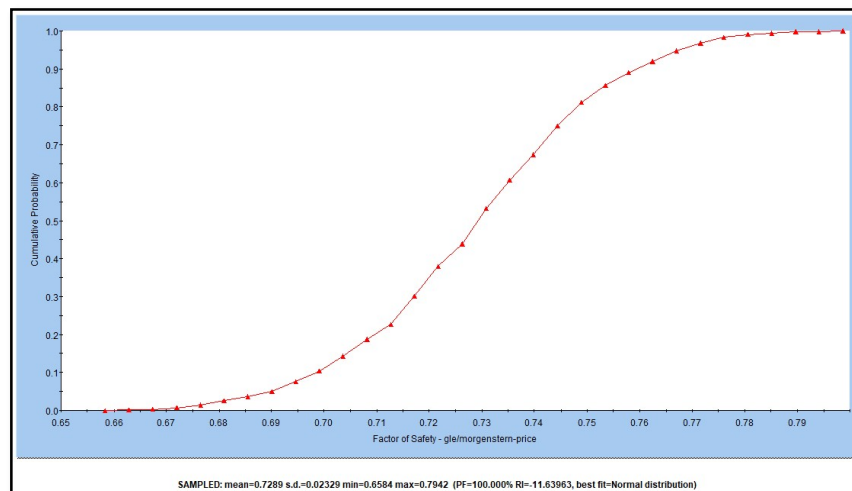
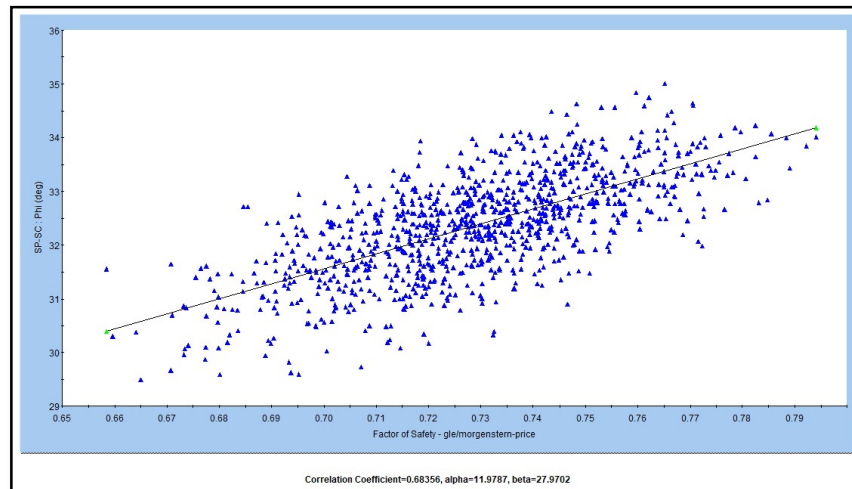


Figura 37.

Análisis probabilístico ángulo de fricción Vs FS, sección 60+990

**Figura 38.**

Análisis probabilístico dinámico, sección 60+990

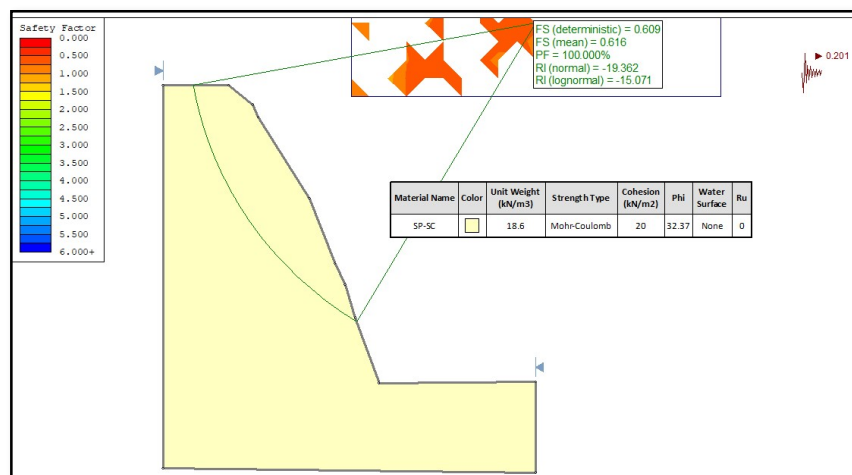
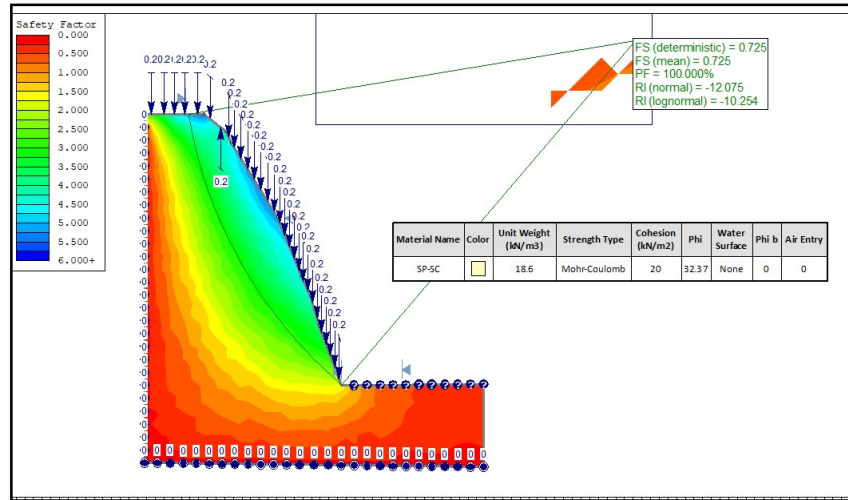
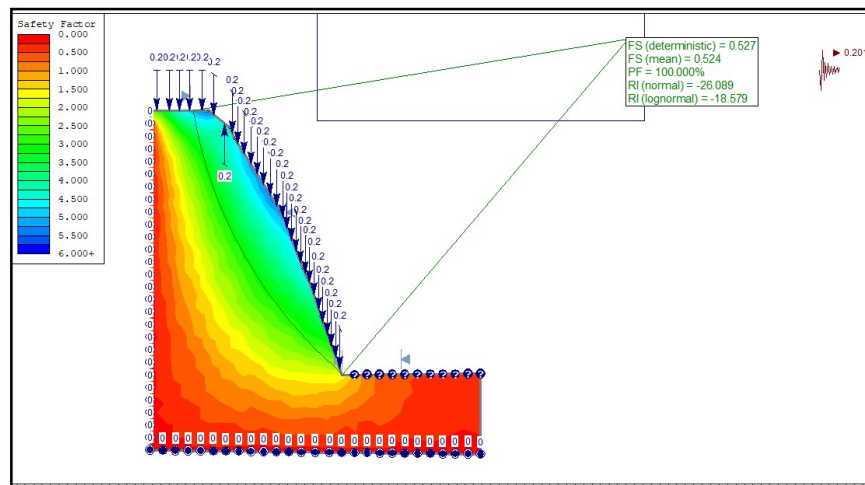


Figura 39.

Análisis de probabilidad estático con infiltración por precipitaciones, sección 60+990

**Figura 40.**

Análisis probabilístico dinámico con infiltración por precipitaciones, sección 60+990



4.3.5. Comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico,

Se han determinado los índices de seguridad estático y dinámico, así como los índices estático y dinámico bajo infiltración de agua para las tres secciones. Los resultados indican que los factores de seguridad estáticos son superiores a los dinámicos o pseudoestáticos, los cuales reflejan la resistencia del talud frente a eventos sísmicos.

Además, los índices de seguridad disminuyen con la infiltración de agua tanto en condiciones estáticas como dinámicas sin lluvia, lo que indica que las precipitaciones son un factor clave que provoca deslizamientos de taludes. en el sector Pariacoto, tramo Casma – Huaraz.

Se ha determinado que las tres secciones presentan factores de seguridad estático y dinámico con una probabilidad de falla del 100%. Sin embargo, los factores de seguridad ante la infiltración de precipitaciones pluviales, tanto en condiciones estáticas como dinámicas, también son inferiores, con una probabilidad de falla del 100%. Esto destaca la significativa influencia de las precipitaciones pluviales como un factor determinante en los deslizamientos de taludes. en el sector Pariacoto, tramo Casma – Huaraz.

Los resultados del modelo determinístico nos proporcionar un único factor de seguridad, indicando la estabilidad del talud bajo condiciones estáticas o dinámicas, estáticos o dinámicos con infiltración. Por otro lado, el modelo probabilístico no da resultados con una distribución de probabilidades de falla o factor de seguridad, reflejando la variabilidad en los datos de entrada.

Al comparar ambos resultados, se puede observar cómo la incertidumbre en los parámetros afecta la estabilidad del talud. El modelo probabilístico suele ser más conservador, ya que considera todas las posibles combinaciones de valores de parámetros.

4.4. PRUEBA ESTADISTICA

Se busca realizar una comparación entre los riesgos de deslizamiento en taludes, utilizando dos enfoques diferentes: el modelo probabilístico y el modelo determinístico. Obteniendo los valores de los parámetros del suelo, como el ángulo de fricción, la cohesión y la permeabilidad. Estos registros comprenden resultados de pruebas de laboratorio y finalmente se obtiene los valores de factor de seguridad estático y dinámico realizando el modelamiento con el programa Slide.

4.5. COMPROBACION DE HIPOTESIS

Verificación de hipótesis general

Los riesgos en el deslizamiento de taludes se analizan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

H0: Los riesgos en el deslizamiento de taludes No se analizan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico

H1: Los riesgos en el deslizamiento de taludes Si se analizan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico

Al evaluar los riesgos asociados al deslizamiento de taludes, la caracterización geotécnica proporcionó resultados concretos tanto en el laboratorio como en el análisis teórico del terreno natural. Se determinaron los factores de seguridad estático y dinámico (ver Tablas 11 y 12) mediante modelos probabilísticos y determinísticos con el software Slide, los cuales resultaron ser menores que 1.5 en condiciones estáticas y 1.25 bajo condiciones sísmicas.

Por lo tanto, se concluye que el talud es inestable según los criterios establecidos en MVCS Norma CE.20, (2018). Con base en estos resultados, la probabilidad de falla es del 100%, lo cual lleva al rechazo de la hipótesis nula (H0) y a la aceptación de la hipótesis alternativa (H1). Estos hallazgos demuestran la inestabilidad del talud al evaluar el factor de seguridad mediante enfoques probabilísticos y determinísticos.

Verificación de hipótesis específicas 1

Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo probabilístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

H0: Los riesgos en el deslizamiento de taludes No se evalúan adecuadamente mediante los modelos probabilístico

H1: Los riesgos en el deslizamiento de taludes Si se evalúan adecuadamente mediante los modelos probabilístico

La hipótesis nula (H0) ha sido descartada a favor de la hipótesis alternativa (H1), dado que la investigación muestra consistentemente una probabilidad de falla del 100% (ver Tabla 17) en todos los análisis de las secciones del talud utilizando el método probabilístico.

Comprobación de hipótesis específicas 2

Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

H0: Los riesgos en el deslizamiento de taludes No se evalúan adecuadamente mediante los modelos determinístico

H1: Los riesgos en el deslizamiento de taludes Si se evalúan adecuadamente mediante los modelos determinístico

Se ha rechazado la hipótesis nula (H0) en favor de la hipótesis alternativa (H1). La investigación demuestra que los factores de seguridad resultaron ser menores que 1.5 en condiciones estáticas y 1.25 tanto en condiciones estáticas como dinámicas, incluyendo la dinámica con infiltración. Esto indica la inestabilidad del talud, ya que los valores están por debajo de los límites establecidos en MVCS Norma CE.20, (2018) Suelos y Taludes. Por lo tanto, se concluye que el talud es inestable y presenta riesgo de falla (ver Tabla 16) en todas las secciones analizadas según el método determinístico.

Comprobación de hipótesis específicas 3

Los resultados de riesgos en el deslizamiento de taludes se comparan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.

H0: Los riesgos en el deslizamiento de taludes No se comparan con efectividad por los modelos probabilístico y determinístico

H1: Los riesgos en el deslizamiento de taludes Si se comparan con efectividad por los modelos probabilístico y determinístico

Se ha rechazado la hipótesis nula (H0) a favor de la hipótesis alternativa (H1), dado que, según la investigación, los resultados indican un riesgo de falla con una probabilidad del 100% (ver Tablas 17) en todos los análisis de las secciones del talud utilizando tanto el método probabilístico como el determinístico.

Tabla 11.

Factores de seguridad determinístico con el programa Slide

Sección del talud	Método determinístico (Taylor)			
	Estático	Dinámico	Estático con infiltración	Dinámico con infiltración
60+910	0.792	0.592	0.784	0.347
60+950	0.728	0.532	0.725	0.527
60+990	0.732	0.609	0.725	0.527

Tabla 12.

Factores de seguridad probabilístico con el programa Slide

Secciones del talud	Método probabilístico (Monte Carlo)			
	Estático	Dinámico	Estático con infiltración	Dinámico con infiltración
60+910	0.794	0.582	0.786	0.347
60+950	0.726	0.531	0.726	0.531
60+990	0.731	0.616	0.725	0.524

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Nuestros resultados muestran que el modelo determinístico proporciona un único factor de seguridad que indica la estabilidad del talud

bajo diversas condiciones estáticas o dinámicas, incluyendo infiltración. En contraste, el modelo probabilístico ofrece resultados con una distribución de probabilidades de falla o factor de seguridad, reflejando la variabilidad en los datos de entrada, coincidiendo con los resultados obtenidos por ambos enfoques lo que coincide con los resultados obtenidos por Tórrez & Medinaceli, (2021) en su investigación titulada “Aplicación de la simulación de Montecarlo a la evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en roca”, donde se verifica que la simulación de Montecarlo permite el análisis probabilístico de la estabilidad de taludes en roca en los que la modalidad previsible de fallamiento es la falla en cuña; en otras palabras, permite enriquecer la información proporcionada por un factor de seguridad sobre la estabilidad de un talud con la probabilidad de falla del talud. Si el factor de seguridad de un talud es, por ejemplo, igual a 1,2; teóricamente, el talud es estable (factor de seguridad superior a la unidad); Sin embargo, la principal interrogante que enfrenta el ingeniero encargado de evaluar la estabilidad del talud es si el talud será verdaderamente estable, considerando la considerable incertidumbre asociada a algunas de las variables involucradas en el cálculo del factor de seguridad. Cuando el factor de seguridad se acompaña de una probabilidad de falla del talud, por ejemplo, del 0,010 o 1%, es probable que el ingeniero concluya que el talud es estable. En contraste, si la probabilidad de falla del talud es del 0,450 o 45%, el ingeniero probablemente tendrá serias reservas acerca de la estabilidad del talud. En resumen, comprender la probabilidad de que un talud falle facilita una toma de decisiones más informada.

Asimismo, con los hallazgos de Torres Chung, (2020). En su investigación titulada “Evaluación de riesgo de deslizamientos y propuesta geotécnica de la trocha Ayash-Huaripampa tramo km 3+260 al km 3+300” Se concluye que, para la evaluación precisa del riesgo de deslizamiento, se utilizaron dos enfoques metodológicos: la Serie de Taylor y Monte Carlo, aplicando los métodos Bishop Simplificado y Morgenstern-Price

respectivamente. Esto se debió a la consideración de la variabilidad e incertidumbre de los parámetros de análisis, obteniendo resultados significativos en cuanto al factor de seguridad, La probabilidad de falla se refiere a la posibilidad de que ocurra un evento no deseado, mientras que el "índice de confiabilidad" indica la medida de certeza o seguridad en los resultados obtenidos; En contraste, el método de Morgenstern-Price, que se basa en la simulación de Monte Carlo, asegura el equilibrio de fuerzas y momentos entre cada dovela, a diferencia del método de Bishop Simplificado, que solo cumple con el equilibrio de momentos. Esto resultó en una probabilidad de falla más alta para el método de Monte Carlo, con un 34.3%, comparado con el 30% obtenido con la Serie de Taylor. Además, se observaron índices de confiabilidad de 0.371 y 0.316, respectivamente, para ambos métodos.

Así también, Fernández et al., (2018) en su investigación titulada "Evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en suelos residuales de granito completamente descompuesto". Está de acuerdo con nuestros hallazgos al afirmar que el análisis probabilístico es una herramienta efectiva en la actualidad, aprovechando los avances tecnológicos y la capacidad para incorporar la incertidumbre natural en problemas que tradicionalmente se abordan de manera determinística. El empleo conjunto de ambas metodologías será provechoso para la ingeniería geológica y geotécnica, no solo para seleccionar un factor de seguridad adecuado, sino también para enriquecer la perspectiva en la gestión de estos problemas, al considerar una gama más amplia de factores en el análisis y mejorar así la toma de decisiones. No obstante, es crucial ser cautelosos con las simplificaciones empleadas en el análisis probabilístico, las cuales podrían subestimar la probabilidad de que un talud falle. El desafío actual en este campo consiste en establecer el riesgo que se considera aceptable, es decir, determinar cuál es la probabilidad de que ocurra un fallo que se puede tolerar al evaluar la estabilidad de un talud o estructura, y qué criterios deben utilizarse para establecerlo.

Estos hallazgos respaldan la idea de que el análisis probabilístico tiene una función crucial en la ingeniería geológica y geotécnica moderna al integrar la incertidumbre natural en problemas que tradicionalmente se han abordado de manera determinística, aprovechando el uso de tecnologías avanzadas. La combinación de estas dos metodologías en la evaluación de problemas complejos amplía el enfoque analítico y mejora la toma de decisiones al tener en cuenta diversas variables. No obstante, es importante usar con prudencia las simplificaciones en el análisis probabilístico para evitar subestimar la probabilidad de que ocurra un fallo. Un reto importante consiste en establecer el nivel de riesgo aceptable al determinar la probabilidad de fallo adecuada para evaluar la estabilidad de taludes o estructuras, y en definir los criterios relevantes para este propósito.

Tabla 13.

Composición del suelo promedio

CALICATA	GRAVE	ARENA	FINOS
	%	%	%
C-1	67.50	26.10	6.40
C-2	52.00	39.40	8.60
C-3	34.30	54.00	11.70
Promedio	51.26	39.83	8.90

El índice de plasticidad promedio del grupo de muestras analizadas es del 7.63, el promedio del límite líquido 25.26% y el promedio del límite plástico 17.63%. así como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14.

Valores de límite de consistencia del suelo promedio

CALICATA	LL	LP	IP
-----------------	-----------	-----------	-----------

C-1	24.20	16.90	7.30
C-2	25.10	17.60	7.50
C-3	26.50	18.40	8.10
Promedio	25.26	17.63	7.63

Mientras que las propiedades mecánicas del suelo caracterizan al suelo con un valor para el ángulo de fricción Tabla 15, que varía desde 32.37° a 33.82° , con un valor medio (mediana) de 33.32° , y la cohesión varía entre valores de 1.14 ton/m² a 2.00 ton/m², con un valor promedio de (mediana) de 1.64 Ton/m²

Tabla 15.

Valores de propiedades mecánicas del suelo promedio

Calicata	ϕ	Cohesión	
	($^\circ$)	(kg/cm ²)	(Ton/m ²)
C-1	33.79	0.18	1.80
C-2	33.82	0.14	1.14
C-3	32.37	0.20	2.00
promedio	33.32	1.64	

Al efectuar el análisis en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Según el enfoque determinístico de Taylor Tabla 16, se ha observado que el factor de seguridad (F.S.) promedio en condiciones estáticas, incluyendo infiltración, es de 0.751 y 0.745, respectivamente. Estos valores están por debajo del mínimo requerido de 1.50 para la estabilidad de taludes según MVCS Norma CE.20, (2018), Esto sugiere que el talud en la zona de Pariacoto es inestable en condiciones estáticas debido a su propio peso, exacerbado por las precipitaciones pluviales continuas como un factor desencadenante. Además, el factor dinámico o pseudoestático del talud, considerando la infiltración, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Los valores son de 0.578 y 0.467

respectivamente, los cuales están por debajo del mínimo requerido de 1.25 para la estabilidad de taludes según MVCS Norma CE.20, (2018). Por consiguiente, el talud en la zona de Pariacoto es inestable ante eventos sísmicos.

Tabla 16.

Factores de seguridad determinístico (Taylor) con el programa Slide

Método determinístico (Taylor)					
Secciones del talud	Estático	Dinámico	Estático con infiltración	Dinámico con infiltración	Riesgo de falla
60+910	0.792	0.592	0.784	0.347	Si
60+950	0.728	0.532	0.725	0.527	Si
60+990	0.732	0.609	0.725	0.527	Si
promedio	0.751	0.578	0.745	0.467	Si

Tabla 17.

Factores de seguridad probabilístico (Monte Carlo) con el programa Slide

Método probabilístico (Monte Carlo)					
Secciones del talud	Estático	Dinámico	Estático con infiltración	Dinámico con infiltración	Probabilidad de falla
60+910	0.794	0.582	0.786	0.347	100%
60+950	0.726	0.531	0.726	0.531	100%
60+990	0.731	0.616	0.725	0.524	100%
promedio	0.750	0.576	0.746	0.467	100%

Al efectuar el análisis del talud en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Se ha calculado utilizando la metodología probabilística de Monte Carlo tal como se muestra en la tabla 17. que el factor de seguridad (F.S.) promedio en condiciones estáticas, incluyendo

infiltración, es de 0.750 y 0.746, respectivamente. “Estos valores son inferiores al mínimo requerido de 1.50 para la estabilidad de taludes” según la MVCS Norma CE.20, (2018). Además, los valores del factor de seguridad dinámico y con infiltración son 0.576 y 0.467 respectivamente, los cuales son menores al mínimo requerido de 1.25 para asegurar la estabilidad de los taludes bajo condiciones sísmicas según MVCS Norma CE.20, (2018) aplicable. Dado que tanto el F.S. estático como el pseudo estático no cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la normativa, se concluye que en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, El talud muestra inestabilidad bajo su propio peso en condiciones estáticas, siendo las precipitaciones pluviales el factor principal que desencadena el movimiento de masa. Igualmente, bajo condiciones dinámicas, el talud muestra inestabilidad frente a eventos sísmicos, especialmente si estos coinciden con precipitaciones intensas. Según los resultados, también se observa que a medida que aumenta la severidad del evento desencadenante transitando desde condiciones estáticas a estáticas con lluvias, luego a condiciones dinámicas y finalmente a dinámicas con lluvias, la seguridad se reduce. Sin embargo, la probabilidad de que ocurra un comportamiento similar es menor a medida que intensifica el evento desencadenante y disminuye la seguridad.

Otra observación relevante es que el método probabilístico de Monte Carlo facilita calcular la probabilidad de que ocurra un fallo, la cual fue del 100% en todos los casos analizados. Esto significa que, de las 1000 simulaciones realizadas por el programa Slide para evaluar la estabilidad del talud, en todas se observaron condiciones de fallo. en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, En todos los escenarios evaluados, el talud experimenta colapso. Además, este método proporciona representaciones visuales como histogramas, gráficos de dispersión y curvas acumulativas del índice de seguridad, lo que permite una representación más precisa de los resultados. Al comparar los

resultados del análisis de estabilidad del talud en el sector Pariacoto utilizando las metodologías determinísticas de Taylor y probabilística de Monte Carlo, se observaron similitudes notables con diferencias mínimas, típicamente en la milésima decimal. Esto sugiere que ambos enfoques son herramientas efectivas para este tipo de análisis. No obstante, Monte Carlo muestra directamente el porcentaje de falla del talud, lo que elimina la necesidad de hacer cálculos adicionales. Por consiguiente, este estudio confirma la mayor eficacia de la metodología de Monte Carlo, especialmente en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Al revisar la Tabla 16 y la Tabla 17, se comprueba que los factores de seguridad estimados por ambos métodos son consistentes, lo que confirma su utilidad para la evaluación de la estabilidad de taludes. Sin embargo, es importante señalar que Monte Carlo demuestra una precisión superior cuando hay una cantidad sustancial de datos disponibles sobre los parámetros de mecánica de suelos.

CONCLUSIONES

1. Se ha establecido que el talud presenta un riesgo extremadamente elevado de colapso, con una probabilidad de falla del 100% en caso de fuertes precipitaciones o sismos.
2. Según el modelo probabilístico los riesgos en el deslizamiento de taludes en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma, Se ha calculado que el promedio del índice de seguridad estático con infiltración es 0.750 y 0.746, mientras que para el índice de seguridad dinámico con infiltración es 0.576 y 0.467, respectivamente.

Esto señala que tanto los índices de seguridad estático como pseudoestático son inferiores a los valores mínimos requeridos por la normativa (1.50 y 1.25, respectivamente). Por lo tanto, se deduce que el talud carece de estabilidad bajo condiciones estáticas debido a la acción de la gravedad, que desencadena deslizamientos, los cuales se agravan con las lluvias. Además, en condiciones dinámicas, el talud también exhibe inestabilidad frente a eventos sísmicos, especialmente cuando ocurren simultáneamente con lluvias.
3. Según el modelo determinístico los riesgos en el deslizamiento de taludes en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma, se ha determinado que el factor de seguridad promedio es 0.751 para condiciones estáticas y 0.745 con infiltración, ambos valores por debajo de 1.50. Esto indica que el talud es inestable bajo su propio peso en condiciones estáticas, agravado por las precipitaciones pluviales continuas como un factor desencadenante. Para condiciones dinámicas, El índice de seguridad con infiltración es 0.578 y 0.467, en ese orden. ambos valores están por debajo de 1.25, lo que confirma la inestabilidad del talud ante un evento sísmico.
4. De la comparación de riesgos en el deslizamiento de taludes, ambos modelos (determinístico y probabilístico) muestran que el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, presenta una alta vulnerabilidad a deslizamientos debido a factores como la inestabilidad geológica, las pendientes pronunciadas y las condiciones climáticas extremas, especialmente durante

lluvias intensas o eventos sísmicos. La combinación de ambos enfoques proporciona una visión más completa de la vulnerabilidad, lo que resulta beneficioso en áreas como la ingeniería civil, geotécnica y de minas, al facilitar la evaluación de factores de seguridad para taludes y ampliar el uso de análisis probabilísticos en el diseño de infraestructuras como fundaciones, presas y estructuras de contención.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Provias Nacional y las autoridades locales utilizar los hallazgos de la investigación como fundamentación técnica y científica para abordar la inestabilidad del talud en el sector Pariacoto de la carretera Huaraz – Casma, dado que es una zona propensa a deslizamientos que ha sido descuidada por las autoridades hasta la fecha.
2. Considerando la inestabilidad crítica del talud en el sector de Pariacoto, que presenta elevados riesgos tanto en condiciones estáticas como frente a eventos dinámicos, como sismos, es imperativo implementar medidas de mitigación estructural para reducir la probabilidad de deslizamientos. En particular, se recomienda el diseño y ejecución de muros de contención apropiados, los cuales permitirán estabilizar el talud y prevenir la activación de deslizamientos en áreas vulnerables. Además, es esencial la instalación de sistemas de drenaje eficientes que faciliten la evacuación controlada de aguas pluviales y subterráneas, reduciendo así la saturación del suelo y disminuyendo el riesgo de movimientos en masa. Estas intervenciones, en conjunto, son cruciales para mejorar la estabilidad geomorfológica del talud, especialmente en el contexto de sismos, y para mitigar los riesgos asociados, protegiendo tanto la infraestructura vial como la seguridad de la población circundante.
3. Se sugiere a los ingenieros civiles, consultores, profesores, investigadores y estudiantes que utilicen el método probabilístico de Monte Carlo para evaluar la estabilidad de taludes. Aunque no esté ampliamente adoptado en el país, según la literatura y los hallazgos de este estudio, este método ofrece una mayor precisión, exactitud y nuevas formas de presentar los resultados.

REFERENCIAS

- Ayensa Jimenez, J. (2016). *Un modelo probabilístico el cálculo Superior de Ingeniería estructural de sistemas*. <https://idus.us.es/handle/11441/48284>
- Blas Cano, J. W. (2023). *Caracterización geotécnica para determinar el modelo de estabilización de talud a escala reducida, barrio Los Olivos, Independencia, Huaraz, Ancash, Perú – 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/20358>
- Braja, M. Das. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones Séptima edición* (7th ed.). https://www.academia.edu/38216612/Fundamentos_de_Ingeniería_de_Cimentaciones
- Braja, M. Das. (2015). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica* (4th ed.). https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das?uc-g-sw=36776734
- Bravo Oscco, P. (2020). Análisis estratégico de evaluación, “Estabilidad de taludes de Ccaccañan” distrito Tambobamba, provincia de Cotabambas – región Apurímac periodo 2019. In *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5737>
- Breña Vasquez, C. H. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra ; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple , Cajamarca - Peru* [Tesis de maestría en Geología con mención en Geotecnia]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11386>
- Bustos Cabrera, C. D., & Datun Sanango, Í. M. (2021). *Alternativas de diseño de estabilización de taludes (terraceo y soil nailing) tomando en cuenta los costos de movimientos de tierras en función de la distancia de escombreras*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53984>
- CEPLAN. (2017). Directiva para la Formulación y Actualización del Plan

Estratégico de Desarrollo Nacional, Directiva N°001-2017-CEPLAN/PCD. *Ceplan*, 1–18.
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1693125/Modificación de la Directiva N° 001-2017-CEPLAN/PCD - Versión modificada a febrero de 2021.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1693125/Modificación%20de%20la%20Directiva%20N%C2%BA%20001-2017-CEPLAN/PCD%20-%20Versi%C3%B3n%20modificada%20a%20febrero%20de%202021.pdf)

Cho, S. E. (2007). *Efectos de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo sobre la estabilidad de taludes*. 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2007.03.006>

Escobar Toro, L. J., & Valencia Gonzáles, Y. (2012). Análisis De Estabilidad Y Probabilidad De Falla De Dos Taludes De Suelo Tropical En La Autopista Medellín – Bogotá En El Tramo De Vía Entre Marinilla Y Santuario . Analysis and Probability of Failure of Two Tropical Soil Slope of Highway Medellin - Bogota. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 31, 51–64.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31253>

Fernández, W., Villalobos, S., & King, R. (2018). Evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en suelos residuales de granito completamente descompuesto. *Revista Ingeniería de Construcción*.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000100005&script=sci_abstract

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2004). Ingeniería Geológica. In *Pearson Education*.
[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro 2.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro%202.pdf)

Hermoza, L. (2023, March 12). Derrumbe de cerro sobre bus interprovincial ocasiona daños a la vida y salud de las personas. *Ancash Noticias*.
<https://ancashnoticias.com/2023/03/13/derrumbe-de-cerro-sobre-bus-interprovincial-ocasiona-danos-a-la-vida-y-salud-de-las-personas-en-el-tramo-caraz-huallanca/>

- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. <https://es.slideshare.net/TATIANAMILAGROSCRUZR/libro-metodologia-de-la-investigacion-sampieri-6ta-edicion-14pdf>
- Lascano, J. S., Saraguro, R., Quinatoa, C., Tapia, J., & Chiza, L. (2023). *Demand Estimation for an Electric Vehicles Charging Station Through the Application of Probabilistic Methods Estimación de la Demanda de una Estación de Carga para Vehículos Eléctricos Mediante la Aplicación de Métodos Probabilísticos*. 20, 52–64. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rte/v20n1/2602-8492-rte-20-01-00052.pdf>
- Medina Zaldívar, Y., & Cartaya Pires, M. (2018). Uso del software Slide para el análisis del comportamiento sísmico de taludes. *Ciencia & Futuro*, 8(2), 1–17. https://www.researchgate.net/profile/Yasmany-Medina-Zaldivar/publication/347240940_Uso_del_software_Slide_para_el_analisis_del_comportamiento_sismico_de_taludes/links/5fd8c8ce92851c13fe8a8e9d/UsodelsoftwareSlideparael analisisdelcomportamiento-sism
- Mejia Perez, M. F. (2023). *Incorporación del análisis pseudoestático al sistema HsQI para la clasificación geotécnica de taludes en corredores viales*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84726>
- Morante Carballo, F., Carrión Mero, P., Ángel Chávez, M., Aguilar Aguilar, M., & Briones Bitar, J. (2019). Design of the stabilization solutions in the general patrimonial cemetery of Guayaquil, Ecuador. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2019-July(July)*, 24–26. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.368>
- Moreno Andrade, Y. Y. (2022). *Aplicación de la técnica, que utiliza el flujo de acumulación, para determinar sitios en los que se puedan presentar nuevos deslizamientos, en taludes adyacentes a la Transversal Central del Pacifico (Sector Tadó – La Virginia)*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83032>

- Moreno Rondoy, R. C., & Ayala Alarco, R. V. (2022). Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de la Costa Verde [Tesis de maestría con mención en Gestión de riesgos Naturales]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23844>
- Muñoz Martínez, J. D. (2019). *Estudio de la variación de los Parámetros Mecánicos de un Talud de Suelo Residual Tropical a través de la aplicación en Laboratorio de un Nutriente Precipitador de Carbonato de Calcio sobre sus Bacterias Nativas*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77474>
- MVCS Norma CE.20. (2018). Norma CE.020 “Suelos y Taludes.” *El Peruano*, 1–30. <https://ww.cdn.www.gob.pe>
- MVCS Norma E.030. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente. *El Peruano*, 53(9), 1689–1699. <http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>
- Ñaupas Paitan, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Paz Quiroz, F. (2023, March 20). Derrumbe de cerro afecta vía Casma - Huaraz. *Andina Agencia Peruana de Noticias*. <https://andina.pe/agencia/noticia-ancash-derrumbe-cerro-afecta-via-casma-huaraz-933412.aspx>
- Reyes, R. L. H. (2020). Causas del deslizamiento del Km. 78+600 al Km. 78+800 de la ruta centroamericana CA-9 Norte, municipio de Guatatoya, departamento el Progreso. In *Sustainability (Switzerland)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/328335555.pdf>
- Rivera Chanca, G. A., & Vicuña Ríos, L. D. (2023). Análisis probabilístico aplicado a la estabilidad de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Magdalena

del Mar. In *Universidad Peruana de Ciencias e Informática*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/26894>

Rivera Huaranga, N. (2022). “ *Estabilidad de Taludes en la carretera Cruz Blanca - Choten, Cajamarca.*” <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8700>

Suárez Díaz, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes. In *Publicaciones UIS* (Vol. 1).
<https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>

Tarazona Rincón, C. S. (2017). Modelo matemático para determinar el índice de inestabilidad de suelos arcillosos en laderas aprovechables para transporte carrozable – carretera de acceso a El Pinar – tramo 0+840 a 0+980, localidad de Huaraz – Áncash. In *Repositorio de Tesis - UNMSM*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/6852>

Torres Chung, C. R. (2020). Evaluación de riesgo de deslizamientos y propuesta geotécnica de la trocha Ayash-Huaripampa tramo km 3+260 al km 3+300. *Perfiles de Ingeniería*, 16(16), 13–22.
https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v20i15.3542

Tórrez, M. R., & Medinaceli, O. R. (2021). *Aplicación de la simulación de Montecarlo a la evaluación Probabilística de la estabilidad de taludes en roca*. 1974(4), 33–48. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2519-53522021000100004&script=sci_arttext

Valiente Sanz, R., Sobrecases Marti, S., & Díaz Orrego, A. (2015). *Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo*.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76781/taludes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villalaz, C. C. (2004). *Mecánica de suelo y Cimentaciones*.
<https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y->

cimentaciones-crespo-villalaz.pdf


APENDICE

Anexo 1. *Matriz de Consistencia*

MATRIZ DE CONSISTENCIA
ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL DESLIZAMIENTO DE TALUDES MEDIANTE LOS MODELOS PROBABILÍSTICO Y DETERMINÍSTICO EN EL SECTOR PARIACOTO, CARRETERA HUARAZ – CASMA, ANCASH 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿Cómo se analizan los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024?</p> <p>INTERROGANTES ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Se podrán evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo probabilístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024? • ¿Se podrán evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024? • ¿Se pueden comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024? 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Analizar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo probabilístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. • Evaluar los riesgos en el deslizamiento de taludes mediante el modelo determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. • Comparar los riesgos en el deslizamiento de taludes determinados por los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los riesgos en el deslizamiento de taludes se analizan con efectividad mediante los modelos probabilístico y determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo probabilístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. • Los riesgos en el deslizamiento de taludes se evalúan adecuadamente mediante el modelo determinístico en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. • Los resultados de riesgos en el deslizamiento de taludes son comparados por los modelos probabilístico y determinístico, en el sector Pariacoto, carretera Huaraz – Casma, Ancash 2024. 	<p>Variable independiente (X)</p> <p>X1: Modelo probabilístico Método de Taylor. Indicadores: -Factor de seguridad estático -Factor de seguridad dinámico</p> <p>X2: Modelo determinístico Dimensión: Método Monte Carlo Indicadores: -Factor de seguridad estático -Factor de seguridad dinámico</p> <p>Variable dependiente (Y)</p> <p>Y: Riesgo al deslizamiento de Taludes Dimensión: -Geometría del talud -Propiedades físicas del suelo -Propiedades mecánicas de suelos -Infiltración -Factores sísmicos Indicadores: Altura del talud Inclinación del talud Área de deslizamiento Granulometría Contenido de humedad Límites de consistencia Resistencia al corte Cohesión Angulo de fricción Conductividad Hidráulica Permeabilidad Factor zona Factor de suelo Coeficiente sísmico</p>	<p>Tipo de investigación Básica Enfoque de investigación Cuantitativa Nivel de investigación Relacional Diseño de la investigación No Experimental Ámbito de estudio Ciudad de Huaraz, específicamente en sector Pariacoto, Carretera Huaraz Casma. En el período marzo - junio 2024. Población La población identificada se ubica en los 100 metros de deslizamiento entre el Km 60+900 - 61+000 Muestra La muestra se considera igual que la población porque se estudiará en todo el deslizamiento. Unidad muestral: 03 muestras de 40 kg a los 10 m, 50 m y 90 m del deslizamiento. Técnicas de recolección de datos Técnica de extracción de muestras. Técnica de laboratorio de materiales. Técnica de observación. Técnica de análisis virtual. Instrumentos Protocolo de extracción de muestras. Ficha de análisis de laboratorio. Ficha de observación. Programa de cómputo Slide 6. Equipos de laboratorio.</p>
<p>Relevancia de la investigación: Esta investigación es relevante porque está enmarcada en los propósitos del ODS 9 que busca infraestructura sostenible y resiliente. Así como en los objetivos específicos que consideran el desarrollo sostenible y gestión ambiental (19), el desarrollo de la ciencia y tecnología (20), el ordenamiento y gestión territorial (34) y la gestión de desastres (33), que concatan con lo deseable por la investigación.</p>				

Anexo 2.
Ficha de laboratorio (contenido de humedad)

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CODIGO:	F.22.C.01
	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	VERSION:	01
		APROBADO:	GG
		FECHA:	14.08.2023
		PAGINA:	1 de 1

NORMA DE ENSAYO:	NTP 339.127	<input type="checkbox"/>	MTC E-108	<input type="checkbox"/>	ASTM D 2216	<input type="checkbox"/>
------------------	-------------	--------------------------	-----------	--------------------------	-------------	--------------------------


N° DE REGISTRO: C.M.C.....-202.....	FECHA DE ENSAYO:
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	MUESTRA :
	PROFUNDIDAD :

DESCRIPCION	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa Húmeda + Contenedor (M _{cw})	(gr)		
Masa Seca + Contenedor (M _{cs})	(gr)		
Masa del Contenedor (M _c)	(gr)		
Masa de Suelo Seco (M _s)	(gr)		
Masa del Agua (M _w)	(gr)		
Contenido de Humedad (w)	(%)		
Humedad Promedio (w)	(%)		

Nota: no es necesario completar los datos en la parte sombreada

Técnico Laboratorio C&M	Jefe de Laboratorio C&M	Ingeniero C&M
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

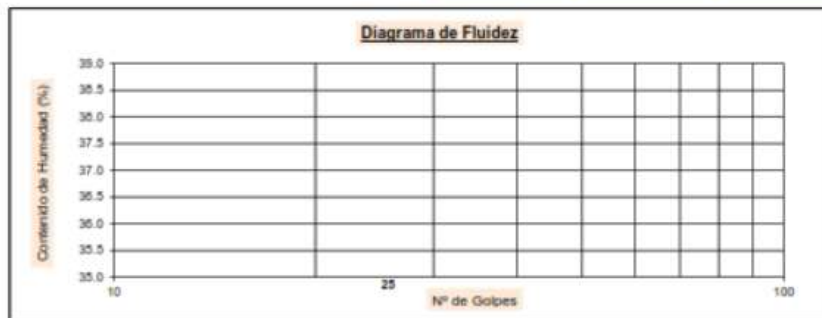
Anexo 3.
Ficha de laboratorio (Limite de consistencia)

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CODIGO: F.22.C.03
	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	VERSIÓN: 01
		APROBADO: GG
		FECHA: 14.08.2023
		PAGINA: 1 de 1

:NORMA DE ENSAYO	NTP 339.129	MTC E-110/111	ASTM D 4318
------------------	-------------	---------------	-------------

N° DE REGISTRO: CM.C.....-202.....	FECHA DE ENSAYO:
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	PROFUNDIDAD :

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-1	E-2	E-3
N° de golpes				
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	gr			
Masa de Suelo Seco + Recipiente	gr			
Masa del Recipiente	gr			
Masa del Suelo Seco	gr			
Masa del Agua	gr			
Contenido de Humedad	%			




DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Recipiente		
Masa Suelo Seco + Recipiente		
Masa del Recipiente		
Masa del Suelo Seco		
Masa del Agua		
Contenido de Humedad (%)		

RESULTADOS		
Índice de Flujo	Fi	(%)
Índice de consistencia	Ic	(%)
Límite Líquido	LL	(%)
Límite Plástico	LP	(%)
Índice de Plasticidad	IP	(%)

Nota: no es necesario completar los datos en la parte sombreada

Técnico Laboratorio C&M	Jefe de Laboratorio C&M	Ingeniero C&M
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Anexo 4.
Ficha de laboratorio (Granulometría)

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CODIGO: F.22.C.02
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	VERSIÓN: 01 APROBADO: GG FECHA: 14.08.2023 PAGINA: 1 de 1

NORMA DE ENSAYO: <input type="checkbox"/> NTP 339.128 <input type="checkbox"/>	MTC E-107 <input type="checkbox"/>	ASTM D 6913 <input type="checkbox"/>
--	------------------------------------	--------------------------------------

N° DE REGISTRO: C.M.C.....-202.....	FECHA DE ENSAYO:
-------------------------------------	------------------

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	PROFUNDIDAD :
MUESTRA :	TAMAÑO MÁXIMO :

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Masa Inicial Seca (gr) =	Masa Retenido 3" (gr) =
Masa Lavada y Seca (gr) =	% Que Pasa Tamiz N° 200 =

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que pasa
3"	75.000				
1 1/2"	37.500				
3/4"	19.000				
3/8"	9.500				
# 4	4.750				
# 8	2.360				
# 16	1.180				
# 30	0.600				
# 50	0.300				
# 100	0.150				
# 200	0.075				
< # 200	Fondo				


% GRAVA		% Gruesa :		D60 (mm) =	
		% Fina :		D30 (mm) =	
% ARENA		% Gruesa :		D10 (mm) =	
		% Media :		Coef. Unif. (Cu) =	
% FINOS		% Fina :		Coef. Conc. (Cc) =	



Técnico Laboratorio C&M	Jefe de Laboratorio C&M	Ingeniero C&M
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Anexo 5.


Ficha de laboratorio (Corte directo ángulo de fricción y cohesión)

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		CODIGO: F.22.C.06					
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS		VERSIÓN: 01					
		APROBADO: GG	FECHA: 14.08.2023					
		PAGINA: 1 de 1						
NORMA DE ENSAYO: NTP 339.171		MTC E-123	ASTM D 3080					
N° DE REGISTRO: CM.C.....202.....		FECHA DE ENSAYO:						
DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA:		MUESTRA:						
PROFUNDIDAD:		Tipo de dispositivo:						
Descripción	Unidades	Especimen de ensayo:						
		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN								
Ancho (B)	cm	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	
Espesor (e)	cm	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	
Área	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	
Volumen	cm ³	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	
PESO DEL ESPECIMEN								
Peso húmedo del espécimen	gr.							
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL ESPECIMEN								
Peso Suelo húm + recipiente	gr.							
Peso Suelo seco + recipiente	gr.							
Peso del recipiente	gr.							
Contenido de humedad (w)	%							
PESO UNITARIO DEL ESPECIMEN								
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³							
Peso Unitario seco (γ _s)	gr/cm ³							
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50		1.00		2.00		
Esfuerzo Normal (kg/cm ²) 0.50, 1.00 y 2.00	Tiempo (min)	Lect. Deform. Vertical (mm)	Deformación Normal (mm)	Lect. Deform. Vertical (mm)	Deformación Normal (mm)	Lect. Deform. Vertical (mm)	Deformación Normal (mm)	
	0.00							
	1.00							
	2.00							
	3.00							
	5.00							
	7.50							
	10.00							
	12.50							
	15.00							
	20.00							
	25.00							
	30.00							
ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03			
Lec. Deformac. Horizontal (mm)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Lec. Deformac. Horizontal (mm)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Lec. Deformac. Horizontal (mm)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00		0.00		0.00				
0.04		0.04		0.04				
0.09		0.09		0.09				
0.24		0.24		0.24				
0.49		0.49		0.49				
0.74		0.74		0.74				
1.00		1.00		1.00				
1.25		1.25		1.25				
1.50		1.50		1.50				
1.75		1.75		1.75				
2.00		2.00		2.00				
2.50		2.50		2.50				
3.00		3.00		3.00				
3.50		3.50		3.50				
4.00		4.00		4.00				
4.50		4.50		4.50				
5.00		5.00		5.00				
6.01		6.01		6.01				
7.01		7.01		7.01				
8.01		8.01		8.01				
9.01		9.01		9.01				
10.01		10.01		10.01				
11.02		11.02		11.02				
12.02		12.02		12.02				

Nota: no es necesario completar los datos en la parte subrayada

Técnico Laboratorio C&M	Jefe de Laboratorio C&M	Ingeniero C&M
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Anexo 6.
Ficha de laboratorio (Peso específico)

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	CODIGO: F.22.C.04
	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO	VERSION: 01
		APROBADO: GG
		FECHA: 14.08.2023
		PAGINA: 1 de 1

NORMA DE ENSAYO:	NTP 339.131 <input type="checkbox"/>	MTC E-113 <input type="checkbox"/>	ASTM D 854 <input type="checkbox"/>
------------------	--------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

N° DE REGISTRO: C.M.C.....-202.....	FECHA DE ENSAYO:	
DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	MUESTRA :	PROFUNDIDAD :

Descripción	Unid.	Símbolo	M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo que pasa tamiz			Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado			Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa de picnómetro + agua	gr	(M ₁)		
Masa de picnómetro + agua + suelo	gr	(M ₂)		
Masa de muestra seco al horno + recipiente	gr	(A)		
Masa del recipiente	gr	(B)		
Masa de muestra de suelo seco al horno (M ₃ = A-B)	gr	(M ₃)		
Peso Especifico Relativo de Sólidos (Gs = M ₃ / [(M ₂ - M ₁)])		Gs		
Peso Especifico Relativo de Sólidos Promedio		Gs		

Nota: no es necesario completar los datos en la parte sombreada

Técnico Laboratorio C&M	Jefe de Laboratorio C&M	Ingeniero C&M
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Anexo 7.
Ensayo de laboratorio C-1 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).

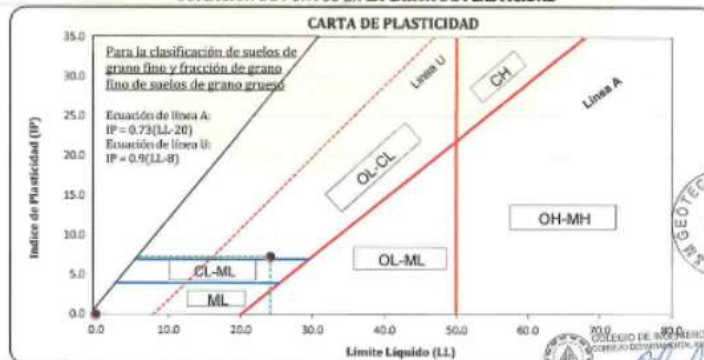


PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	MUESTREO POR: Interesado
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	TÉCNICO: C.C.G.
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	N° de Registro: CM.C.024-2024
FECHA	: 25/05/2024	

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR
(Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
(ASTM D2487, R1P 3.99.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD	0.00 - 43.00 m.
	CALICATA	T-01
	MUESTRA	Mab-01
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	81.80
	3/4"	59.00
	3/8"	44.80
	# 4	32.50
	# 8	22.90
	# 16	16.60
	# 30	12.40
LÍMITES DE CONSISTENCIA	# 50	9.60
	# 100	7.70
	# 200	6.40
	COEF. DE UNIFORMIDAD Cu	57.76
	COEF. DE CURVATURA Cc	2.51
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	67.50
	ARENA	26.10
	FINOS	6.40
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		46.80
LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL	24.20
	LP	16.90
	IP	7.30
CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.46
CLASIFICACIÓN SUCS		GW-GC
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Grava bien gradada con arcilla y arena

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



Observaciones:

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente

* El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro representante

Pág. 1 de 8

Av. Universitaria N° 947 - Shancayán - Independencia - Huaraz, Celular: 963025460 / 943484907

E-mail: informes@cmgeotec.com, administracion@cmgeotec.com



Anexo 8.

Ensayo de laboratorio C-1 (contenido de humedad)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QS).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA	: 21/05/2024	N° de Registro : CM.C.024-2024

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO (ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: T-01	MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 43.00 m.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{CHS})	(g.)	1152.40	1096.20
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{CS})	(g.)	1147.00	1091.90
Masa del Contenedor (M_c)	(g.)	67.14	67.59
Masa de Suelo Seco (M_s)	(g.)	1079.86	1024.31
Masa del Agua (M_w)	(g.)	5.40	4.30
Contenido de Humedad (w)	(%)	0.50	0.42
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	0.46	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Anexo 9.
Ensayo de laboratorio C-1 (Granulometría)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacota, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Pariacota - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: C.C.G.
FECHA	: 24/05/2024	Nº de Registro	: CM.C.024-2024

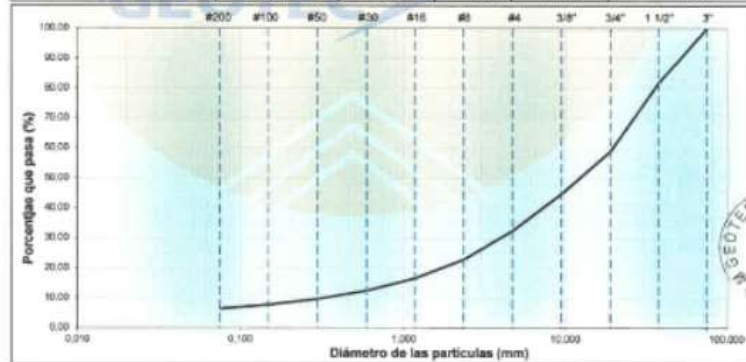
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: T-01	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 43.00 m.
MUESTRA	: Mab-01	TAMAÑO MÁXIMO	: 1 1/2"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa Inicial Seca (g.)	=	3005.00	Masa Retenido 3" (g.) = 0.0
Masa Lavada y Seca (g.)	=	2816.50	% Que Pasa Tamiz Nº 200 = 6.40

Abertura de Tamizos	RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO			
	ASTM E11	mm	Masa (g.)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"		75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		37.500	548.20	18.20	18.20	81.80
3/4"		19.000	684.40	22.80	41.00	59.00
3/8"		9.500	426.10	14.20	55.20	44.80
# 4		4.750	368.70	12.30	67.50	32.50
# 8		2.360	287.70	9.60	77.10	22.90
# 16		1.180	190.70	6.30	83.40	16.60
# 30		0.600	126.30	4.20	87.60	12.40
# 50		0.300	85.00	2.80	90.40	9.60
# 100		0.150	56.60	1.90	92.30	7.70
# 200		0.075	37.90	1.30	93.60	6.40
< # 200		Fondo	4.50	0.10	93.70	6.30

CURVA GRANULOMÉTRICA					
Finos (%) =	6.40	Arena (%) = 26.10		Grava (%) = 67.50	
Limo y/o Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	6.00	10.50	9.60	26.50	41.00



D60 (mm) =	19.811	D30 (mm) =	4.128	D10 (mm) =	0.343
Coefficiente de Uniformidad (Cu) =	57.76	Coefficiente de Curvatura (Cc) =	1.58		

Observaciones:
 * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
 * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del Laboratorio.



Anexo 10. Ensayo de laboratorio C-1 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS,
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO : Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	MUESTREADO POR : Interesado
SOLICITA : Ing. Iver Antonio Quito Camones	TÉCNICO : C.C.G.
LUGAR : Pariacoto - Huaraz - Ancash	N° de Registro : CM.C.024-2024
FECHA : 24/05/2024	

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS
(ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA : T-01	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 43.00 m.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		20	30	40
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	g.	31.29	31.29	32.60
Masa de Suelo Seco + Recipiente	g.	26.31	26.56	27.87
Masa del Recipiente	g.	6.55	6.12	6.55
Masa de Suelo Seco	g.	19.76	20.44	21.32
Masa del Agua	g.	4.98	4.73	4.73
Contenido de Humedad	%	25.20	23.14	22.19



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Rec. (g.)	46.90	45.12
Masa Suelo Seco + Rec. (g.)	45.97	44.00
Masa del Recipiente (g.)	40.47	37.38
Masa de Suelo Seco (g.)	5.50	6.62
Masa del Agua (g.)	0.93	1.12
Contenido de Humedad (%)	16.91	16.92

RESULTADOS			
Índice de Liquidez	IL	(%)	< 0
Índice de Consistencia	Ic	(%)	3.25
Límite Líquido	LL	(%)	24.20
Límite Plástico	LP	(%)	16.90
Índice de Plasticidad	IP	(%)	7.30

Observaciones:
 * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
 * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del Laboratorio.

Anexo 11.**Ensayo de laboratorio C-1 (Peso específico)****C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.**

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (CA/OC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (SA/OC).



PROYECTO :	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA :	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR :	Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA :	24/05/2024	N° de Registro : C.M.C.024-2024

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(ASTM D854, NPT 339.131, MTC E113)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	T-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 43.00 m.
MUESTRA :	Mab-01	

Descripción	Unid. Símbolo	E-01	E-02
Porción de muestra de ensayo que pasa tamiz		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa de picnómetro + agua	g (M _a)	680.60	679.50
Masa de picnómetro + agua + suelo	g (M _b)	744.20	741.80
Masa de muestra seco al horno + recipiente	g (A)	103.20	101.10
Masa del recipiente	g (B)	0.00	0.00
Masa de muestra de suelo seco al horno (M _s = A-B)	g (M _s)	103.20	101.10
Peso Específico Relativo de Sólidos ($G_s = M_s / (M_b - M_a)$)	G _s	2.61	2.61
Peso Específico Relativo de Sólidos Promedio	G_s	2.61	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Anexo 13. Ensayo de laboratorio C-1 (Permeabilidad)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRAULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QACQ) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QACQ).



MÉTODO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES (CARGA CONSTANTE) ASTM D2434, NTP 339.147

PROYECTO :	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA :	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREO POR :	Interesado
LUGAR :	Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	23/05/2024	N° de Registro :	CM.C.024-2024

CALICATA :	DATOS DE LA MUESTRA	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 43.00 m.
------------	---------------------	------------------	-------------------------------

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Porcentaje de Material :	Grava(%) :	Arena (%) :	Finos (%) :
	67.50	26.10	6.40
Límites de Consistencia :	LL (%) :	LP (%) :	IP (%) :
	24.20	16.90	7.30
Clasificación SUCS :	GW-GC. Descripción de Suelos : Grava bien gradada con arcilla y arena		

CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso de la Muestra Empleada :	1692.12 g.	Peso Unitario Humedo (γ) :	1.87 g/cm ³
Contenido de Humedad (w) :	0.46 %	Peso Unitario Seco (γ _d) :	1.86 g/cm ³

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Diámetro del Molde :	9.95 cm	Tamaño máximo de la muestra :	3/4"
Volumen de la Muestra :	904.88 cm ³	Área Transversal de la muestra (A) :	77.80 cm ²
Tiempo de Saturación :	01.30 hr	Longitud de la Muestra (L) :	11.63 cm
$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h}$		$K = \frac{V \cdot L}{A \cdot t \cdot h}$	

Carga Hidráulica (h) cm	Tiempo (t) Segundos	Volumen (V) cm ³	Temperatura °C	Coeficiente Permeabilidad (K)	
				cm/s	mm/hr
42.00	1800	147.87	16.7	0.0002924	10.52640
42.00	1800	147.42	16.8	0.0002915	10.49400
42.00	1800	147.11	16.8	0.0002909	10.47240
42.00	1800	147.33	16.5	0.0002913	10.48680
42.50	1800	147.65	16.6	0.0002885	10.38600
42.50	1800	147.11	16.7	0.0002875	10.35000
42.50	1800	147.47	16.7	0.0002882	10.37520
42.50	1800	147.65	16.8	0.0002885	10.38600
43.00	1800	147.15	16.8	0.0002842	10.23120
43.00	1800	147.47	16.5	0.0002848	10.25280
43.00	1800	147.33	16.6	0.0002846	10.24560
43.00	1800	146.25	16.7	0.0002825	10.17000
Total	6.00 hr	1767.78	16.7	0.0034549	124.37640
Promedio				0.0002879	10.36470

Coefficiente permeabilidad (K) = 2.88E-04 cm/s = 1.036 cm/h = 0.249 m/d

DENOMINACIÓN DE PERMEABILIDAD Baja permeabilidad	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA Moderadamente lenta	OBSERVACIÓN El ensayo se realizó con la muestra obtenida de la (T-01, Mab-01)
--	--	--

Fig. 1 de 1

ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 C.E. N° 701844

Anexo 14.
Ensayo de laboratorio C-2 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLÓGIA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QAVOC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QAVOC).

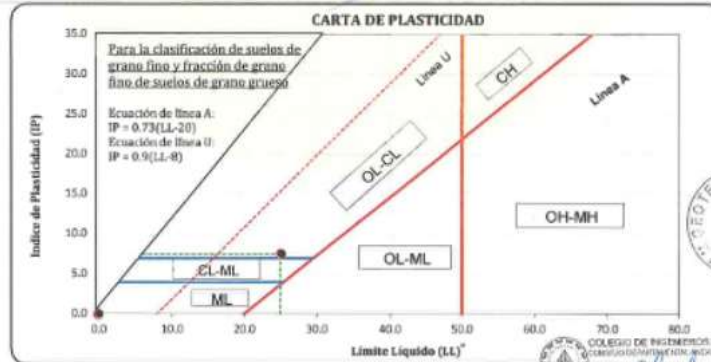


PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	MUESTREO POR	: interesado
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	TÉCNICO	: C.C.G.
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	N° de Registro	: CM.C.024-2024
FECHA	: 25/05/2024		

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR
(Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
(ASTM D2487, NTP 339.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD CALICATA MUESTRA	0.00 - 45.00 m. T-02 Mab-01
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	84.10
	3/8"	63.70
	# 4	48.00
	# 8	35.10
	# 16	25.30
	# 30	18.50
LÍMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	25.10
	L.P.	17.60
	IP	7.50
	CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.67
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	63.02
COEF. DE CURVATURA	Cc	2.73
PORCENTAJE DE MATERIAL	* GRAVA	52.00
	ARENA	39.40
	FINOS	8.60
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		45.70
CLASIFICACIÓN SUCS		GW-GC
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		Grava bien gradada con arcilla y arena

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



Observaciones:

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente

* El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del laboratorio.

Pág. 1 de 8

Anexo 15.*Ensayo de laboratorio C-2 (contenido de humedad)***C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.**

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORIA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: C.C.G.
FECHA	: 21/05/2024	N° de Registro	: CM.C.024-2024

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO
(ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: T-02	MUESTRA	: Mab-01	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 45.00 m.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{CH2})	(g.)	1240.30	1268.70
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{CS})	(g.)	1232.60	1260.70
Masa del Contenedor (M_C)	(g.)	79.91	72.67
Masa de Suelo Seco (M_s)	(g.)	1152.69	1188.03
Masa del Agua (M_w)	(g.)	7.70	8.00
Contenido de Humedad (w)	(%)	0.67	0.67
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	0.67	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Anexo 16.
Ensayo de laboratorio C-2 (Granulometría)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE TÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORIA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Cuzco		
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREO POR:	Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO:	C.C.G.
FECHA	: 24/05/2024	N° de Registro:	CM.C024-2024

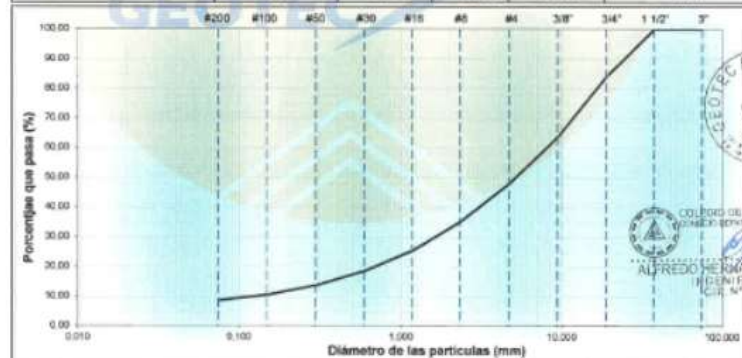
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D6913, NTP 339.128, MTC E107)

DATOS DE LA MUESTRA	
CALCATA	: T-02
MUESTRA	: Mab-01
PROFUNDIDAD:	0.00 - 45.00 m.
TAMAÑO MÁXIMO:	3/4"

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Masa Inicial Seca (g.)	= 3259.00	Masa Retenido 3" (g.)	= 0.0
Masa Lavada y Seca (g.)	= 2981.60	% Que Pasa Tamiz N° 200	= 8.60

Abertura de Tamices ASTM E11	mm	RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (g.)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	518.30	15.90	15.90	84.10
3/8"	9.500	664.50	20.40	36.30	63.70
# 4	4.750	510.40	15.70	52.00	48.00
# 8	2.360	421.40	12.90	64.90	35.10
# 16	1.180	320.90	9.80	74.70	25.30
# 30	0.600	222.90	6.80	81.50	18.50
# 50	0.300	158.50	4.90	86.40	13.60
# 100	0.150	103.50	3.20	89.60	10.40
# 200	0.075	57.70	1.80	91.40	8.60
< # 200	Fondo	3.70	0.10	91.50	8.50

CURVA GRANULOMÉTRICA						
Fines (%) =	8.60	Arena (%) =		39.40	Grava (%) =	52.00
Limo y/o Arcilla		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
		9.90	16.60	12.90	36.10	15.90



D60 (mm) =	8.381	D30 (mm) =	1.746	D10 (mm) =	0.133
Coeficiente de Uniformidad (Cu) =	63.02	Coeficiente de Curvatura (Cc) =	2.73		

Observaciones:
 * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
 * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.

Anexo 17.
Ensayo de laboratorio C-2 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR	: Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO	: C.C.G.
FECHA	: 24/05/2024	N° de Registro:	: C.M.C.024-2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS
(ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: T-02	PROFUNDIDAD	: 0.00 - 45.00 m.
MUESTRA	: Mab-01		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES ¹	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		20	30	40
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	g	31.75	30.11	30.41
Masa de Suelo Seco + Recipiente	g	26.55	25.39	25.96
Masa del Recipiente	g	6.37	6.10	6.40
Masa del Suelo Seco	g	20.18	19.29	19.56
Masa del Agua	g	5.20	4.72	4.45
Contenido de Humedad	%	25.77	24.47	22.75



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Rec. (g.)	47.12	47.04
Masa Suelo Seco + Rec. (g.)	45.93	45.77
Masa del Recipiente (g.)	39.19	38.53
Masa de Suelo Seco (g.)	6.74	7.24
Masa del Agua (g.)	1.19	1.27
Contenido de Humedad (%)	17.66	17.54

RESULTADOS			
Índice de Liquidez	IL (%)	<	0
Índice de Consistencia	Ic (%)		3.26
Límite Líquido	LL (%)		25.10
Límite Plástico	LP (%)		17.60
Índice de Plasticidad	IP (%)		7.50

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del laboratorio.

Pág. 4 de 8



Anexo 18.
Ensayo de laboratorio C-2 (Peso específico)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO :	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Paríacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA :	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Paríacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	C.C.G.
FECHA :	24/05/2024	N° de Registro :	CMC.024-2024

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(ASTM D854, NPT 339.131, MTC E113)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	T-02	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 45.00 m.

Descripción	Unid. Símbolo	E-01	E-02
Porción de muestra de ensayo que pasa tamiz		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa de picnómetro + agua	g (M _a)	680.60	679.50
Masa de picnómetro + agua + suelo	g (M _b)	745.90	743.80
Masa de muestra seco al horno + recipiente	g (A)	105.40	104.00
Masa del recipiente	g (B)	0.00	0.00
Masa de muestra de suelo seco al horno [M ₀ = A-B]	g (M ₀)	105.40	104.00
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M ₀ / (M _a - M _b))	Gs	2.63	2.62
Peso Específico Relativo de Sólidos Promedio	Gs	2.62	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Pág. 5 de 8

Anexo 19. Ensayo de laboratorio C-2 (corte directo)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

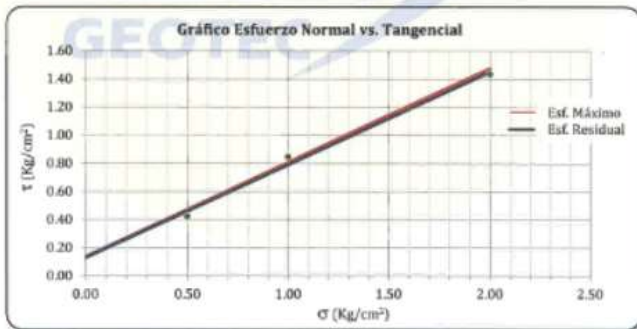
LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS, CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLÓGICA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA, CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QAVCC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QAVCC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA	: 23/05/2024	N° de Registro : CM.C024-2024

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS (ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA : T-02	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 45.00 m.



Resistencia Máxima:	C =	0.14 Kg/cm²	φ =	33.82 °
---------------------	------------	--------------------	------------	----------------

Resistencia Residual:	C =	0.13 Kg/cm²	φ =	33.43 °
-----------------------	------------	--------------------	------------	----------------

Observaciones:
 * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
 * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización expresa del Laboratorio.

INGENIERO CIVIL
 C.O. N° 20084

Fig. 8 de 8

Anexo 20.
Ensayo de laboratorio C-2 (Permeabilidad)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC)



**MÉTODO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES
(CARGA CONSTANTE)
ASTM D2434, NTP 339.147**

PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : D.C.M.
FECHA	: 24/05/2024	N° de Registro : CM.C.024-2024

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: T-02	MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 45.00 m.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
Porcentaje de Material :	Grava(%) : 52.00	Arena (%) : 39.40	Finos (%) : 8.60
Límites de Consistencia :	LL (%) : 25.10	LP (%) : 17.60	IP (%) : 7.50
Clasificación SUCS :	GW-GC Descripción de Suelos : Grava bien gradada con arcilla y arena		

CONDICIONES DE LA MUESTRA			
Peso de la Muestra Empleada :	1701.17 g	Peso Unitario Humedo (γ) :	1.88 g/cm ³
Contenido de Humedad (w) :	0.67 %	Peso Unitario Seco (γ _d) :	1.87 g/cm ³

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Diámetro del Molde :	9.95 cm	Tamaño máximo de la muestra :	3/4"
Volumen de la Muestra :	904.88 cm ³	Área Transversal de la muestra (A) :	77.80 cm ²
Tiempo de Saturación :	01:30 hr	Longitud de la Muestra (L) :	11.63 cm
$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h}$		$K = \frac{V \cdot L}{A \cdot t \cdot h}$	

Carga Hidráulica (h) cm	Tiempo (t) Segundos	Volumen (V) cm ³	Temperatura °C	Coeficiente Permeabilidad (K)	
				cm/s	mm/hr
41.50	1800	133.08	16.9	0.0002663	9.58680
41.50	1800	132.68	16.8	0.0002655	9.55800
41.50	1800	132.39	16.7	0.000265	9.54000
41.50	1800	132.60	16.7	0.0002654	9.55440
42.50	1800	132.88	16.7	0.0002597	9.34920
42.50	1800	132.39	16.8	0.0002587	9.31320
42.50	1800	132.72	16.7	0.0002594	9.33840
42.50	1800	132.88	16.8	0.0002597	9.34920
43.00	1800	132.44	16.7	0.0002558	9.20880
43.00	1800	132.72	16.5	0.0002563	9.22680
43.00	1800	132.60	16.4	0.0002561	9.21960
43.00	1800	131.63	16.5	0.0002542	9.15120
Total	6.00 hr	1591.00	16.7	0.0031221	112.39560
Promedio				0.0002602	9.36630


Coeficiente permeabilidad (K) =	2.60E-04 cm/s =	0.937 cm/h =	0.225 m/d
--	------------------------	---------------------	------------------

DENOMINACIÓN DE PERMEABILIDAD Baja permeabilidad	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA Moderadamente lenta	OBSERVACIÓN El ensayo se realizó con la muestra obtenida de la (T-02, Mab01) en peso
---	---	---

Pág. 1 de 1


ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 200844

Anexo 21.
Ensayo de laboratorio C-3 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLÓGIA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC)

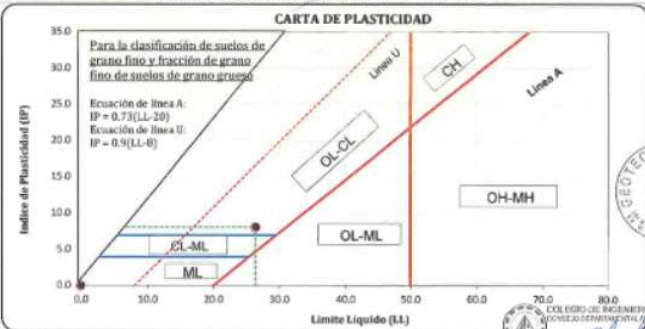


PROYECTO	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR: Interesado
LUGAR	Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO: C.C.G.
FECHA	25/05/2024	N° de Registro: CM.C.024-2024

HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR
(Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)
(ASTM D2487, NTP 339.134)

DATOS DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD	0.00 - 27.00 m.
	CALICATA	T-03
	MUESTRA	Mab-01
PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA DE PORCIÓN DE MATERIAL < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	100.00
	3/4"	92.60
	3/8"	80.10
	# 4	65.70
	# 8	49.50
	# 16	34.80
	# 30	24.20
	# 50	17.80
	# 100	13.90
# 200	11.70	
COEF. DE UNIFORMIDAD	Cu	-
COEF. DE CURVATURA	Cc	-
PORCENTAJE DE MATERIAL	GRAVA	34.30
	ARENA	54.00
	FINOS	11.70
MITAD DE FRACCIÓN GRUESA		44.15
LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL	26.50
	LP	18.40
	IP	8.10
CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.76
CLASIFICACIÓN SUCS		SP-SC
DESCRIPCIÓN DE SUELOS		arena pobremente gradada con arcilla y grava

UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD



CARTA DE PLASTICIDAD



Para la clasificación de suelos de grano fino y fracción de grano fino de suelos de grano grueso

Ecuación de línea A:
IP = 0.73(LL-20)

Ecuación de línea U:
IP = 0.9(LL-8)

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.

ALFREDO HEIMAN GALVO MINAYA
INGENIERO CIVIL

Pág. 1 de 8

Av. Universitaria N° 947 - Shancayen - Independencia - Huaraz. Celular: 963025460 / 943484907
E-mail: informes@cmgeotec.com, administracion@cmgeotec.com

Anexo 22.*Ensayo de laboratorio C-3 (contenido de humedad)***C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.**

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (CAQC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QAQC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA	: 21/05/2024	N° de Registro : CM.C.024-2024

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO
(ASTM D2216, NTP 339.127, MTC E108)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: T-03	MUESTRA : Mab-01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 27.00 m.

DESCRIPCION	UNIDADES	M - 1	M - 2
Masa del Contenedor + S. Húmedo (M_{cw})	(g)	1208.00	1120.00
Masa del Contenedor + Suelo Seco (M_{cs})	(g)	1189.80	1100.40
Masa del Contenedor (M_c)	(g)	68.51	68.02
Masa de Suelo Seco (M_s)	(g)	1121.29	1032.38
Masa del Agua (M_w)	(g)	18.20	19.60
Contenido de Humedad (w)	(%)	1.62	1.90
Contenido Humedad Promedio (w)	(%)	1.76	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Anexo 23.
Ensayo de laboratorio C-3 (Granulometría)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLÓGIA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CÍVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC)



PROYECTO : Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma
SOLICITA : Ing. Iver Antonio Quito Camones **MUESTREADO POR** : Interesado
LUGAR : Pariacoto - Huaraz - Ancash **TÉCNICO** : C.C.G.
FECHA : 24/05/2024 **N° de Registro** : CM.C.024-2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D6913, NTP 339.12B, MTC E107)

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : T-03 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 27.00 m.
MUESTRA : Mab-01 **TAMAÑO MÁXIMO** : 3/4"

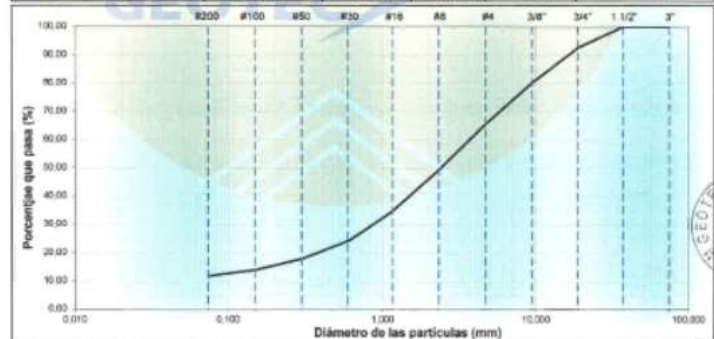
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa Inicial Seca (g) = 2455.20 **Masa Retenido 3" (g)** = 0.0
Masa Lavada y Seca (g) = 2173.30 **% Que Pasa Tamiz N° 200** = 11.70

Abertura de Tamices ASTM E11	mm	RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (g.)	Ret. Parcial (%)	Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	181.60	7.40	7.40	92.60
3/8"	9.500	305.80	12.50	19.90	80.10
# 4	4.750	353.90	14.40	34.30	65.70
# 8	2.360	396.60	16.20	50.50	49.50
# 16	1.180	361.30	14.70	65.20	34.80
# 30	0.600	259.90	10.60	75.80	24.20
# 50	0.300	157.80	6.40	82.20	17.80
# 100	0.150	96.40	3.90	86.10	13.90
# 200	0.075	54.00	2.20	88.30	11.70
< # 200	Fondo	6.10	0.20	88.50	11.50

CURVA GRANULOMÉTRICA

Finos (%) = 11.70	Arena (%) = 54.00			Grava (%) = 34.30	
Limo y/o Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	12.50	25.30	16.20	26.90	7.40



D60 (mm) = 3.909	D30 (mm) = 0.917	D10 (mm) = 0.000
Coefficiente de Uniformidad (Cu) = --	Coefficiente de Curvatura (Cc) = --	

Observaciones:
* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
* El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del Laboratorio.

Anexo 24.
Ensayo de laboratorio C-3 (Limite de consistencia)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTÉCNIA, GEOLÓGIA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA	: 24/05/2024	N° de Registro: CMC.024-2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS
(ASTM D4318, NTP 339.129, MTC E 110/111)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: T-03	MUESTRA : Mab-01
		PROFUNDIDAD : 0.00 - 27.00 m.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO				
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	E-01	E-02	E-03
N° de golpes		17	26	36
Masa de Suelo Húmedo + Recipiente	g.	24.09	25.94	26.81
Masa de Suelo Seco + Recipiente	g.	20.20	21.85	22.69
Masa del Recipiente	g.	6.14	6.22	6.34
Masa del Suelo Seco	g.	14.06	15.63	16.35
Masa del Agua	g.	3.89	4.09	4.12
Contenido de Humedad	%	27.67	26.17	25.20



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		
Ensayo	E-01	E-02
Masa Suelo Húmedo + Rec. (g.)	47.79	47.48
Masa Suelo Seco + Rec. (g.)	46.33	46.06
Masa del Recipiente (g.)	38.43	38.35
Masa de Suelo Seco (g.)	7.90	7.71
Masa del Agua (g.)	1.46	1.42
Contenido de Humedad (%)	18.48	18.42

RESULTADOS			
Índice de Liquidez	IL	(%)	< 0
Índice de Consistencia	Ic	(%)	3.05
Límite Líquido	LL	(%)	26.50
Límite Plástico	LP	(%)	18.40
Índice de Plasticidad	IP	(%)	8.10

Observaciones:

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.

* El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.

ALFREDO HERNÁN CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P. N° 202844

Pág. 4 de 8

Anexo 25.
Ensayo de laboratorio C-3 (Peso específico)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



PROYECTO :	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA :	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	C.C.G.
FECHA :	24/05/2024	N° de Registro :	CM.C.024-2024

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO
(ASTM D854, NPT 339.131, MTC E113)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA :	T-03	PROFUNDIDAD : 0.00 - 27.00 m.
MUESTRA :	Mab-01	

Descripción	Unid.	Simbolo	E-01	E-02
Porción de muestra de ensayo que pasa tamiz			Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado			Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa de picnómetro + agua	g	(M ₁)	680.60	679.50
Masa de picnómetro + agua + suelo	g	(M ₂)	744.40	743.00
Masa de muestra seco al horno + recipiente	g	(A)	103.30	102.80
Masa del recipiente	g	(B)	0.00	0.00
Masa de muestra de suelo seco al horno (M ₀ = A-B)	g	(M ₀)	103.30	102.80
Peso Especifico Relativo de Sólidos ($G_s = M_0 / (M_2 - M_1)$)		G _s	2.62	2.62
Peso Especifico Relativo de Sólidos Promedio		G _s	2.62	

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por nuestro laboratorio.



Anexo 26.
Ensayo de laboratorio C-3 (corte directo)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

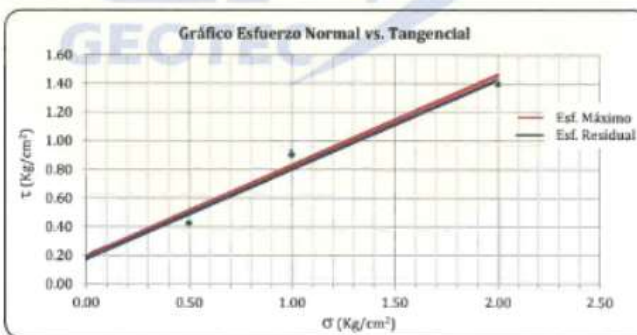
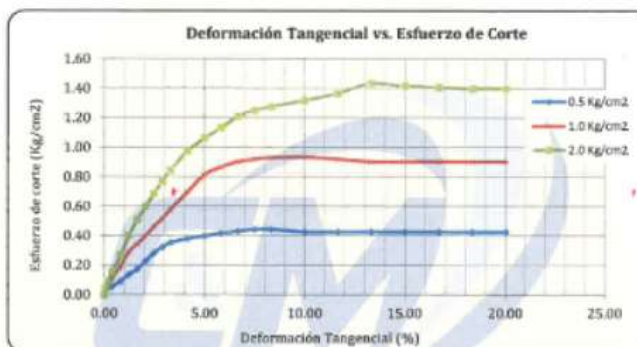
LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
CONSULTORA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLOGÍA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QAVOC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QAVGC).



PROYECTO	: Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma	
SOLICITA	: Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR : Interesado
LUGAR	: Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO : C.C.G.
FECHA	: 23/05/2024	N° de Registro : C.M.024-2024

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
(ASTM D3080, NTP 339.171-2017)

DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: T-03	PROFUNDIDAD : 0.00 - 27.00 m
MUESTRA	: Mab-01	



Resistencia Máxima:	C = 0.20 Kg/cm ²
	φ = 32.37 °

Resistencia Residual:	C = 0.18 Kg/cm ²
	φ = 32.00 °

Observaciones:

- * Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
- * El Laboratorio prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización por escrito del Laboratorio.



Anexo 27.
Ensayo de laboratorio C-3 (Permeabilidad)



C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO GEOTÉCNICO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETOS Y PAVIMENTOS.
CONSULTORÍA EN INGENIERÍA CIVIL, GEOTECNIA, GEOLÓGIA, ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS E HIDRÁULICA.
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES (QA/QC) Y SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN (QA/QC).



**MÉTODO DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES
(CARGA CONSTANTE)
ASTM D2434, NTP 339.147**

PROYECTO :	Análisis de riesgos en el deslizamiento de taludes mediante los modelos probabilísticos y determinísticos en el sector Pariacoto, carretera Huaraz - Casma		
SOLICITA :	Ing. Iver Antonio Quito Camones	MUESTREADO POR :	Interesado
LUGAR :	Pariacoto - Huaraz - Ancash	TÉCNICO :	D.C.M.
FECHA :	25/05/2024	N° de Registro :	CM.C.024-2024

CALICATA :	T-03	DATOS DE LA MUESTRA	MUESTRA : Mab-01	PROFUNDIDAD : 0.00 - 27.00 m.
------------	------	---------------------	------------------	-------------------------------

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA				
Porcentaje de Material :	Grava (%) :	34.30	Arena (%) :	54.00
	Finos (%) :	11.70		
Límites de Consistencia :	LL (%) :	26.50	LP (%) :	18.40
	IP (%) :	8.10		
Clasificación SUCS :	SP-SC	Descripción de Suelos : Arena pobremente gradada con arcilla y grava		

CONDICIONES DE LA MUESTRA				
Peso de la Muestra Empleada :	1719.26 g.	Peso Unitario Humedo (γ) :	1.90 g/cm ³	
Contenido de Humedad (w) :	1.76 %	Peso Unitario Seco (γ_d) :	1.87 g/cm ³	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
Diámetro del Molde :	9.95 cm	Tamaño máximo de la muestra :	3/4"	
Volumen de la Muestra :	904.88 cm ³	Área Transversal de la muestra (A) :	77.80 cm ²	
Tiempo de Saturación :	01.30 hr	Longitud de la Muestra (L) :	11.63 cm	
	$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h}$		$K = \frac{V \cdot L}{A \cdot t \cdot h}$	

Carga Hidráulica (h) cm	Tiempo (t) Segundos	Volumen (V) cm ³	Temperatura °C	Coeficiente Permeabilidad (K)	
				cm/s	mm/hr
41.00	1800	117.45	17.0	0.0002379	8.56440
41.00	1800	118.35	17.1	0.0002397	8.62920
41.00	1800	117.90	17.2	0.0002388	8.59680
41.00	1800	118.35	17.3	0.0002397	8.62920
42.50	1800	119.25	16.8	0.000233	8.38800
42.50	1800	118.00	16.9	0.0002322	8.35920
42.50	1800	118.35	17.0	0.0002313	8.32680
42.50	1800	119.25	16.8	0.000233	8.38800
43.00	1800	120.15	16.7	0.0002321	8.35560
43.00	1800	120.60	17.0	0.0002329	8.38440
43.00	1800	118.80	17.1	0.0002295	8.26200
43.00	1800	121.50	17.2	0.0002347	8.44920
Total	6.00 hr	1428.75	17.0	0.0028148	101.33280
Promedio				0.0002346	8.44440

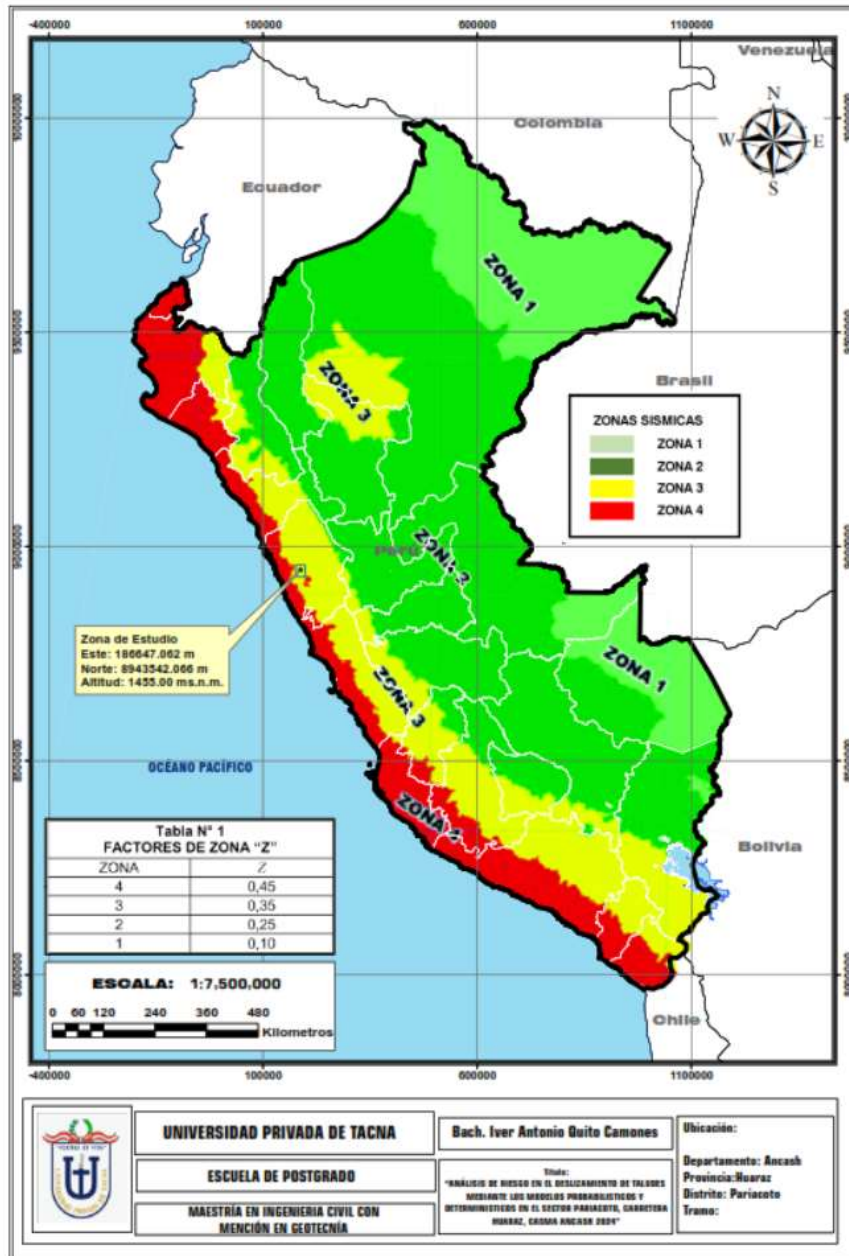
Coeficiente permeabilidad (K) =	2.35E-04 cm/s =	0.844 cm/h =	0.203 m/d
--	------------------------	---------------------	------------------

DENOMINACIÓN DE PERMEABILIDAD	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA	OBSERVACIÓN
Baja permeabilidad	Moderadamente lenta	El ensayo se realizó con la muestra obtenida de la (T-03, Mab-01)

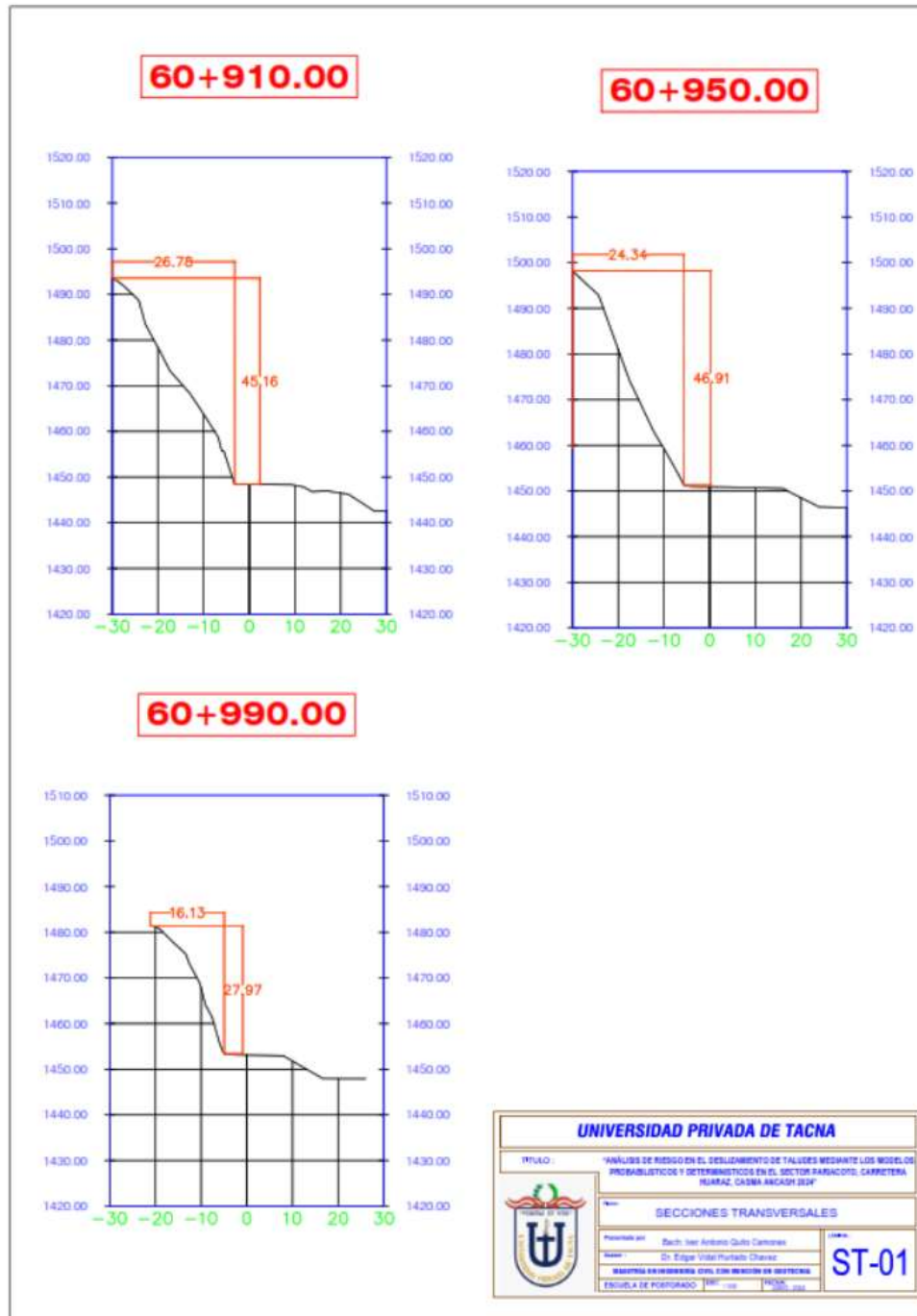
Fig. 1 de 1

ALFREDO HERNANDEZ CALVO MINAYA
 INGENIERO CIVIL
 N° 20884

Anexo 28.
Plano de ubicación de zona sísmica



Anexo 30.
Plano de secciones transversales del talud



Anexo 31.

Certificado de calibración de balanza



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de calibración

TC - 03867 - 2024



Proforma : 01320 Fecha de emisión : 2024-02-21

Solicitante : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
Dirección : Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Ancash-Huaraz-Independencia

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : NVT6201ZH
Serie : 8345671818
Capacidad máxima : 6200 g
Resolución : 0,1 g
División de verificación : 1 g
Clase de exactitud : III
Capacidad mínima : 20 g
Procedencia : CHINA
Identificación : CM.BD-11
Ubicación : LABORATORIO
Variación de temperatura Local : 4 °C
Fecha de calibración : 2024-02-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316



Anexo 32.*Certificado de calibración de copa casagrande*

Laboratorio de calibración con sistema de gestión
que cumple los requisitos de la ISO/IEC 17025:2017

Certificado de Calibración**TC-03806-2024**

Proforma : 01320 Fecha de emisión: 2024-02-21

Solicitante : **C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C**
Dirección : Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan-Áncash-Huaraz-Independencia

Instrumto de medición : **COPA CASAGRANDE**
Marca : PINZUAR
Modelo : PS-11
N° de Serie : 1793
Procedencia : NO INDICA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : CM.CC-02
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2024-02-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Lugar de Calibración
Instalaciones de C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000 en base a ASTM-D4318.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.



Condiciones ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,7 °C	19,6 °C
Humedad Relativa	67,0 %	67,0 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Anexo 33.
Certificado de calibración de Horno



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de calibración

TC-03869-2024



Proforma : 01320

Fecha de Emisión : 2024-02-22

Solicitante : C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
Dirección : AV. UNIVERSITARIA NRO. 947 BAR. SHANCAYAN-ANCASH-HUARAZ-

Equipo : Horno
Marca : PYS
Modelo : STHX-1A
Número de serie : 181044
Identificación : CM.HE-02
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación forzada
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de calibración : 2024-02-20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de medición del equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Ind. Equipo	Digital	NO INDICA	0,1 °C
Controlador	Digital	NO INDICA	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración

Instalaciones de C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	19,2 °C	76 %hr	220 V
Final	19 °C	77 %hr	220 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316



Anexo 34.
Certificado de calibración Balanza electronica



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 2060797892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC017 - M - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Masa

Página 1 de 1

1. Expediente	240022
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8336460674
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	CM.BD-07 (*)
Ubicación	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
5. Fecha de Calibración	2024-02-23
6. Fecha de Emisión	2024-02-27

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solidante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 35.
Certificado de calibración de equipo corte directo



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales,
de Laboratorio e Ingeniería Civil.

R.U.C. 20607970002

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC005 - F - 2024

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	240022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan	
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	4.5 kN	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	26-2114/01	
Número de Serie	1005-2-1079	
Identificación	CM.CD-01 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, C	METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Indicador	ANALÓGICO	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Número de Serie	AJA406	
División de Escala / Resolución	0,002 mm	
6. Fecha de Calibración	2024-02-22	
7. Fecha de Emisión	2024-02-27	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente por
Angel Perez
Fecha:
2024.02.27
15:40:08 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 931; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 36.
Certificado de calibración de estación total



GEOCAF
TOPOGRAFIA S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0555-23

Nuevo Formateo **Calibración** Mantenimiento Reparación Garantía

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE : SERVICIO GENERALES EDU E.I.R.L.
 DNI : 20600407989
 DIRECCION : JR MANUEL VILLARAN LOPEZ NRO 267 - ANCASH - HUARAZ

IDENTIFICACION DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO : ESTACION TOTAL
 MARCA : LEICA
 MODELO : TS06 PLUS
 SERIE : 1890014
 NUMERO ARTICULO : 785779

CONDICIONES DE CALIBRACION Y CONDICIONES AMBIENTALES

LUGAR DE CALIBRACION : Taller de mecánica de Precisión, Óptica Y Electrónica de GEOCAF S.A.C.
 TEMPERATURA : 20 °C CON VARIACIONES QUE NO EXCEDIERON ± 0.5 %
 FECHA DE CALIBRACION : 01 DE OCTUBRE DEL 2023

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO INTERNO
SET COLIMADORES	SOUTH	NCS-1	ST.0023.12

Longitud de Enfoque:	550mm	Angulo entre dos Tubos:	30 ° ± 15'
Apertura Efectiva:	55mm	Sensibilidad de Burbuja:	20 "/ 2mm
Campo de Visión:	2 ° 30'	Graduación de Rango:	HZ: ± 30 "/ ± 30'
Lectura Mínima:	30 "	Altura de Funcionamiento:	170mm ~ 240mm
Dist. del punto más cercano:	2m	Dimensiones del Colima:	93cm x 30cm x 55cm

RESULTADOS DEL AJUSTE Y VERIFICACION

ERROR VERTICAL	: (OK / AJUSTADO)
VERTICALIDAD DEL TELESCOPIO	: (OK / AJUSTADO)
DOBLE CENTRO	: (OK / AJUSTADO)
PLOMADA OPTICA	: (OK / AJUSTADO)

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90° 00' 00"	90° 00' 00"	0"	± 5"
HORIZONTAL	180° 00' 00"	180° 00' 00"	0"	± 5"

VERTICAL (/ ___ ERR. CENTRADO) HORIZONTAL (/ ___ ERR. CENTRADO)

VERIFICACION DEL DISTANCIOMETRO

MEDIDA INICIAL (METROS)	DIFFERENCIA MEDIDA PATRON	MEDIDA PATRON (METROS)
4.3926	0	4.3926

ESPECIFICACIONES DE FABRICACION DEL INSTRUMENTO

LECTURA EN PANTALLA : 1"

INCERTIDUMBRE ESTANDAR SEGUN DIN 18723 : 3"

CERTIFICADO PATRON LEICA

EL SET DE COLIMADORES ES CONTROLADO PERIODICAMENTE CON UNA ESTACION TOTAL LEICA TS15P DE PRECISION 1" CON SERIE 1669395 ESTO ES CON EL METODO DE LECTURAS DIRECTO E INVERSO Y ENFOCANDO AL RETICULO INFINITO.



VENCIMIENTO DE CERTIFICADO : 01 DE ABRIL DEL 2024







☎ Cel: 959 163 118

☎ Tel: (01) 633-1707

✉ geocaf090568@gmail.com

📍 Av. Las Palmeras N° 3992 - Los Olivos Lima-Perú

Anexo 37.
Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 3"



RUC: 20407978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales,
de Laboratorios e Ingeniería Civil.

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC252 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	3 in 75 mm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-21 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:29:57 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Av. PALMERAS 5525 - LIMA OLIVOS - LIMA
CEL: 955 730 951; 912 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 38.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 1 1/2"*

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
 DE LABORATORIOS E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20407978892

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC247 - IV - 2024

Metrología & calibración
 Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	1 1/2 in 37.5 mm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-16 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado
 digitalmente
 por Angel Perez
 Fecha:
 2024.06.14
 11:14:42 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5525 - LOS OLIVOS - LIMA
 TEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 39.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 3/4"*

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 2060797882

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC248 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<p>1. Expediente 240119</p> <p>2. Solicitante C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C</p> <p>3. Dirección Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH</p> <p>4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</p> <p>Diametro 8 pulgadas</p> <p>Designación 3/4 in 19 mm</p> <p>Marca RICELI</p> <p>Número de serie NO INDICA</p> <p>Procedencia NO INDICA</p> <p>Identificación CM.TR-17 (*)</p> <p>5. Fecha de Verificación 2024-06-13</p> <p>6. Fecha de Emisión 2024-06-14</p>	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
--	---



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:25:28 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
 TEL.: 955 730 9511; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 40

Certificado de calibración de tamiz de ensayo de 3/8"



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales,
 en el Laboratorio e Ingeniería Civil.

RUC: 2040797882

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC246 - IV - 2024

Metrología & calibración
 Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Díametro	8 pulgadas	
Designación	3/8 in 9,5 mm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-15 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
 digitalmente
 por Angel Perez
 Fecha:
 2024.06.14
 11:23:05 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 Av. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LMA
 DEL: 955 730 9511 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 41.
Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 4



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial, de Laboratorio e Ingeniería Civil.

RUC: 20607978892

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC244 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayán Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 4 4,75 mm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-13	(*)
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:18:17 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Av. PALMERAS 5535 - LIMA OLIVOS - LIMA
TEL.: 955 730 951 | 913 190 374

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 42.
Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 8



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C.
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20607978892

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC242 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<p>1. Expediente 240119</p> <p>2. Solicitante C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C</p> <p>3. Dirección Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH</p> <p>4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</p> <p style="padding-left: 20px;">Diametro 8 pulgadas</p> <p style="padding-left: 20px;">Designación No. 8 2.36 mm</p> <p style="padding-left: 20px;">Marca RICELI</p> <p style="padding-left: 20px;">Número de serie NO INDICA</p> <p style="padding-left: 20px;">Procedencia NO INDICA</p> <p style="padding-left: 20px;">Identificación CM.TR-11 (*)</p> <p>5. Fecha de Verificación 2024-06-13</p> <p>6. Fecha de Emisión 2024-06-14</p>	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
--	---

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:14:42 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LON OLINDO - LIMA
EXL.: 955 730 951 | 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 43.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 16*

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
 DE LABORATORIOS E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20407978893

INFORME DE VERIFICACIÓN MC240 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 16 1.18 mm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-09 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:14:42 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. RALPHERIAS 9325 - LOS OLIVOS - LIMA
 DEL.: 959 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 44.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 30*

RUC: 2040797892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales,
de Laboratorios e Ingeniería Civil.
INFORME DE VERIFICACIÓN
MC238 - IV - 2024
Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 30 600 µm
Marca	RICELI
Número de serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	CM.TR-07 (*)
5. Fecha de Verificación	2024-06-13
6. Fecha de Emisión	2024-06-14

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:14:42 -05'00'

Sello


METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5525 - LOS OLIVOS - LIMA
 CEL.: 955 730 951; 913 190 274

 EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 45.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 50*

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20607978892

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC236 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 50 300 µm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-05 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:14:42 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5525 - LOS OLIVOS - LIMA
 DEL: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 46.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 100*

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
 DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.

RUC: 20607978892

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC234 - IV - 2024

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 100 150 µm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-03 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
11:14:42 -05'00'

Sello



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5525 - LOS OLIVOS - LIMA
 TEL.: 933 730 9511; 913 190 374

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
 WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 47.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo N° 200*

RUC: 20407978893

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial, de Laboratorio e Ingeniería Civil.

INFORME DE VERIFICACIÓN
MC233 - IV - 2024
Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	
Marca	RICELI	
Número de serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TR-02 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
10:38:11 -05'00'

Sello


METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 AV. PALMERAS 5525 - LER CLAYDE - LIMA
 TEL.: 955 720 951 | 913 190 374

 EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 48.*Certificado de calibración de tamiz de ensayo para lavado N° 200*

RUC: 2060797882

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL.
INFORME DE VERIFICACIÓN
MC269 - IV - 2024
Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240119	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	C&M GEOTEC ASOCIADOS S.A.C	
3. Dirección	Av. Universitaria Nro. 947 Bar. Shancayan Independencia - Huaraz - ANCASH	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO PARA LAVADO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	
Marca	GRANOTEST	
Número de serie	58695	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	CM.TL-02 (*)	
5. Fecha de Verificación	2024-06-13	
6. Fecha de Emisión	2024-06-14	



JEFE DE LABORATORIO

Firmado
digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2024.06.14
13:38:46 -05'00'

Sello


METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5525 - LOS OLIVOS - LIMA
 CEL.: 955 730 9511 913 190 274
EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
 ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE