UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

(Creada por Ley Nro. 29531)

Licenciada con Res. No. 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. Anibal Ruiz Mejia

Bach. Wilder Cubas Bustamante

Asesor:

Dra. Carmen R. Cárdenas Rosales

Coasesor:

Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante

Chota, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Colpa Matara, 03 de agosto del 2026.

C.O. N° 18-2026-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD Y USO DE IA

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025"**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **Anibal Ruiz Mejia y Wilder Cubas Bustamante**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 15% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras, no teniendo un porcentaje de escritura con inteligencia artificial; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. Nº 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Director de la unidad de
investigación FCI-UNACH

Anibal Ruiz Mejia y Wilder Cubas Bustamante

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SA...

Informe Final de Tesis

UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2026

Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3622120397

Fecha de entrega
3 ago 2026, 1:56 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
3 ago 2026, 2:04 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Inf.Final.Con.Lev.Observ.Tesis.Inestab.Laderas.07.07.26.docx

Tamaño del archivo
6.6 MB

144 páginas

32.095 palabras

170.038 caracteres



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

14% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto
21 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Fuentes principales

14% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
hdl.handle.net		1%
2	Internet	
repositorio.unach.edu.pe		<1%
3	Internet	
repositorio.ucv.edu.pe		<1%
4	Internet	
repositorio.utp.edu.pe		<1%
5	Internet	
repositorio.uncp.edu.pe		<1%
6	Internet	
www.academia.edu		<1%
7	Internet	
alicia.concytec.gob.pe		<1%
8	Internet	
repositorio.unc.edu.pe		<1%
9	Internet	
riha.cujae.edu.cu		<1%
10	Trabajos del estudiante	
Universidad Cesar Vallejo		<1%
11	Internet	
edoc.pub		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

12	Internet	
www.scribd.com		<1%
13	Internet	
www.coursehero.com		<1%
14	Trabajos del estudiante	
Universidad Tecnologica del Peru		<1%
15	Internet	
1library.co		<1%
16	Internet	
repositorio.unal.edu.co		<1%
17	Internet	
www.revistas.ucr.ac.cr		<1%
18	Internet	
dspace.ucuenca.edu.ec		<1%
19	Internet	
info.igme.es		<1%
20	Internet	
repositorio.umsa.bo		<1%
21	Trabajos del estudiante	
Universidad Andina del Cusco		<1%
22	Internet	
docplayer.es		<1%
23	Trabajos del estudiante	
Universidad Tecnologica de los Andes		<1%
24	Internet	
sam-servicios.com		<1%
25	Internet	
ri2.bib.udo.edu.ve		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

26	Internet	
repositorio.usfq.edu.ec		<1%
27	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional de Piura		<1%
28	Internet	
repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080		<1%
29	Internet	
ri.ues.edu.sv		<1%
30	Internet	
www.cortolima.gov.co		<1%
31	Internet	
www.ptolomeo.unam.mx:8080		<1%
32	Internet	
dspace.utpl.edu.ec		<1%
33	Internet	
repositorio.unsaac.edu.pe		<1%
34	Internet	
www.geologiaviva.info		<1%
35	Internet	
www.slideshare.net		<1%
36	Internet	
repositorio.uancv.edu.pe		<1%
37	Trabajos del estudiante	
Blackboard		<1%
38	Trabajos del estudiante	
UC - Semipresencial / A distancia		<1%
39	Trabajos del estudiante	
Universidad Privada Antenor Orrego 2025		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

40 Internet
repositorio.escuelaing.edu.co <1%

41 Internet
repositorio.puce.edu.ec <1%

42 Internet
repositorioacademico.upc.edu.pe <1%

43 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional del Centro del Peru <1%

44 Internet
repositorio.uandina.edu.pe <1%

45 Internet
ridum.umanizales.edu.co <1%

46 Internet
repositorio.urp.edu.pe <1%

47 Internet
www2.slideshare.net <1%

48 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga <1%

49 Trabajos del estudiante
uncedu <1%

50 Internet
vsip.info <1%

51 Internet
dspace.unl.edu.ec <1%

52 Internet
www.repositorio.usac.edu.gt <1%

53 Trabajos del estudiante
Universidad Continental <1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

54	Internet	
core.ac.uk		<1%
55	Internet	
oldri.ues.edu.sv		<1%
56	Internet	
repositorio.unap.edu.pe		<1%
57	Trabajos del estudiante	
UC - Presencial		<1%
58	Internet	
repositorio.unj.edu.pe		<1%
59	Internet	
tesis.usat.edu.pe		<1%
60	Internet	
repositorio.utea.edu.pe		<1%
61	Internet	
es.scribd.com		<1%
62	Internet	
dokumen.pub		<1%
63	Internet	
tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx		<1%
64	Internet	
documents.mx		<1%
65	Internet	
www.dspace.uce.edu.ec		<1%
66	Internet	
fevixivosetakub.weebly.com		<1%
67	Internet	
repositorio.unasam.edu.pe		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

68	Trabajos del estudiante Escuela Superior Politécnica del Litoral	<1%
69	Trabajos del estudiante Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC	<1%
70	Internet repositorio.uct.edu.pe	<1%
71	Trabajos del estudiante IPChile	<1%
72	Trabajos del estudiante Universidad Nacional de Moquegua	<1%
73	Internet cia.uagraria.edu.ec	<1%
74	Internet repositorio.uta.edu.ec	<1%
75	Trabajos del estudiante Universidad Peruana Union	<1%
76	Internet es.slideshare.net	<1%
77	Internet repositorio.undac.edu.pe	<1%
78	Internet repositorio.upn.edu.pe	<1%
79	Internet www.dspace.espol.edu.ec	<1%
80	Trabajos del estudiante Universidad Privada del Norte	<1%
81	Internet sinat.semarnat.gob.mx	<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

82	Internet	
todosloshechos.es		<1%
83	Publicación	
César Armando Alvarado Batres. "Análisis de la recarga potencial del acuífero sup...		<1%
84	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional Agraria La Molina		<1%
85	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional de Ingenieria		<1%
86	Internet	
archive.org		<1%
87	Internet	
consultaspublicas.semarnat.gob.mx		<1%
88	Internet	
prezi.com		<1%
89	Internet	
repositorio.eesppjjbtacna.edu.pe		<1%
90	Internet	
repositorio.unh.edu.pe		<1%
91	Internet	
repositorio.untumbes.edu.pe		<1%
92	Internet	
tel.archives-ouvertes.fr		<1%
93	Trabajos del estudiante	
Universidad Industrial de Santander UIS		<1%
94	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional de Huancavelica		<1%
95	Trabajos del estudiante	
Universidad Santo Tomas		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

96	Trabajos del estudiante	
Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE		<1%
97	Internet	
cursa.ihmc.us		<1%
98	Internet	
docplayer.net		<1%
99	Internet	
fr.slideshare.net		<1%
100	Internet	
repositorio.uap.edu.pe		<1%
101	Internet	
repositorio.unan.edu.ni		<1%
102	Publicación	
CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG - CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYEC...		<1%
103	Publicación	
Ticona Fernandez, Abdul. "Evaluacion geotecnica de la estabilidad del talud en la ...		<1%
104	Internet	
repositorio.eesppnsrmadrededios.edu.pe		<1%
105	Internet	
repositorio.unid.edu.pe		<1%
106	Internet	
ri.agro.uba.ar		<1%
107	Trabajos del estudiante	
Universidad Católica Boliviana "San Pablo"		<1%
108	Trabajos del estudiante	
Universidad Internacional SEK		<1%
109	Internet	
de.slideshare.net		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

110	Internet	
docslide.us		<1%
111	Internet	
fdocuments.ec		<1%
112	Internet	
files.core.ac.uk		<1%
113	Internet	
pdfcookie.com		<1%
114	Internet	
renati.sunedu.gob.pe		<1%
115	Internet	
repositorio.unac.edu.pe		<1%
116	Internet	
repositorio.untrm.edu.pe		<1%
117	Internet	
repositorio.utc.edu.ec		<1%
118	Internet	
repository.unilibre.edu.co		<1%
119	Internet	
repository.unipiloto.edu.co		<1%
120	Internet	
selene.uab.es		<1%



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Asesora de tesis

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 05:00 p.m. del día miércoles 09 de setiembre, reunidos en los ambientes de Incuba Unach-2do piso del local administrativo, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por los bachilleres: **Aníbal Ruiz Mejía y Wilder Cubas Bustamante**, denominada: **"Evaluación de la influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes de la carretera Chota- Samangay, 2025";** escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

14 (CATORCE)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITOS** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 09 de setiembre del 2026.

Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro
PRESIDENTE

Dra. Martha Gladys Huamán Tanta
SECRETARIO

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
VOCAL

Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
ASESOR

Mg. Nelve Nuñez Bustamante
CO ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: **"Evaluación de la influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes de la carretera Chota- Samangay, 2025"** presentado por los bachilleres **Aníbal Ruiz Mejía y Wilder Cubas Bustamante,** sustentada el día 09 de setiembre, según Resolución de Decanato N°053-2026-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME.**

Chota, 22 de setiembre de 2026.

Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro
PRESIDENTE

Dra. Martha Gladys Huamán Tanta
SECRETARIO

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
VOCAL

Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
ASESOR

Mg. Nelve Núñez Bustamante
CO ASESOR

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

POR:

ANIBAL RUIZ MEJIA

WILDER CUBAS BUSTAMANTE

Presenta a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

PRESIDENTE

Dra. Ing. Martha Gladys Huamán Tanta

SECRETARIO

Mg. Ing. Jefferson Ruíz Cachi

VOCAL

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por darnos salud y fortaleza, a todas las personas involucradas durante el proceso de desarrollo, al apoyo incondicional de nuestros padres, siendo pilares fundamentales en cada logro obtenido, a los docentes, quienes aportaron su conocimiento durante la formación universitaria y finalmente a nuestros asesores, por acompañarnos en cada proceso para ser posible el desarrollo de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la fortaleza en todo momento para cumplir un objetivo más, a nuestros padres por el apoyo incondicional que siempre nos brindan, a los amigos que estuvieron siempre apoyando en cada etapa de la vida, a los docentes quienes compartieron su conocimiento para desarrollarnos profesionalmente, a nuestros asesores por el apoyo mostrado en cada etapa del desarrollo de la investigación y por el apoyo en cada etapa de desarrollo profesional, finalmente agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de Chota, centro del saber por habernos formado profesionalmente y nos brindó los conocimientos y competencias para tener el potencial de ser profesionales eficientes.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **i**

AGRADECIMIENTO ..... **ii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **vii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **ix**

RESUMEN ..... **xi**

ABSTRACT ..... **xii**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN **13**

1.1 Planteamiento del problema **13**

1.2 Formulación de problema **16**

1.2.1 Pregunta general 16

1.2.2 Preguntas especificas 16

1.3 Justificación **17**

1.4 Delimitación de la investigación **19**

1.5 Objetivos **21**

1.5.1 Objetivo general 21

1.5.2 Objetivos específicos 21

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO **22**

2.1 Antecedentes **22**

2.1.1 Antecedentes internacionales 22

2.1.2 Antecedentes Nacionales 25

2.1.3 Antecedentes Regionales 28

2.2 Bases teóricas-científicas **31**

2.2.1 Teoría de la estabilidad de taludes 31

2.2.2 Factores que influyen en la estabilidad de un talud 31

2.2.3 Influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes 32

2.2.4 Teoría de mecánica de suelos 34

2.3 Marco Conceptual **38**

2.3.1 Talud 38

2.3.2 Estabilidad de taludes 39
2.3.3 Precipitación 39
2.3.4 Secuencia Hidrológica 41
2.3.5 Suelo no saturado 42
2.3.6 Movimientos de Ladera 45
2.3.7 Presión de Poros 46
2.3.8 Esfuerzos Totales y Efectivos 47
2.3.9 Factor de Seguridad (FS) 48
2.3.10 Estudios geotécnicos del suelo 49
2.3.11 Método de análisis de estabilidad de taludes 59
2.3.12 Probabilidad de Falla: Método de Rosenblueth 66

2.4 Hipótesis 69

2.5 Operacionalización de variables 69
2.5.1 Variable dependiente: Estabilidad de talud 69
2.5.2 Variable independiente: Precipitación 70
2.5.3 Variable interviniente: Condiciones Geotécnicas 70

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO 72

3.1 Tipo y niveles de investigación 72
3.1.1 Según el objetivo 72
3.1.2 Según las fuentes de datos 72
3.1.3 Según su enfoque 72
3.1.4 Según su alcance 73

3.2 Diseño de la investigación 73
3.2.1 Según la manipulación de variables 73
3.2.2 Según su temporalidad 74

3.3 Métodos de investigación 74

3.4 Población, muestra y muestreo 76
3.4.1 Población 76
3.4.2 Muestra 77
3.4.3 Muestreo 78

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 79

3.5.1 Técnicas de recolección de datos. 79
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos....81
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos 84
3.6.1 Proceso de obtención de datos 84
3.6.2 Análisis de datos....96
3.7 Aspectos éticos 96
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES....98
4.1 Descripción de resultados 98
4.1.1 Precipitaciones y propiedades geotécnicas de los taludes....98
4.1.2 Variación del contenido de humedad por precipitación....105
4.1.3 Resistencia al corte del suelo frente a la precipitación en el talud 1....113
4.1.4 Resistencia al corte del suelo frente a la precipitación en el talud 2....116
4.1.5 Impacto de la precipitación en la presión de poros 119
4.1.6 Factor de seguridad en la estabilidad de taludes 126
4.1.7 Probabilidad de falla de los taludes....131
4.2 Contrastación de Hipótesis. 135
4.3 Discusión de resultados....138
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....143
5.1 Conclusiones 143
5.2 Recomendaciones 146
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS 147
CAPÍTULO VII. ANEXOS....155
ANEXO A Matriz de consistencia del proyecto de tesis....155
ANEXO B Panel fotográfico trabajo de Gabinete....156
ANEXO C Panel fotográfico trabajo en laboratorio....169
ANEXO D Puntos topográficos de los taludes....176
ANEXO E Certificados de calibración de equipos utilizados 190
ANEXO F Análisis estadístico de precipitaciones de la estación Chotano Lajas 191

ANEXO G Estudio de mecánica de suelos de los taludes 192

ANEXO H Estrategia de estabilización con vetiver 193

ANEXO I Análisis en SEEP/W y SLOPE/W 195

ANEXO J Planos 196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores que influyen en la estabilidad de taludes. 32

Tabla 2 Clasificación de suelos según SUCS (Braja, 2013). 36

Tabla 3 Fórmulas de los pesos específicos aparentes. 53

Tabla 4 Componentes del coeficiente de infiltración según ONU 1974 64

Tabla 5 Matriz de operacionalización de variables 71

Tabla 6 Tipos y nivel de investigación según criterio de clasificación. 74

Tabla 7 Ensayos necesarios a realizar. 82

Tabla 8 Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos de cada variable. 83

Tabla 9 Datos meteorológicos Precipitación máx. de 24horas – Estación Chotano Lajas 85

Tabla 10 Precipitaciones de diseño 99

Tabla 11 Escenarios de precipitación determinados por el método de Schosinky talud 1 ... 101

Tabla 12 Escenarios de precipitación determinados por el método de Schosinski talud 2... 102

Tabla 13 Propiedades geotécnicas de los taludes 1 y 2 104

Tabla 14 Propiedades de resistencia de los suelos en los taludes 1 y 2 105

Tabla 15 Parámetros hidráulicos del suelo determinados en campo talud 1 y 2 106

Tabla 16 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 1 del talud 1... 107

Tabla 17 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 2 del talud 1... 108

Tabla 18 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 3 del talud 1... 109

Tabla 19 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 1 del talud 2.. 110

Tabla 20 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 2 del talud 2... 111

Tabla 21 Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 3 del talud 2. 112

Tabla 22 Influencia de la precipitación en la estabilidad de talud 1 de la carretera Chota - Samangay 133

Tabla 23 Influencia de la precipitación en la estabilidad de talud 2 de la carretera Chota - Samangay.....134

Tabla 24 Análisis de regresión de la significancia de la precipitación en el Fs.....136

Tabla 25 Análisis de varianza de la precipitación sobre el factor de seguridad del talud 136

Tabla 26 Datos para análisis en Minitab.....137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de pendientes. 77

Figura 2 Ubicación de la estación chotano lajas y taludes de estudio 84

Figura 3 Instalación del GPS diferencial 86

Figura 4 Realización de calicatas talud 1 Negropampa -La torre 87

Figura 5 Realización de ensayo de SPT talud 2 Quinuamayo 88

Figura 6 Precipitaciones máximas en 24 hr periodo (1996-2025) estación Chotano Lajas ..99

Figura 7 Curvas Intensidad -Duración – Frecuencia (IDF) 100

Figura 8 Curva Granulométrica del suelo del talud 1 104

Figura 9 Curva Granulométrica del suelo en el talud 2 105

Figura 10 Resistencia al corte del suelo Vs presión de poros – Bishop (TALUD 01**)** 114

Figura 11 Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros – Janbu (TALUD 01)..... 115

Figura 12 Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros - Bishop (TALUD 02) 117

Figura 13 Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros – Janbu (TALUD 02)..... 118

Figura 14 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 01(TALUD 01) 120

Figura 15 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 02 (TALUD 01) 121

Figura 16 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 03 (TALUD 01) 122

Figura 17 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 01 (TALUD 02) 123

Figura 18 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 02 (TALUD 02) 124

Figura 19 Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 03 (TALUD 02) 125

Figura 20 Valores de factor de seguridad sin precipitación – TALUD 01 126

Figura 21 Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1– Metodología Bishop 127

Figura 22 Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Bishop 127

Figura 23 Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Bishop.....128

Figura 24 Porcentaje de reducción del FS con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Janbu.....128

Figura 25 Valores de FS sin precipitación – TALUD 02 129

Figura 26 Valores de FS con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Bishop 129

Figura 27 Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu.....130

Figura 28 Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu.....130

Figura 29 Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu.....131

Figura 30 Gráficos de análisis de normalidad y de correlación.....136

Figura 31 Grafico de los residuos para la precipitación 137

Figura 32 Planta de vetiver y su mejora en la estabilidad de taludes 193

Figura 33 Porcentaje de mejora del Vetiver en el factor de seguridad.....194

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo “Evaluar la influencia de las precipitaciones en la estabilidad de taludes de la carretera Chota–Samangay”, específicamente en los km 14+000 (Talud 1) y 10+800 (Talud 2), con la finalidad de cuantificar su efecto considerando variables geotécnicas e hidrológicas. El estudio fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel descriptivo. Se realizaron trabajos de campo mediante calicatas, ensayos SPT y levantamiento topográfico, obteniéndose muestras representativas para ensayos de laboratorio. Según la clasificación SUCS, el Talud 1 presenta suelos ML, CL y CH y el Talud 2 presenta suelos CL, ML y CH, destacando la presencia de arcillas de alta plasticidad. Los contenidos de humedad alcanzaron valores de 24 % hasta 72% en el Talud 1 y entre 29% y 75% en el Talud 2, evidenciando mayor susceptibilidad a saturación en ambos taludes. Se realizó un análisis estadístico de las precipitaciones (PP) en periodos de retorno de 2, 10 y 50 años modelando tres secciones por talud mediante GeoStudio (SEEP/W y SLOPE/W) aplicando métodos de equilibrio límite (Bishop y Janbu) y el método probabilístico de Rosenbluth. Los resultados obtenidos indican que la precipitación incrementa la humedad y la presión de poros, reduciendo la resistencia al corte y el factor de seguridad, en el talud 1, el FS disminuyó hasta 0.566 en suelo ML, 0.479 en suelo CH y 0.771 en suelo CL, lo que indica inestabilidad; mientras que en el talud 2 se mantuvo estable con valores superiores a 1.693. Se concluye que la precipitación no es el único factor determinante pero sí condiciona la estabilidad. Además, el uso de pasto vetiver incrementa el FS en aproximadamente 18% esto constituye una medida efectiva de estabilización.

Palabras clave: precipitación, clasificación de suelos, factor de seguridad, presión de poros, estabilidad de laderas, inestabilidad, vetiver.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of rainfall on the stability of slopes along the Chota–Samangay highway, specifically at km 14+000 (Slope 1) and km 10+800 (Slope 2), in order to quantify its effect considering geotechnical and hydrological variables. The study employed a quantitative, applied, and descriptive approach. Fieldwork was conducted using test pits, SPT tests, and topographic surveys, obtaining representative samples for laboratory testing. According to the Unified Soil Classification System (USCS), Slope 1 presents ML, CL, and CH soils, while Slope 2 also presents CL, ML, and CH soils, with the presence of highly plastic clays being particularly noteworthy. Moisture content ranged from 24% to 72% in Slope 1 and from 29% to 75% in Slope 2, indicating greater susceptibility to saturation in both slopes. A statistical analysis of precipitation (PP) was performed for return periods of 2, 10, and 50 years, modeling three sections per slope using GeoStudio (SEEP/W and SLOPE/W) and applying limit equilibrium methods (Bishop and Janbu) and the Rosenbluth probabilistic method. The results indicate that precipitation increases moisture and pore pressure, reducing shear strength and the factor of safety. On slope 1, the factor of safety decreased to 0.566 in ML soil, 0.479 in CH soil, and 0.771 in CL soil, indicating instability; while on slope 2, it remained stable with values above 1.693. It is concluded that precipitation is not the only determining factor but does influence stability. Furthermore, the use of vetiver grass increases the factor of safety by approximately 18%, which constitutes an effective stabilization measure.

Keywords: precipitation, soil classification, safety factor, pore pressure, slope stability, instability, vetiver.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Las precipitaciones, fenómeno natural meteorológico que forma parte del ciclo de vida influenciada directamente por el clima y procesos naturales del entorno (Pérez C. , 2021), estas enfatizan su importancia para el equilibrio de los ecosistemas y su impacto positivo en la salud y el bienestar humano (Fernández, 2024), ya que su ausencia afecta la hidratación de los suelos y al mismo tiempo puede generar conflictos (Editorial, 2020). Las lluvias no solo modifican la composición del suelo, sino que también aumentan los riesgos de deslizamientos, inundaciones y daños ambientales (Tarakanav, 2024).

A nivel mundial, las fallas de la estabilización de taludes en carreteras por lluvias es un aspecto crucial en la conservación y prevención de deslizamientos de la infraestructura vial, pero estos pueden verse afectados por diversos factores climáticos que generan inestabilidad y representan riesgos para su estabilidad y seguridad de los usuarios (EGG Consulting, 2024). En Ecuador el Ministerio de Transportes y Transportes (MTC) y Obras Públicas (MTOP) indicaron que las obras viales están siendo propensas a deslizamientos debido a la erosión de los taludes y a las constantes lluvias (Pazán, 2024). En Asia, como en la India y Nepal, están en el orden 16% y 10%, de deslizamientos de tierra por efecto de la lluvia, mientras que China contribuye con el 15% de todos los eventos registrados en los últimos años y en algunos países subdesarrollados como Brasil y Colombia están en el orden 37% y 32% (Senamhi, 2019). En el Perú la mayor de estas fallas de la estabilidad de taludes depende de la intervención del hombre al realizar el uso de cubiertas flexibles de manera empírica sin ningún cálculo de factores de seguridad o comprobación de la estabilidad de taludes (Díaz, 2020).

El cambio climático se ha intensificado en las últimas décadas por diferentes factores naturales en lo principal las lluvias o precipitaciones y la región de Cajamarca no es ajena a ello. En los últimos años, la provincia de Chota se ha visto afectada por fuertes lluvias intensas. Por lo tanto, realizar una evaluación de la influencia de la precipitación con la estabilidad de taludes representan una gran oportunidad de tener el conocimiento de estas con el fin de que puedan ser utilizados en diferentes estrategias de estabilidad de taludes ya que existe carencia de información sobre el tema en la localidad.

En el ámbito del distrito de chota, la carretera Chota-Samangay enfrenta desafíos significativos en cuanto a las fallas de la estabilidad de taludes por las fuertes lluvias, se ha visto que los fenómenos más frecuentes es el desprendimiento de suelo generado en grandes y pequeñas dimensiones, especialmente durante la temporada de lluvia (enero, febrero, marzo, octubre, noviembre, diciembre), afectando la seguridad vial y la conectividad de la región. Ante esta situación, es fundamental evaluar la influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes, considerando variables como la variación del contenido de humedad, la resistencia al corte del suelo, cohesión (c´) y ángulo de fricción interna (Φ) y los pesos unitarios en estado seco, saturado y natural. Para ello, se estimará la precipitación en 24 horas debido a que estas precipitaciones nos permiten determinar eventos extremos y determinar la lluvia de diseño, utilizando el método analítico de Schosinski y el software SEEP/W, con el objetivo de obtener el comportamiento de presión de poros bajo diferentes escenarios máximos de 2, 10 y 50 años de precipitación en 24 horas. Estos resultados fueron utilizados en el análisis de estabilidad del talud, aplicando los métodos de Equilibrio Límite (Bishop modificado y Janbú simplificado) mediante el software SLOPE/W, lo cual permitirá determinar la variación del Factor de Seguridad (FS). Finalmente, se utilizó el método probabilístico de Rosenblueth para estimar la probabilidad de falla del talud. Todo este procedimiento se apoya en la recolección de datos de precipitación, propiedades geotécnicas del suelo y características topográficas, con el fin de

analizar precipitación que infiltra, contenido de humedad y presión de poros, resistencia al corte del suelo y factor de seguridad.

Entre las diferentes causas naturales que pueden estar originando este problema hemos detectado las siguientes: precipitación intensa y prolongada durante la temporada de lluvias (la precipitación máxima en 24 horas(hr) registradas entre 2020 y 2024 oscilan entre un máximo de 66.30 mm (marzo 2023) y un mínimo de 3.00 mm (julio de 2024). Esta causa de eventos máximos tiene un impacto directo en la estabilidad de suelo en los taludes de la carretera, alterando las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como la cohesión, ángulo de fricción interna, presión de poro y la resistencia al corte, en los diferentes tipos de suelo con pendientes pronunciadas. Las precipitaciones causan intensa saturación del suelo, aumentando su peso y reduciendo la cohesión entre partículas, lo que incrementa el riesgo de deslizamientos y desprendimientos de los suelos (EGG Consulting, 2024). Los efectos que pueden traer esta problemática son: la infiltración de agua en el terreno, eleva la presión de poros disminuyendo la resistencia al corte del suelo y facilitando fallas en los taludes**.** Es por ello que las precipitaciones ya sea de máxima y mínima intensidad afectan directamente la estabilidad de taludes debido a que aumenta la presión de poros que afecta la resistencia al corte influenciando el factor de seguridad (fs) de los taludes (López Hernández, 2024). Por ello, al analizar la influencia de este fenómeno desencadenante podemos identificar la relación y efecto que tiene en la estabilidad de taludes con uno de los factores que son las precipitaciones en los taludes de la carretera Chota-Samangay.

Frente a la problemática planteada la finalidad en nuestra investigación consiste en analizar de manera cuantitativa la influencia de la precipitación máxima de 24 horas en la estabilidad de los taludes de la carretera Chota-Samangay ya que es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las infraestructura vial, asimismo brindar soluciones a la carencia de datos que contribuyan a las estrategias de manejo de estabilización de taludes en la seguridad

vial de la provincia, afrontando retos de los factores climáticos y con la perspectiva de una infraestructura mejor y sostenible a futuro.

Entre las limitaciones que presenta el estudio tenemos la disponibilidad restringida de datos meteorológicos en la zona de estudio, lo que condiciona realizar el análisis de la influencia de la precipitación con la estación más cercana (Chotano Lajas), limitando la representatividad espacial de las precipitaciones a nivel distrital. Otra limitación relevante es la variabilidad climática propia de la región andina, que introduce incertidumbre en la interpretación de los escenarios de lluvia. En ese sentido, el estudio se delimita espacialmente al tramo crítico de la carretera Chota–Samangay, provincia de Chota, región Cajamarca. Además, el estudio se basa en métodos de análisis determinísticos y probabilísticos que, si bien son técnicamente válidos, requieren simplificaciones y análisis estadístico. Estas limitaciones, en conjunto, definen el alcance del estudio, el cual se enfoca en analizar exclusivamente el efecto de la precipitación sobre la estabilidad de taludes en sectores representativos del tramo vial, sin considerar otros factores como actividad sísmica o intervención humana directa.

1.2 Formulación de problema

1.2.1 Pregunta general

- ¿Como influye la precipitación en la estabilidad de taludes de la carretera Chota-Samangay?

1.2.2 Preguntas especificas

- ¿Cuál es la relación entre la precipitación y el incremento del contenido de humedad en los taludes de la carretera Chota-Samangay?
- ¿Cómo afectan los cambios del contenido de humedad en la resistencia al corte del suelo en los taludes de la carretera?

- ¿Cómo varía la presión de poro en el talud ante diferentes escenarios de precipitación simulados mediante modelos de flujo transitorio en SEEP/W?
- ¿Qué efecto tiene la saturación del suelo, inducida por las precipitaciones, en el factor de seguridad de los taludes según los análisis realizados en SLOPE/W?
- ¿Cuál es la probabilidad de falla de los taludes de la carretera Chota-Samangay en función de escenarios de precipitación, considerando el método probabilístico de Rosenblueth?

1.3 Justificación

- Justificación social

La carretera Chota–Samangay es una vía de comunicación principal para diversas comunidades (Colpamayo, Conga Blanca, Quinuamayo Atoctambo, Rejopampa Alto, Negropampa, Chaupelanche, Samangay), del distrito de Chota, ya que facilita el acceso a servicios primarios como salud, educación y comercio. Por otro lado, la inseguridad en la vía por deslizamiento de suelo durante las épocas de lluvias representa una amenaza constante para la seguridad de los usuarios que generan interrupciones de tránsito como accidentes y aislamiento de sectores rurales. Por ello, esta investigación se enfocará en analizar la precipitación frente a la estabilidad de los taludes, lo cual permitirá conocer el porcentaje de reducción del factor de seguridad del suelo.

- Justificación económica

Los deslizamientos inducidos por las lluvias pueden llegar a generar pérdidas económicas significativas, tanto directas (por la necesidad de reparar infraestructuras dañadas) e indirectas (debido a la interrupción de actividades productivas y comerciales). Por ello, evaluar técnicamente la influencia de la precipitación en la estabilidad de los taludes permitirá

implementar estrategias preventivas que es utilización de pasto vetiver como alternativa de control de la erosión y estabilización superficial de los taludes, cuya implementación y mantenimiento podría estar a cargo de la entidad responsable de la gestión y conservación de la carretera MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), en coordinación con la autoridad competente en materia de infraestructura vial. Para buscar mejorar los recursos económicos mediante soluciones duraderas que reduzcan la frecuencia de intervenciones en la carretera.

- Justificación metodológica

Esta investigación presenta métodos integrales que combinan observaciones de campo, análisis geotécnicos y análisis meteorológico para evaluar la influencia de las precipitaciones en la estabilidad de los taludes. Se utilizaron técnicas, como el análisis de estabilidad mediante métodos de equilibrio límite (Bishop y Janbu) el cual analizan superficies de deslizamiento tanto circulares y no circulares, para los diferentes escenarios de lluvia y su impacto en los taludes. Esta aproximación permitió analizar los factores críticos que contribuyen a la inestabilidad, además desarrollar modelos predictivos aplicables a otras áreas con condiciones similares.

- Justificación ambiental

La provincia de Chota se caracteriza por una topografía accidentada y suelos susceptibles a la erosión. Los deslizamientos de tierra no solo afectan la infraestructura vial, sino que también provocan la pérdida de cobertura vegetal, degradación del suelo y alteración de los ecosistemas locales, mediante la evaluación de la influencia de la precipitación y la estabilidad de taludes, que permitirá desarrollar estrategias de manejo ambiental que minimicen el impacto negativo en el entorno natural. Evaluar la influencia de las precipitaciones en la

estabilidad de los taludes permitirá determinar la relación de estas y medidas de protección de taludes que minimicen estos efectos adversos.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacialmente la delimitación de los taludes correspondientes al tramo de la carretera Chota–Samangay, en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca se encuentra delimitado por las coordenadas UTM, Chota (759 872.07 m E y 9 275 388.43 m N), a una altitud de 2388 m s. n. m., y Samangay (767 449.21 m E y 9 267 655.18 m N), con una altitud de 3195 m s. n. m., abarcando el área donde se desarrolló la evaluación de la estabilidad de los taludes.

Metodológicamente, el estudio es de enfoque cuantitativo, aplicado, nivel descriptivo y diseño no experimental, se ha definido la muestra y muestreo no probabilístico por conveniencia tomado en cuenta los taludes con presencia de textura de suelo, pendiente mayor al 12% y con señales evidentes de peligro según MTC DG-2018. Se seleccionaron dos taludes críticos a lo largo del tramo, considerando la accesibilidad, evidencia visible de inestabilidad, y condiciones topográficas y propiedades geotécnicas representativas. La selección del área de estudio se basó en un reconocimiento preliminar de la carretera, con el propósito de identificar sectores susceptibles a deslizamientos y fallas de talud, así como evaluar la factibilidad de realizar trabajos de campo (in situ) y los correspondientes ensayos de laboratorio. En este contexto, se seleccionaron los taludes ubicados en los kilómetros 10+800 y 14+000 de la carretera Chota–Samangay, correspondientes a las comunidades de Quinuamayo y Negropampa La Torre.

El procedimiento se inició con la realización del levantamiento topográfico de los taludes con GPS diferencial para determinar la geometría de los taludes y secciones geométricas de análisis; también se realizó el ensayo de SPT en el talud ubicado en Quinuamayo

con coordenadas UTM 763840.24E, 9269797.11N a 2748.75msnm y calicatas en el talud de Negropampa la Torre con coordenadas UTM 763014.25E, 9269010.36N a 1846.49msnm del tramo correspondiente al estudio, se obtuvieron las muestras de suelo que fueron trasladas al laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH) para verificar sus propiedades geotécnicas del suelo como (Humedad, granulometría, peso específico aparente, límites de Atterberg, Cohesión y ángulo de fricción interno) a través del ensayos de laboratorio, se procedió a la solicitud de datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) para el análisis estadísticos de las precipitaciones para establecer la las curvas IDF y poder determinar los eventos extremos en periodos de retorno de 2, 10 y 50 años, seguidamente con los datos obtenidos se realizaron el cálculo de la infiltración de suelo en campo mediante el método de los anillos, para luego determinar la infiltración básica de cada sección a analizar del talud a través de método de Schosinsky, el cual nos permitió determinar la cantidad de lluvia a infiltrar en el suelo. Esta infiltración sirvió como base para el modelamiento de los taludes en el programa SEEP/W y SLOPE/W el cual permitió determinar la presión de poros, factores de seguridad en condiciones extremas de lluvia en todas las secciones de cada talud y determinar la probabilidad de falla de los taludes mediante el método Rosenblueth usando los valores del factor de seguridad obtenido en cada talud de la carretera Chota- Samangay.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Evaluar la influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes de la carretera Chota-Samangay 2025.

1.5.2 Objetivos específicos

- Calcular la variación del contenido de humedad en los taludes en función de los datos de precipitación obtenidos en la estación meteorológica Chotano – Lajas.
- Determinar el efecto del aumento de humedad en la resistencia al corte del suelo, considerando la cohesión y el ángulo de fricción interna en muestras representativas de los taludes.
- Analizar el impacto de la infiltración generada por precipitaciones en la presión de poro del suelo, aplicando modelos de flujo transitorio en el software SEEP/W.
- Evaluar cómo la saturación del suelo influye en el factor de seguridad de los taludes, considerando distintos escenarios de precipitación mediante el software SLOPE/W.
- Estimar la probabilidad de falla de los taludes empleando el método probabilístico de Rosenblueth, considerando variaciones en la precipitación y propiedades del suelo.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Hao Wang et al. (2024) en su artículo "*Un método de análisis de estabilidad de taludes que considera el proceso de hidrología de la lluvia*" tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de una pendiente sometida a eventos de lluvia, considerando los procesos de infiltración y escorrentía superficial que influyen en la deformación y falla del terreno. Se empleó el método de puntos materiales (MPM) mediante el software CoSim-MPM basado en GPU, donde integró un modelo de acoplamiento entre la hidrología de la lluvia y la geomecánica del suelo, se aplicó el método de reducción de resistencia (SRM) para cuantificar la estabilidad, tomando como caso de estudio la pendiente de Qianling en Pekín, la cual presentó inestabilidad durante una lluvia intensa en el año 2023. Los resultados obtenidos mediante análisis numéricos y observaciones de campo evidenciaron que la infiltración y el incremento del contenido de agua generan deformaciones progresivas que condujeron a la falla del talud, demostrando que el modelo permite simular de manera eficiente todo el proceso de migración del agua, de formación y colapso del terreno bajo lluvias intensas. Donde se concluyó que la precipitación constituye un factor determinante en la estabilidad de taludes y que el método propuesto es una herramienta eficaz para analizar y predecir procesos de inestabilidad asociados a eventos de lluvia.

Tao Deng et al. (2026) en su artículo *"Estudio sobre la estabilidad de taludes inducida por lluvias no saturadas y la probabilidad de falla basada en GA-LSTM-MC"* tuvo como objetivo predecir la estabilidad de taludes frente a diferentes intensidades de precipitación, estimando el desplazamiento del terreno, el factor de seguridad y la probabilidad de falla. La

metodología del estudio se enfocó en integrar simulaciones numéricas mediante el software FLAC3D con la teoría de filtración en suelos no saturados, desarrollando un modelo predictivo GA-LSTM-MC validado mediante el método de validación cruzada K-fold para mejorar la confiabilidad de los resultados. Los resultados mostraron que lluvias de baja intensidad (menores a 50 mm) mantuvieron factores de seguridad estables y desplazamientos reducidos; sin embargo, precipitaciones iguales o mayores a 100 mm generaron una disminución significativa del factor de seguridad y un aumento progresivo del desplazamiento, mientras que eventos superiores a 150 mm provocaron condiciones críticas, con desplazamientos mayores a 50 cm y probabilidades de falla cercanas al 100 %. Concluyendo que el incremento de la precipitación influye directamente en la estabilidad del talud y que el modelo propuesto permite evaluar de manera eficiente el riesgo de falla ante lluvias intensas.

Lalbay (2024) en su tesis "*Impacto de las precipitaciones en la estabilidad de taludes en los Andes del Sur del Ecuador*" realizó un análisis de los datos históricos de precipitación en una cuenca hidrográfica del Austro Ecuatoriano. Su investigación se enfocó en la verificar de la fiabilidad de la información satelital de datos meteorológicos realizando comparación entre diferentes fuentes de información, concluyó que existe una mayor correlación entre los datos de origen satelital y físicos durante los meses de agosto, septiembre, octubre y mayo. El cual determinó que el historial de lluvias máximas previo al día del deslizamiento provoca movimiento superficial de tierra en un suelo de características antropogénicas.

Flores et al., (2023) en su artículo "*Efecto de la porosidad y la permeabilidad en la estabilidad de taludes bajo el efecto de la lluvia*" tuvo como objetivo análisis de la influencia de la lluvia en la estabilidad del talud aguas abajo de una presa de tierra homogénea, con 15 metros de altura de terraplén y drenaje a pie de talud, en cual determinó una muestra de 10 suelos arcillosos no saturados que conforman el terraplén, y se aplicaron lluvias con 12 y 24

horas de duración, para períodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años para evaluar el comportamiento del factor de seguridad y del tiempo de falla. Además, se determina la influencia de la porosidad y la permeabilidad de los suelos en la estabilidad. Concluyendo que, para las lluvias de menor intensidad, pero larga duración (24 horas) los parámetros del suelo como índice de poros y permeabilidad son determinantes en la ocurrencia de la falla para los casos de las lluvias con menor período de retorno (5 y 10 años). Para períodos de retornos mayores (25 y 50 años) los parámetros como el índice de poros y permeabilidad se comportan de forma inversamente proporcional al tiempo de ocurrencia de la falla. Para las lluvias de menor tiempo de duración (12 horas) y mayores intensidades, se mantiene el mismo comportamiento, pero de manera mucho menos manifiesta que para la duración de 24 horas.

Bozhou et al., (2023) en su artículo "*Análisis de la estabilidad de taludes con diferentes tipos de vegetación bajo la influencia de las precipitaciones*" tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de taludes con distintos tipos de cobertura vegetal frente a eventos de lluvia y determinar su influencia en el comportamiento hidráulico del suelo. El estudio analizó las curvas características suelo-agua y la estabilidad de agregados en suelos con tres tipos de vegetación (árboles, arbustos y pasto), empleando un modelo bidimensional de elementos finitos para simular la respuesta de las pendientes bajo condiciones de lluvia extrema y diferentes duraciones de precipitación. En los resultados obtenidos se evidenció que los taludes con presencia de árboles presentaron mayor estabilidad, mostrando menor variación del factor de seguridad (0.06) en comparación con los taludes con arbustos y pasto (0.10); además, la deformación plástica máxima se localizó en la base de la pendiente y la profundidad potencial de deslizamiento fue menor en suelos con cobertura arbórea. Llegando a una conclusión que la vegetación influye significativamente en la estabilidad de los taludes, siendo la cobertura arbórea un factor que mejora la resistencia del suelo y reduce el riesgo de deslizamientos bajo condiciones de lluvia.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Pauccara (2024) en su tesis "*Evaluación de deslizamiento de taludes conformados por suelos arenosos saturados en la carretera tramo Puente Santo Domingo – Totora Pata*" tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de taludes en suelos arenosos mediante el cálculo del factor de seguridad, considerando condiciones estáticas, seudo estáticas e infiltración. En análisis fue realizado aplicando el método de equilibrio límite de Bishop (1955) mediante el software Geo Slope/W, mientras que el comportamiento de la infiltración fue evaluado con el programa Plaxis 2D utilizando el método de elementos finitos, considerando parámetros de resistencia al corte, condiciones sísmicas y características geométricas del talud. Se obtuvieron que en condiciones naturales los taludes presentaron factores de seguridad promedio de 0.922 en análisis estático, 0.739 en condición seudo estática y 0.458 bajo infiltración, evidenciando inestabilidad; sin embargo, al modificar la geometría, altura y pendiente del talud, los valores se incrementaron a 1.662 en condición estática, 1.307 en pseudo estática y 0.646 en infiltración. Conclusiones: Se concluyó que la estabilidad del talud depende de las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del suelo y de la geometría del talud, siendo los suelos arenosos altamente susceptibles a deslizamientos ante la presencia de saturación por precipitaciones.

Mujica y Reymundo (2022) en su tesis "*Análisis de estabilidad de taludes desde el puente Posanca hasta el poblado Licahuasi de la carretera LM 111 en el distrito de Arahuay*", tuvo como objetivo determinar los factores más influyentes en la estabilidad de los taludes críticos, la investigación comprende un recorrido de cinco kilómetros donde se presentan taludes de gran altura, en las progresivas 0+400,0+600 y 3+300 se presentan taludes críticos que sobrepasan los 25 metros de altura, con pendientes pronunciadas, por lo que realizó tres levantamientos topográficos para analizar las diferentes secciones a través del programa computacional Geo5 por el método de equilibrio límite, utilizando el valor mínimo del factor

de seguridad para realizar el análisis por el método de factores de evaluación, finalmente propone utilizar dos métodos de estabilidad tales como: la rectificación geométrica en banquetas y la implementación de la vegetación, el cual se determina que al usar ese método manteniendo el ángulo de inclinación y utilizando una aceleración sísmica de 0.45, los taludes incrementan su factor de seguridad en un 48.16%, asimismo, se requiere un ángulo de inclinación de 30º para que el talud tenga un factor de seguridad aceptable en condiciones sísmicas.

Tuesta (2025) en su tesis "*Análisis de estabilidad en taludes de la carretera Caclic–Luya–Lamud aplicando el sistema Soil Nailing, 2023*" tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de los taludes ubicados entre los km 4+570 y 6+170 de la carretera Caclic–Luya–Lamud, determinando la efectividad del sistema de refuerzo Soil Nailing como alternativa de estabilización. Se identificaron taludes críticos mediante inspección de campo, levantamiento topográfico y exploraciones geotécnicas en calicatas, determinando que los suelos predominantes correspondían a gravas arcillosas (GC) con cohesión promedio de 4.14 kPa y ángulo de fricción interna de 27.1°; posteriormente, se utilizó el software Slide V.6.0 aplicando métodos de equilibrio límite como Bishop Simplificado, Spencer y Morgenstern-Price para calcular los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudo estáticas. como resultados obtuvo el talud más crítico presentó factores de seguridad iniciales de 0.77 en condición estática y 0.64 en condición pseudo estática, valores inferiores a los establecidos por la normativa; sin embargo, al modificar la geometría del talud e implementar el sistema Soil Nailing, los factores de seguridad se incrementaron a 1.54 y 1.30, evidenciando una mejora significativa en la estabilidad. Conclusiones: Se concluyó que el sistema Soil Nailing es una solución técnica eficaz para incrementar la estabilidad de taludes en zonas con alta precipitación y condiciones geológicas complejas.

Ignacio (2024) en su tesis "*Efecto de los umbrales de precipitación en el riesgo a deslizamiento de taludes naturales, asociación Túpac Amaru II, Huancayo-2023*" tiene como objetivo establecer los umbrales de precipitación que pueden incrementar el riesgo a deslizamiento de taludes naturales en la asociación Túpac Amaru II, ubicado en el distrito y provincia de Huancayo. Realiza una investigación descriptiva basada en el estudio de la vulnerabilidad, el peligro y el riesgo. Para la determinación de la vulnerabilidad fue necesario la recolección de información en campo mediante encuestas, mientras que para obtener el peligro se necesitó determinar las propiedades del suelo con diferentes porcentajes de saturación (40 %, 60 %, 80 % y 100 %). Concluyendo que se ha podido establecer que el Perfil 01, presenta las peores condiciones de estabilidad, pues el factor de seguridad de volteo es muy bajo en comparación al Perfil 02, y que junto a las condiciones de vulnerabilidad alta hacen que el riesgo sea considerado como "Riesgo muy alto", lo cual implicó un umbral de precipitación con una intensidad de 53.06 mm/h en un periodo de 2.08 días y un grado de saturación del 40 % en el suelo.

Flores y Román (2021) en su tesis "*Análisis de estabilidad de taludes entre los kilómetros 51 al 55 en la carretera Trujillo – Huamachuco*" tuvo como objetivo determinar la estabilidad de los taludes ubicados entre los kilómetros 51+000 y 55+000 de la carretera Trujillo–Huamachuco, evaluando sus condiciones geomecánicas. La investigación se desarrolló con un diseño no experimental y transversal, mediante observaciones directas en campo y ensayos de laboratorio para obtener parámetros del macizo rocoso, empleando instrumentos como martillo de Schmidt para la resistencia a compresión uniaxial, peine de Barton para la rugosidad, brújula Brunton para el buzamiento y cinta métrica para medir discontinuidades, registrándose los datos en fichas geotécnicas y procesados posteriormente con el software Slide. Los resultados indicaron que los taludes evaluados en las seis estaciones geomecánicas presentaron factores de seguridad entre 0.169 y 0.904, valores

considerablemente inferiores al mínimo recomendado de 1.5, evidenciando condiciones de alta inestabilidad y susceptibilidad a fallas. Conclusiones: Se concluyó que los taludes requieren medidas de estabilización para garantizar la seguridad de la vía.

Huascupe (2021) en su tesis "*Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno*", tuvo como objetivo determinar el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, verificó los acontecimientos de propiedad-físico mecánica de suelos y recolectó los datos en un tiempo determinado de enero del 2021, Los resultados obtenidos, para el grado de estabilidad de talud, por teoría equilibrio límite –Spencer hacía perfil-01, es: FS=1.32 y para perfil-02 FS=1.44, así mismo por teoría de elementos finitos, cuenta para perfil-01, con valores de: FS=1.37 y para perfil-02 FS=1.56.concluyendo que el análisis de grado estabilidad de taludes mediante dos teorías muy distintas, es similar, su diferencia es despreciable en campo de la práctica, según el valor de factor de seguridad el mayor valor es por elementos finitos, entonces el talud se encuentra estable estáticamente, y estable cuestionable o estable crítica con sismo o en estado saturado, cumple el valor mínimo de FS=1.25, según NTP-CE 020.

2.1.3 Antecedentes Regionales

Chávez y Rojas (2024) en su tesis *"Determinación de los factores que afectan la estabilidad de los taludes ubicados en la carretera CA-109 sector Shururo, Celendín",* tuvo como objetivo determinar los factores que afectan la estabilidad de los taludes de esta zona en específico. Se realizó el levantamiento topográfico y la captura de una ortofoto entre las progresivas Km 105 + 020 hasta Km 106 + 280 de esta red vial departamental CA-109, inspección visual para determinar los tipos de movimientos de terreno, recolección de muestras de suelo y el uso del software Slide V.5.0. concluyendo que los factores condicionantes que afectan la estabilidad de los taludes ubicados en la carretera CA-109 sector Shururo, Celendín

– Cajamarca; son la cantidad de vegetación, la presencia de fallas geológicas, factores geomecánicos del suelo (clasificación del tipo de suelo, contenido de humedad) y los afloramientos de ojos de agua; y entre los factores desencadenantes, se tiene a las precipitaciones, condiciones climáticas, el sistema de drenaje (ausencia de cunetas y zanjas de coronación) y el factor de seguridad.

López y Sernaqué (2023) en su tesis "*Análisis determinístico de la estabilidad de taludes de la carretera Puente Cumbil, Cajamarca, Perú"* tuvo como objetivo analizar la estabilidad de los taludes en dos sectores críticos ubicados entre los km 10+000 y km 20+000 del proyecto vial, evaluando su comportamiento en condiciones estáticas y pseudoestáticas. El estudio fue desarrollado mediante el uso del software Slide V 6.0, aplicando métodos de equilibrio límite como Janbu y Morgenstern Price para la identificar superficies de falla y calcular los factores de seguridad del talud superior e inferior, considerando cargas de tránsito y solicitaciones sísmicas según lo establecido en la norma CE.020. Obteniendo resultados lo cual evidenciaron que varios sectores evaluados presentaron factores de seguridad inferiores a los valores mínimos recomendados de 1.5 en condición estática y 1.25 en condición pseudo estática, indicando la presencia de inestabilidad y susceptibilidad a deslizamientos, especialmente bajo la acción de cargas sísmicas. Se concluyó que los taludes analizados requieren medidas de estabilización para garantizar su seguridad, proponiéndose alternativas técnicas orientadas a mejorar las condiciones de estabilidad y alcanzar factores de seguridad adecuados.

Ñaupas y Torrejón (2021) en su tesis "*Estudio de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas del tramo de la carretera ruta nacional N°PE-08 del km 40+000 al km 60+000 en la Región Cajamarca*" realizó un estudio de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas de la carretera Ruta Nacional N° PE-08 del tramo km 40+000 al km 60+000 en la región de

Cajamarca. Realizó la caracterización de la cuenca que abarca los 20 km, delimitando un área de 3956 km2 a partir de los softwares ARC MAP y la hidro informática, analizó la vulnerabilidad identificada en los 4 km de carretera y presentó una propuesta de mitigación que consistió en mejorar la geometría del cauce del río Jequetepeque que pasa entre los tramos km 54+000 y km 58+000 de la carretera Ruta Nacional N° PE-08, demostrando la eliminación de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas.

Ruiz (2022) en su tesis *"Evaluación geotécnica de los taludes críticos de la carretera comprendida entre el puente El Obispo – Huangamarca, distrito de Bambamarca"* tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de los taludes críticos en suelos y rocas, considerando la influencia de factores geológicos, precipitación y sismicidad en la seguridad de la vía. El estudio fue desarrollado mediante cartografiado geotécnico y análisis de tramos críticos ubicados principalmente en depósitos cuaternarios, aplicando modelos numéricos como Slide, RocData, Dips, RocPlane y Swedge para determinar los factores de seguridad, incorporando información geológica y estructural de la zona. Los resultados mostraron que varios taludes presentaron factores de seguridad inferiores a los valores mínimos requeridos (menores a 1.10 y 1.50), evidenciando condiciones de inestabilidad asociadas a la alta meteorización y características del suelo; sin embargo, tras la aplicación de medidas de estabilización como muros de mampostería, anclajes, gaviones y biomantas, los Fs se incrementaron hasta valores superiores a 1.10 y 1.50, mejorando significativamente la estabilidad. Concluyendo que la aplicación de técnicas de estabilización adecuadas permite incrementar la seguridad de los taludes y reducir el riesgo de deslizamientos en zonas con condiciones geológicas complejas.

2.2 Bases teóricas-científicas

2.2.1 Teoría de la estabilidad de taludes

La estabilidad de taludes se ocupa de los fenómenos de colapso del suelo, en donde los agentes externos que provocan inestabilidad en una fuerza de masa, peso, efectos de filtración y eventualmente cargas externas (Chavez, 2023). La estabilidad se traduce en encontrar la altura crítica del talud o la carga de colapso, para su geometría y características de suelo dados, todo lo cual implica un estudio en el que se debe de caracterizar la resistencia, establecer el perfil del talud, y las condiciones de filtración y aguas subterráneas, finalmente obtener el factor de seguridad presente (Fierro, 2023), dependiendo de varios factores, como la resistencia del material, discontinuidades en el terreno, inclinación y ángulo del talud (EGG Consulting, 2024). Los taludes naturales y artificiales están sujetos a fuerzas gravitacionales y externas que pueden comprometer su estabilidad.

Para evaluar las condiciones en la estabilidad de taludes se debe incluir criterios como la mecánica de suelos, flujo de agua, geometría del talud y la topografía (NORMA CE 0.20, 2016).

2.2.2 Factores que influyen en la estabilidad de un talud

La estabilidad de un talud está determinada por la interacción compleja de diversos factores intrínsecos y extrínsecos se encuentran la vegetación, pendiente, tipo de suelo, estructura geológica, precipitaciones (Rodriguez, 2025). La falla de taludes generalmente ocurre de dos maneras; por deslizamiento del talud, originado por cambios en las fuerzas gravitacionales a las que está sometido el suelo y por pérdida de resistencia al corte del suelo cuando existen presiones de poros excesivas por saturación del geo material (Cervera, 2023). Existe un grupo de factores condicionantes que se caracteriza por las condiciones propias del talud, y otro grupo de factores desencadenantes, los cuales se basan en las condiciones externas

del talud, siendo estas las mayores causantes de la inestabilidad de un talud, por lo que una pequeña variación en estos factores originaría grandes movimientos de masa térrea (Romero, 2021).

Tabla 1

Factores que influyen en la estabilidad de taludes.

FACTORES INFLUYENTES EN LA ESTABILIDAD DE UN TALUD		
Factores Condicionantes	**Geológicos**	Litología, estratigrafía, discontinuidades
	Hidrológicos	Cambios en las presiones de poros o hidrostáticas.
	Geomorfológicos	Áreas con altas pendientes, topografía irregular.
	Climáticos	Efectos Erosivos
Factores Desencadenantes	**Naturales**	Precipitaciones extraordinarias, infiltraciones, variación de temperatura, sismos.
	Antrópicos	Deforestación, asentamientos humanos en laderas, minería, vialidad

Nota. Esta tabla muestra los factores condicionantes y desencadenantes que influyen directamente la estabilidad de los taludes (Romero, 2021).

La presencia de un nivel freático alto y la infiltración de agua de lluvia pueden modificar las características del suelo, disminuyendo su cohesión y ángulo de fricción interna. Es importante considerar estos factores en los análisis geotécnicos para diseñar medidas de mitigación adecuadas, como sistemas de drenaje y protección contra la erosión (Romero, 2021).

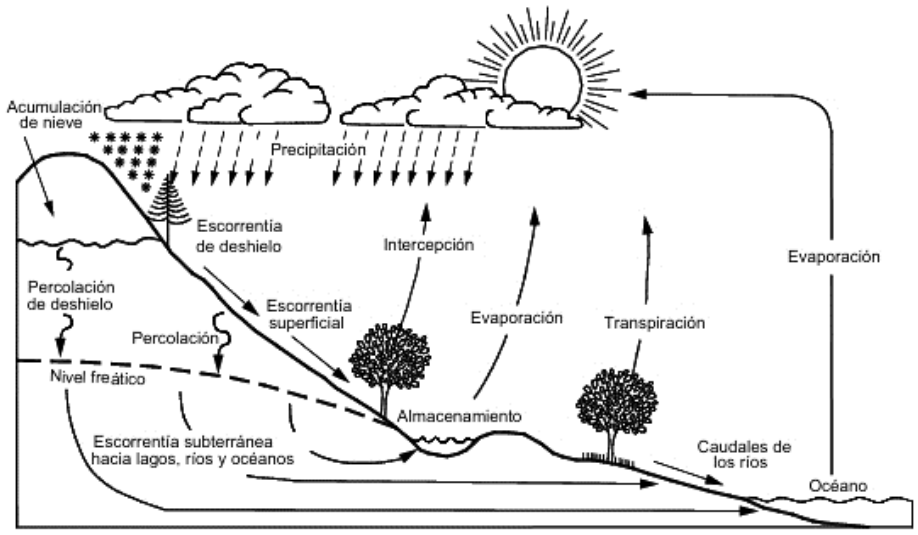
2.2.3 Influencia de la precipitación en la estabilidad de taludes

La influencia de la precipitación tiene un impacto directo en la humedad del suelo, debido a la infiltración de la lluvia que modificando el régimen de lluvia en cuanto a frecuencia, duración e intensidad que generan de fallas de taludes, dependiendo de su morfología, las curvas características del suelo y la resistencia al corte involucrada formando parte de las principales causas de los deslizamientos en taludes y provocan importantes pérdidas

económicas en todo el mundo (Isaida et al., 2023). Los factores climáticos, como la ocurrencia de precipitaciones es uno de los factores desencadenantes activos (Sobrecargas estáticas, cargas dinámicas, cambios en las condiciones hidráulicas e hidrogeológicas, factores climáticos, variaciones en la geometría, reducción en los parámetros de resistencia), que actúan sobre el suelo o macizo rocosos, modificando sus características, condiciones de equilibrio y reducción de la resistencia del suelo (Zuluega, 2016). Un deslizamiento conocido como ciclo hidrológico del talud, el cual lo conforman la precipitación, la evapotranspiración, la escorrentía, la infiltración, el cambio en humedad del suelo y la acumulación de agua, los cuales cambian de forma de acuerdo con un ciclo natural. (Suárez, 2009, p. 216).

Figura 1

El ciclo hidrológico



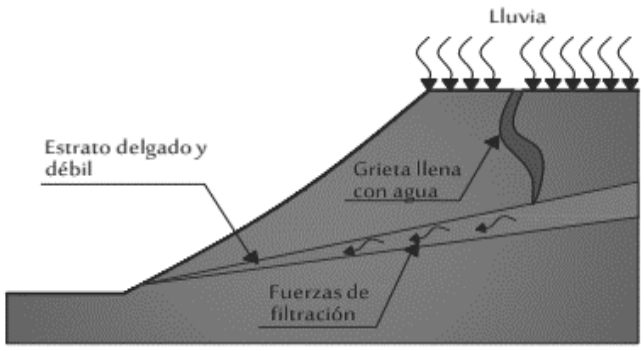
Nota. En la figura se muestra un diagrama del ciclo hidrológico donde el agua entra a la atmósfera principalmente por evaporación y transpiración, y regresa a la tierra mediante la precipitación.

Según el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, para la correcta medición de lluvias en un área plana, se requiere una densidad, mínimo una estación por cada 100 kilómetros cuadrados y en zonas de montaña, una por cada 10 kilómetros cuadrados, para

errores del 10% aproximadamente y en América latina, la escasez de datos confiables para una cuenca determinada es de común ocurrencia y se debe recurrir a análisis regionales, correlacionando las lluvias de una cuenca con otra o relacionándolos con la altitud (Suárez, 2009, p. 223). La intensidad de precipitación se puede medir directamente utilizando pluviómetros. Asimismo, se puede evaluar la intensidad de precipitación utilizando modelos matemáticos que relacionan la precipitación con la intensidad, duración y frecuencia (Ignacio, 2024).

Figura 2

Talud sometido frente a precipitación



Nota. La figura muestra un talud sometido a lluvias, donde el agua se introduce en él por la presencia de grietas, originando un incremento en las fuerzas actuantes o la aparición de fuerzas de filtración. (Budhu, 2011)

2.2.4 Teoría de mecánica de suelos

La mecánica de suelos es el estudio de cómo las propiedades físico-mecánicas del suelo, como la estabilidad, resistencia y deformabilidad influyen en las estructuras y el comportamiento de los suelos bajo diferentes condiciones, utilizando las leyes de la mecánica y las leyes hidráulicas (Rosas, 2025).

2.2.4.1 Clasificación de los suelos por SUCSS

La clasificación (SUCS) permite caracterizar cualitativamente los suelos según su gradación y plasticidad (Morales, 2019). Casagrande clasificó los suelos según su plasticidad, estableciendo que aquellos con un Límite Líquido (LL>50) presentan "alta plasticidad", lo que significa que pueden contener más agua y experimentar mayores deformación plástica y suelos con un Límite Líquido (LL<50) serán de "baja plasticidad". Para diferenciar los suelos arcillosos de los limosos. Los suelos con mayor contenido limoso y orgánico poseen un intervalo de humedad más reducido para pasar del estado semi sólido al líquido, ubicándose por debajo de esta línea debido a su menor plasticidad. (Muelas, 2015).

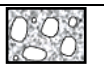
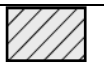
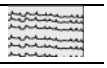
1. Los suelos de grano grueso son las gravas y arenas con menos del 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. G para suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.
2. Suelos que pasan más del 50% la malla N°200 serán suelos de grano fino. Su simbología de grupo comienza con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

   Otros símbolos (Braja, 2013, p. 82) que también se utilizan para la clasificación son:

   - ✓ W bien clasificado
   - ✓ P mal clasificado
   - ✓ L baja plasticidad (límite líquido menor de 50)
   - ✓ H alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

Tabla 2

Clasificación de suelos según SUCS (Braja, 2013).

Criterios para la asignación de símbolo de grupo				Simbología	
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4\ y\ 1 \leq C_c \leq 3$ (c)	**GW**	
		Menos de 5% finos(a)	$C_u < 4\ y/o\ 1 > C_c > 3$ (c)	**GP**	
		Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea ''A''	**GM**	
		Más de 12% finos (a, d)	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea ''A''	**GC**	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias	$C_u \geq 6\ y\ 1 \leq C_c \leq 3$ (c)	**SW**	
		Menos de 5% finos (b)	$C_u < 6\ y/o\ 1 > C_c > 3$ (c)	**SP**	
		Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea ''A''	**SM**	
		Más de 12% finos (b, d)	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea ''A''	**SC**	
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánicos	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea ''A'' e	**CL**	
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea ''A'' e	**ML**	
		Orgánicos	$\frac{LL\ (seco)}{LL\ (no\ seco)} < 0.75; zona\ OL$	**OL**	
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánicos	Gráficos PI en o por encima de línea "A"	**CH**	
			Gráficos PI por debajo de "A" línea	**MH**	
		Orgánicos	$\frac{LL\ (seco)}{LL\ (no\ seco)} < 0.75; zona\ OH$	**OH**	
Suelos altamente orgánicos		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico		**Pt**	

a) Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC

b) Arena con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

c) $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$

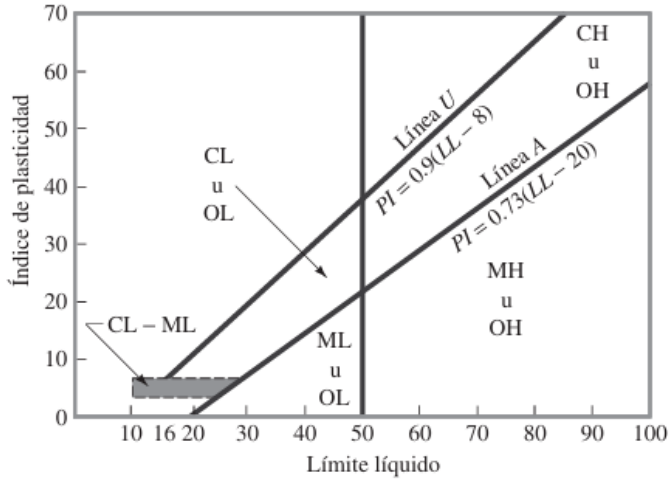
d) Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 3, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM

e) Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 3, se usa doble símbolo CL-ML.

Nota. La tabla muestra la clasificación SUCS (basado en el material que pasa por el tamiz N°. 75) de los suelos granulares, finos y orgánicos y su caracterización de acuerdo con su simbología.

Figura 3

Carta de plasticidad.



Nota. La figura muestra la representación de los Límites de Attenberg (eje X límite líquido LL y en el eje Y el índice de plasticidad IP) a través del ábaco de la carta de Casagrande de acuerdo al Sistema Unificado de clasificación de Suelos S.U.C.S.

Para la clasificación adecuada de acuerdo con este sistema, una parte o toda la siguiente información debe conocerse:

1. Porcentaje de grava, esto es, la fracción que pasa el tamiz de 76.2 mm y retenida en el tamiz N°. 4 (4.75 mm de apertura)
2. El porcentaje de arena, es decir, la fracción que pasa el tamiz N°. 4 (4.75 mm de apertura) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)
3. El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz N°. 200 (0.075 mm de abertura)
4. El coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de gradación (Cc)
5. El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz N°. 40

Los símbolos de los grupos de los suelos de grano grueso son GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y GP-GC, la simbología de suelos de grano fino son CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML y Pt. Los nombres de los grupos de los distintos suelos clasificados bajo el Sistema de Clasificación Unificado (SUCS) se pueden determinar usando las Anexos A, B, C. Es por ello, un suelo esta dado por:

- ✓ Fracción fina = % que pasa el tamiz núm. 200
- ✓ Fracción grava = % retenido en el tamiz núm. 4
- ✓ Fracción arena = (% retenido en el tamiz núm. 200) − (% retenido en el tamiz núm. 4)

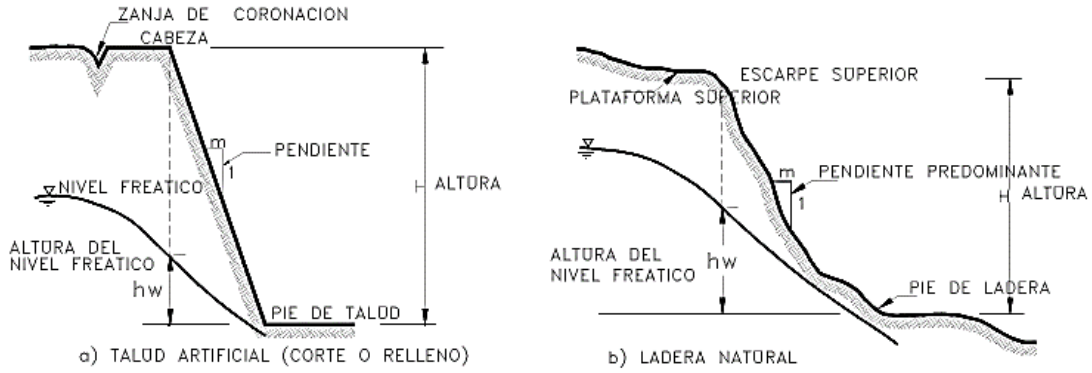
2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Talud

Los taludes se definen como formaciones geológicas y artificiales que adquieren un perfil transversal inclinado debido a la erosión natural o a manipulación humana (Alpaca & Cahuana, 2022). Es por ello que un talud o ladera se refiere a una extensión de tierra que carece de una superficie completamente plana, sino que exhibe una inclinación o variaciones de altura, pie, cabeza o pendiente y altura de nivel freático (Lalbay L., 2024). Estos perfiles del talud también son definidos a través de excavaciones o terraplenes no necesariamente vertical, sino con cierto ángulo con la horizontal, llamado ángulo de talud (NORMA CE 0.20, 2016).

Figura 4

Perfiles de taludes y laderas.



Nota. La figura nuestra la nomenclatura de los taludes conformados de manera artificial y una ladera su conformación tiene como origen un proceso natural. (Suárez, 2009, p. 3)

2.3.2 Estabilidad de taludes

La estabilidad de talud es la seguridad que presenta el talud ante su posible falla o deslizamiento, es decir, el contraste entre la resistencia al esfuerzo cortante o momento resistente frente al esfuerzo cortante actuante y el momento actuante (Romero, 2021). Por otro lado, la (NORMA CE 0.20, 2016), indica que es una solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporar equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno.

2.3.3 Precipitación

La precipitación es un fenómeno que se forma en las nubes y llega hasta la superficie del suelo en granizada, garúa, nevada y lluvia (Villón, 2002, p. 69), estos fenómenos climatológicos afectan directamente la estabilidad de los taludes (Valverde E. , 2010). La precipitación es un factor detonante en los estudios acerca de los deslizamientos y de las fallas que suceden en un talud, puesto que este tiene una influencia directa en la infiltración y en nivel

freático del suelo (Castro & Ramón, 2015). Su cálculo se basa en la relación entre intensidad y duración (I-D) y permite estimar la frecuencia con la que estos eventos pueden ocurrir, así como la probabilidad de que superen ciertos niveles críticos. (Ignacio, 2024). La interpretación más común de la influencia de la precipitación de lluvia que al infiltrarse en el talud, satura el suelo, y la presión de poros provoca una disminución de la resistencia al corte (Suárez, 2009, p. 216).

$$Precipitación = Evapotranspiración + Escorrentia + Flujo\ subterraneo + Cambio\ de\ Humedad\ en\ el\ suelo + acumulación\ de\ agua\ subterranea$$

De acuerdo con el MTC (2014), para la determinación del umbral de precipitación se ha considerado el modelo de distribución de precipitaciones, basada en la distribución normal, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-1/2(x-u/s)^2} \quad (1)$$

Donde: se puede comprender que la función depende del valor de variable independiente, x y u, es el parámetro de localización y S es el factor de escala (MTC, 2014). De manera complementaria, también se considera la distribución Gumbel, el cual se basa en la siguiente ecuación:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (2)$$

De lo anterior se establece que: $\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$ $\quad y \quad$ $\beta = \mu - 0.45\sigma$

Donde se puede comprender a α, como el parámetro de concentración y β, como el parámetro de localización (MTC, 2014).

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

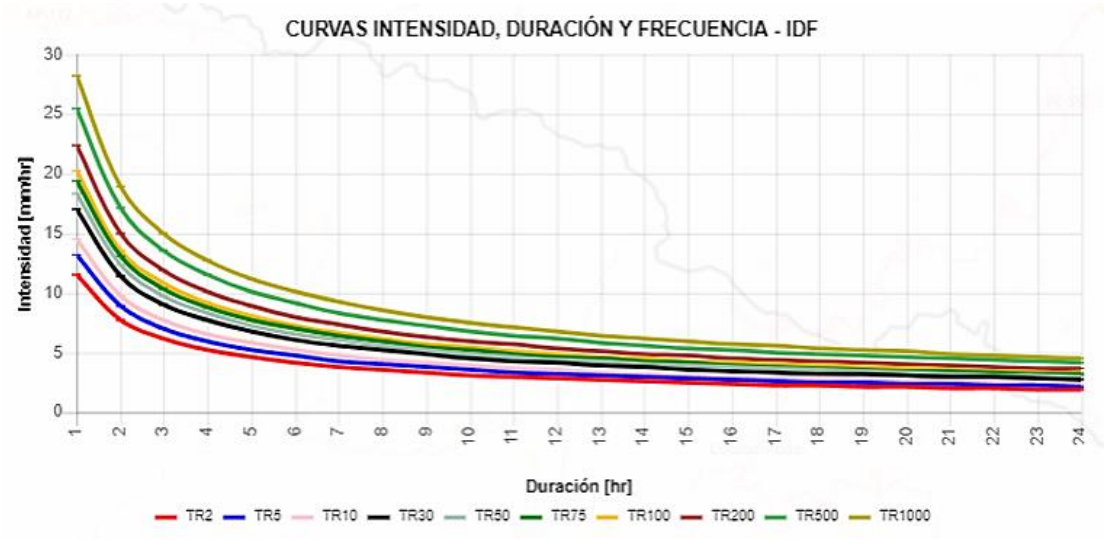
$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad (3)$$

Donde; x: es la probabilidad dada, $\bar{x}$: es la media de la serie, k: es el factor de frecuencia.

Con dichos parámetros finalmente se podrá construir gráficos como los que se presentan a continuación (Mujica & Reymundo, 2022)

Figura 5

Ejemplo gráfico de curva IDF



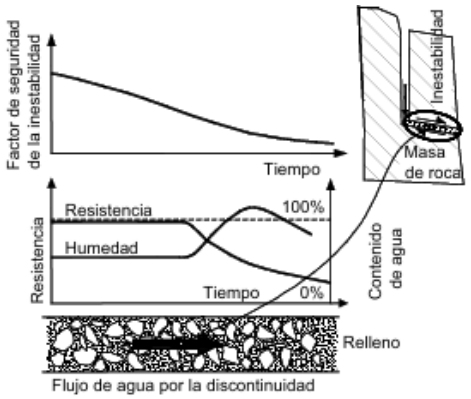
Nota. La figura muestra la representación gráfica de las curvas IDF curvas intensidad-duración y frecuencia determinadas para diferentes periodos de retorno y tiempo de duración.

2.3.4 Secuencia Hidrológica

La secuencia hidrológica es el proceso del ciclo hidrológico, Dhakal y Siddle en 2004 muestra una secuencia hidrológica para la activación de los deslizamientos. Sin embargo, en los perfiles de suelos permeables de poca profundidad, se pueden prevenir las dos primeras etapas y los deslizamientos pueden activarse por un evento de gran intensidad, sin que exista lluvia antecedente o acumulada (Suárez, 2009, p. 245).

Figura 6

Secuencia hidrológica del proceso de inestabilidad.



Nota. La figura muestra la secuencia hidrológica del agua en el suelo, que se produce una pérdida de resistencia por la eliminación de la succión y a continuación, la generación de presión de poros.

1. Una lluvia acumulada anterior: Es la lluvia generada por condiciones de humedad y genera la formación de niveles de agua colocados en sitios inestables.
2. Un período prolongado de lluvia: Es la lluvia máxima de 24 hr o un periodo que aumenta las presiones de poros y asciende los niveles freáticos.
3. Un evento de alta intensidad: Incrementa la saturación del suelo y de la presión de poros, lo cual activa los deslizamientos.

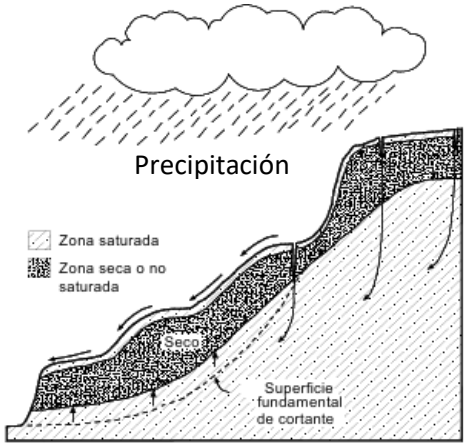
2.3.5 Suelo no saturado

Un suelo no saturado es aquel cuyos poros contienen tanto líquido como gas. Puede encontrarse de manera natural o como resultado de procesos artificiales, como el compactado de rellenos. Su origen puede ser sedimentario o residual, y su comportamiento depende del volumen, grado de saturación y estado de esfuerzos. Las propiedades del suelo no saturado, incluyendo las características de retención de agua, la permeabilidad a los gases y la tasa de infiltración (Bordoli et al., 2021) La principal diferencia entre el flujo de agua saturado y no saturado es que en los suelos saturados se supone que el coeficiente de permeabilidad es

constante y los suelos no-saturados, el coeficiente de permeabilidad es una función del contenido de agua o de la presión de poros. (Suárez, 2009).

Figura 7

Diagrama conceptual del proceso de saturación en el deslizamiento.



Nota. La figura muestra las zonas del suelo saturado y seco o no saturado lo cual tiene un proceso de saturación debido a las precipitaciones que conlleva a una falla de deslizamiento.

2.3.5.1 Criterios de falla lineal de Mohr – Coulomb para suelos no saturados

El criterio de falla de Mohr-Coulomb, permite determinar la resistencia al corte de la de un suelo que está compuesta por dos componentes correspondientes a la fuerza de cohesión y la fuerza de fricción (Chávez & Rojas, 2024). La resistencia al corte en suelos saturados proporciona una resistencia mínima, definiéndose como un suelo en condición desfavorable. Teniendo en cuenta los amplios grados de saturación a que el suelo puede estar sometido en la naturaleza, el conocimiento de la variación de la resistencia asociado a los cambios del contenido de agua conducirá al conocimiento más completo de su comportamiento (Suárez, 2009, p. 76).

Cuando el grado de saturación es mayor del 85%, se puede utilizar la ecuación de Coulomb para suelos saturados:

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \phi' \quad (4)$$

Donde: τ Esfuerzo de resistencia al corte, c´ cohesión o cementación efectiva, σ Esfuerzo normal total, μ presión del agua intersticial o de poros. La presión efectiva σ´ = σ - μ, φ´ ángulo de fricción para presiones efectivas, c´ Cohesión para presiones efectivas.

Para el análisis de falla en suelos no-saturados se utiliza la ecuación de Coulomb modificada por Fredlund (Suárez, 2009, p. 76). Para suelos con saturación menor del 85%, se deben aplicar los principios de la mecánica de suelos no saturados.

$$\tau = c' + (\sigma_n - \sigma_a) \tan \phi' + (\mu_a - \mu_w) \tan \phi^b \quad (5)$$

Donde: σ_n esfuerzo normal total, μ_a presión en el aire de los poros, μ_w presión en el agua de los poros, la cual comúnmente es negativa, ϕ^b ángulo de fricción igual a la pendiente de la curva de succión $(\mu_a - \mu_w)$contra resistencia al cortante τ cuando $(\sigma_n - \sigma_a)$ se mantiene constante y todos los valores de succión. ϕ^b es generalmente igual o menor que ϕ' y se puede obtener en ensayos triaxiales o de corte directo no saturados (Huat et al., 2005).

$$(\mu_a - \mu_w) \tan \phi^b = Cohesión\ aparente\ debido\ a\ la\ succión \quad (6)$$

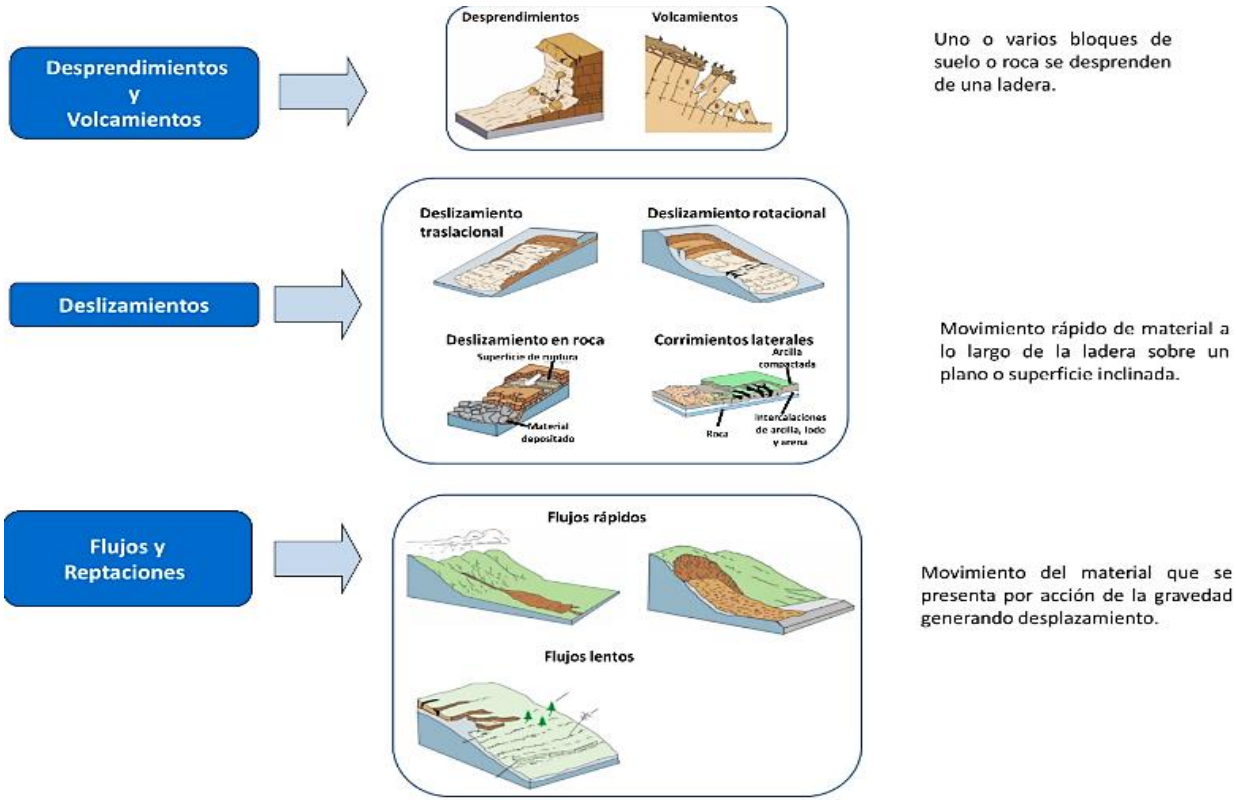
$$(\mu_a - \mu_w) = Succión\ matricial \quad (7)$$

2.3.6 Movimientos de Ladera

Los movimientos de ladera o movimientos gravitacionales de masas de suelos y/o rocas que afectan a las laderas por fenómenos naturales como las precipitaciones y la acción erosiva de los ríos y las actividades humanas pueden provocar movimientos de ladera (Ministerio de Interior España, 2020). Ladera es el perfil natural que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o atmósfera, y ese perfil no es horizontal (NORMA CE 0.20, 2016). Los deslizamientos son especialmente frecuentes en laderas inclinadas, entre 20 y 50 grados, y con formaciones geológicas poco resistentes y cohesivas (lutitas arcillosas, margas, etc.). (Copons & Tallada, 2009).

Figura 8

Principales tipos de movimiento en masa.



Nota. La figura muestra los principales tipos de movimientos en masa en los taludes – Adaptado USGS (2008), GEMMA: PMA - GCA (2007). Fuente (Celestino M., 2025).

2.3.7 Presión de Poros

La presión de poros depende de la permeabilidad de los materiales que consiste en la presión del agua dentro de los poros del suelo. En los suelos con permeabilidad alta, las presiones de poro pueden ascender en forma progresiva durante las lluvias de grandes intensidades. En los suelos con permeabilidad baja, presentan cambios más lentos, aunque en ocasiones las masas arcillosas pueden tener una permeabilidad secundaria sorpresivamente alta debido a la presencia de grietas, fisuras y lentes de materiales más permeables (Zuluega, 2016). La presión de poros (u) disminuye los esfuerzos normales efectivos entre partículas, que tratan de separarlas y disminuye la resistencia a la fricción de igual manera al colocar una carga produce un cambio en la presión de poros que se denomina como Δμ (exceso de presión de poros) o deficiencia de presión de poros inducidos la infiltración (Suárez, 2009, p. 79).

1. Cuando el agua en el suelo no se encuentra en movimiento, la altura del agua genera un fenómeno de presión hidrostática:

   $$\mu = \gamma_w . Z_W \quad (8)$$

   Donde: γw = peso unitario del agua zw = profundidad vertical del punto por debajo del nivel de agua freática.

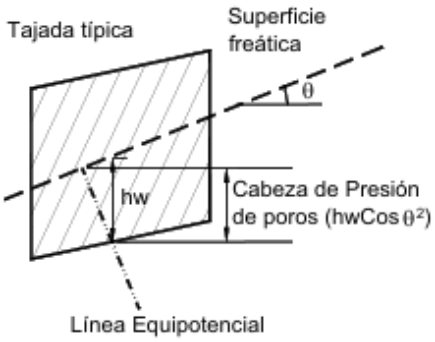
2. Cuando la superficie freática se encuentra inclinada a un ángulo θ con la horizontal, la cabeza piezométrica es igual a:

   $$h_u = h_w cos^2\theta \quad (9)$$

   Donde: hu es la distancia vertical a la línea del nivel freático.

Figura 9

Medición de la presión de poros.



Nota. La figura muestra la medición o distancia vertical con respecto a la línea del nivel freático que es generado por un aumento de la presión de poro generado por la lluvia.

2.3.8 Esfuerzos Totales y Efectivos

Los esfuerzos totales y efectivos se definen como esfuerzo a la fuerza por unidad de área de la siguiente manera:

a) Esfuerzo Efectivo: Una masa de suelo saturado está compuesta por dos fases distintas: el esqueleto de partículas y los poros entre partículas llenos de agua. Cualquier esfuerzo impuesto sobre el suelo, es soportado por el esqueleto de partículas y también, por la presión del agua (Suárez, 2009, p. 80).

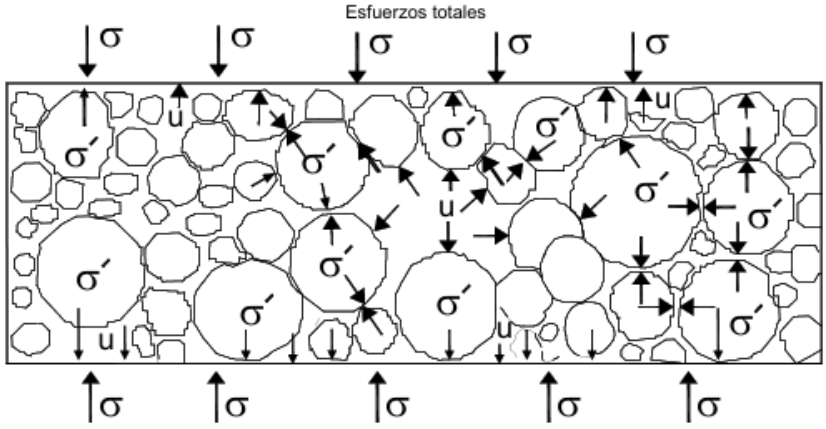
$$Esfuerzo\ efectivo(\sigma') = esfuerzo\ total(\sigma) - presión\ de\ poros\ (u)$$

b) Esfuerzo Total: es la suma de todas las fuerzas, incluyendo aquellas transmitidas a través de contactos entre partículas, aquellas transmitidas a través de la presión de poros en el agua (divididas por el área total) e incluyendo el área de sólidos y el área de vacíos (Suárez, 2009, p. 80).

$$Esfuerzo\ total\ (\sigma) = Esfuerzo\ efectivo(\sigma') + presión\ de\ poros\ (u)$$

Figura 10

Esfuerzos totales y efectivos.



Nota. La figura muestra los esfuerzos totales que está conformado por los esfuerzos efectivos más la presión de poros que estos forman parte de la saturación del suelo.

2.3.9 Factor de Seguridad (FS)

El factor de seguridad en la estabilidad de taludes se refiere a la relación entre la resistencia al deslizamiento del suelo y las fuerzas que actúan para provocar el deslizamiento. El factor de seguridad mínimo del talud deberá ser 1.5 para condiciones estáticas y 1.25 para condiciones sísmicas (NORMA CE 0.20, 2016), Si estos factores de seguridad no son cumplidos, el Profesional Responsable deberá seleccionar un método de estabilización o la combinación de varios métodos de estabilización y probarlos hasta que la solución propuesta alcance la aprobación de ambos factores de seguridad (Flores & Pizarro, 2022). Un FS de 1 indica que una estructura o componente fallará inmediatamente cuando se alcance la carga de diseño y no será capaz de soportar ninguna carga adicional (SafetyCulture, 2024). En general, el factor de seguridad se define como:

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \tag{10}$$

Donde: FS_s es el factor de seguridad con respecto a la resistencia, τ_f resistencia del suelo al corte, τ_f esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla.

La resistencia al corte de un suelo consiste de dos componentes, la cohesión y la fricción, y se puede expresar como:

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi' \quad (11)$$

Donde: c´ cohesión, ϕ' ángulo de fricción de drenado, σ' esfuerzo normal efectivo en la superficie potencial de falla.

$$\tau_d = c'_d + \sigma' \tan \phi'_d \quad (12)$$

Donde: $c'_d \; y \; \phi'_d$ son la cohesión eficaz y el ángulo de fricción que se desarrolla a lo largo de la superficie potencial de falla.

2.3.10 Estudios geotécnicos del suelo

Geotecnia es la aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería (Escobar & Duque, 2017). Un estudio geotécnico permite conocer las características de los terrenos de fundación, significa identificar el conjunto de propiedades que caracterizan un área, ayudada por conceptos generales sobre mecánica de suelos, granulometría, límites de consistencia, humedad, compacidad, resistencia y grado de compactación, escalabilidad, y capacidad admisible de carga (Cavala & Núñez, 1999).

2.3.10.1 Propiedades físicas del suelo.

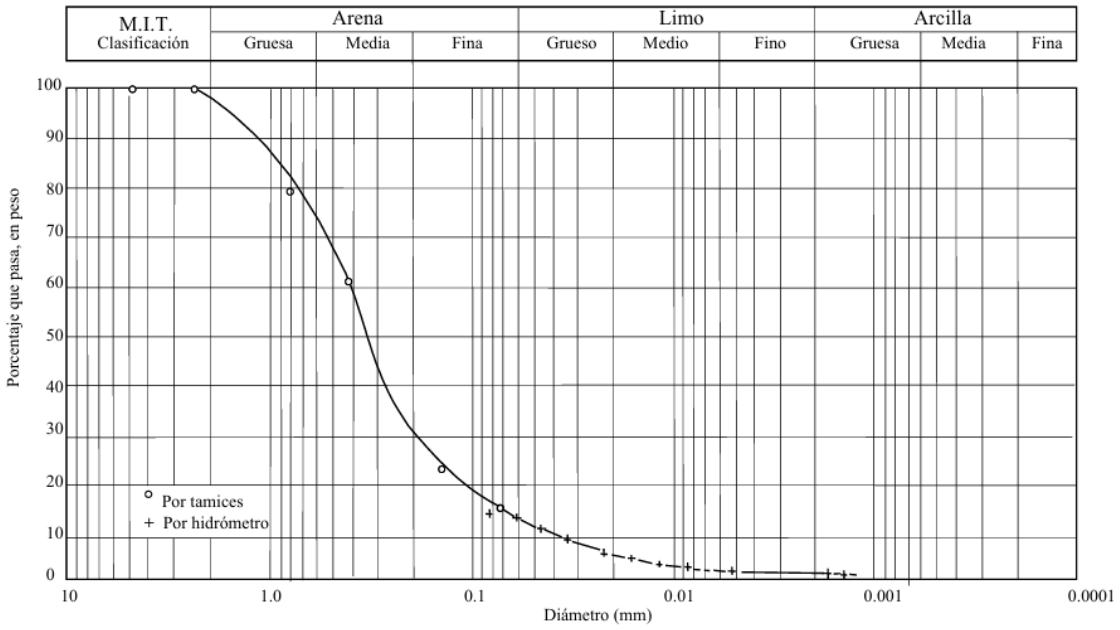
a) **Análisis Granulométrico*:*** El análisis granulométrico por tamizado se efectúa tomando una cantidad medida del suelo seco, bien pulverizado y pasándole a través de una serie de tamices (cuyo tamaño de malla suele ir disminuyendo en progresión geométrica de razón de 2), agitando el conjunto. La cantidad de suelo retenido en cada tamiz se pesa y se determina el porcentaje acumulado del material que pasa por cada tamiz. “El fin

de la granulometría es determinar la repartición de tamaño de partículas del suelo", (Muelas, 2015).

En toda muestra de suelo, se presentan partículas con una variedad en sus dimensiones, por ello se debe realizar una distribución granulométrica en cada tipo de suelo a analizar. La granulometría de partículas de dimensión por encima del 0.08mm, se realizará mediante un análisis de tamizado y para las partículas de tamaño menor al 0.08mm se emplea la granulometría por sedimentación.

Figura 11

Curva granulométrica de un suelo.



Nota. La figura muestra un ejemplo de la curva granulométrica (hoja granulometría) en el eje X van los diámetros (mm) de los tamices usado y en el eje Y el porcentaje que pasa por cada tamiz permitiendo conocer su clasificación (Arena, Limo y Arcilla) y el análisis de la línea vertical y horizontal.

Según (Muelas, 2015), el análisis granulométrico permite representar gráficamente la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo, como se muestra en la

Figura 11. Con base en esta clasificación, los suelos se dividen en cuatro grupos principales: gravas, arenas, limos y arcillas. Y las define como:

Las gravas: poseen partículas entre 80 mm y 4,75 mm de diámetro, son fácilmente visibles, presentan grandes espacios vacíos entre ellas y no retienen líquido.

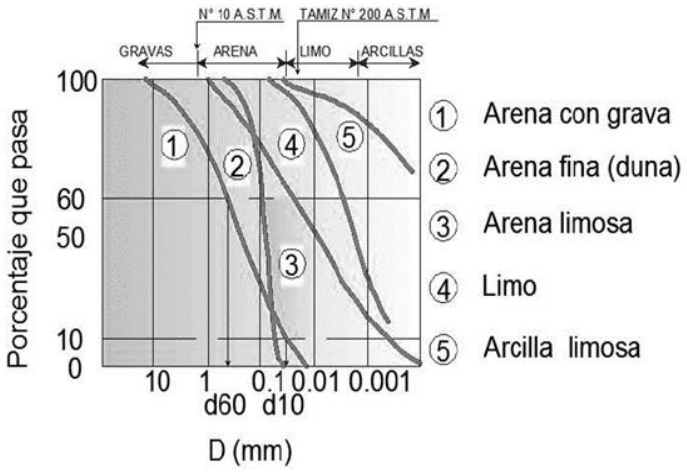
Las arenas: presentan un tamaño de grano que varía entre 4,75 mm y 0,075 mm, son igualmente visibles sin necesidad de instrumentos y no experimentan cambios cuando entran en contacto con líquidos.

Los limos: con partículas de entre 0,075 mm y 0,002 mm, poseen la capacidad de retener líquido. Al mezclarse con agua, pueden formar una pasta que, al ser golpeada, permite observar cómo el agua es expulsada con facilidad.

Las arcillas: están compuestas por partículas menores a 0,002 mm, lo cual presenta una elevada retención de agua debido a su gran volumen de vacíos, lo que resulta en tiempos prolongados de expulsión del agua y una permeabilidad extremadamente baja.

Figura 12

Clasificación de suelos en función de su granulometría.

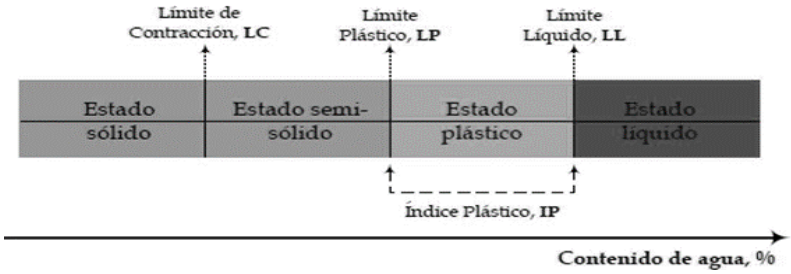


Nota. La figura muestra la clasificación de los suelos en función a su granulometría ya sea gravas, arenas, limos y arcillas que está conformado por el eje X (diámetro de tamiz) y Y (Porcentaje que pasa). *(Muelas, 2015).*

b) Plasticidad: La plasticidad del suelo se atribuye especialmente a la presencia de arcilla, cuyas partículas tienen un tamaño fino y una alta superficie específica, las arcillas cargadas negativamente, atraen cationes de intercambio de los minerales circundantes, formando una delgada capa de agua alrededor de ellas permite que las partículas de arcilla se deslicen unas sobre otras, facilitando la deformación del suelo sin ruptura (Rodriguez, 2025)

Figura 13

Representación gráfica de la consistencia del suelo.



Nota. La figura muestra la consistencia del suelo de acuerdo al contenido de humedad en él ya sea en estado sólidos, semi sólido, plástico y líquido. *(Muelas, 2015)*

c) Límites de Attenberg

Límite Líquido: Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje respecto al peso seco de la muestra, en el cual un suelo transita de un estado líquido a un estado plástico. En este punto, el material presenta una cohesión prácticamente nula y una resistencia al esfuerzo cortante muy baja. (Crespo, 2004, p. 70)

Se halla con la siguiente ecuación:

$$LL = \frac{w_n - w_p}{w_l - w_p} \qquad (13)$$

Límite Plástico: Corresponde al contenido de humedad, también expresado en porcentaje respecto al peso seco de la muestra previamente secada en horno, en el cual el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico. (Crespo, 2004).

Índice de plasticidad: Se obtiene como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, indicando el intervalo de humedad en el cual el suelo exhibe comportamiento plástico, dado que su magnitud influye en la cohesión y deformabilidad del material. (Crespo, 2004, p. 77).

$$IP = LL - LP \tag{14}$$

d) Contenido de humedad (W%): Es la correspondencia del peso del agua en la muestra y el peso de la muestra seca

$$Humedad\% = \frac{Wh - Ws}{W_s} x\ 100 \tag{15}$$

Donde: Wh es el peso de masa humedad, Ws peso de la muestra seca

e) Peso específico (γ): Es la relación entre el peso de un volumen de suelo y su volumen total del suelo (Crespo, 2004, p. 135). Se utiliza las siguientes ecuaciones:

Tabla 3

Fórmulas de los pesos específicos aparentes.

NOMBRE	FORMULA
Peso específico aparente	$\gamma = P/V$ *Donde: P: peso del suelo y V: volumen del suelo*
Peso específico de partículas sólidas	$\gamma_s = P_s/V_s$ *Donde: Ps: Peso de los salidos y Vs: Volumen de los sólidos.*
Peso específico seco del suelo	$\gamma_d = P_s/V$ *Donde: Ps Peso de los sólidos y V: volumen del suelo.*

Nota. La tabla muestra las fórmulas para determinar los pesos específicos de un suelo.

2.3.10.2 Propiedades mecánicas de los suelos.

a) Cohesión: Se refiere a la fuerza de unión entre sus partículas. Se establece la resistencia máxima que un suelo debe tener frente a una tensión aplicada. Esta cohesión puede ser de tipo verdadera o superficial. (Pérez D. E., 2018) Su magnitud depende de factores como el contenido de humedad y la proporción de partículas finas, lo que explica por qué las arenas son consideradas materiales no cohesivos (Pincay, 2020). La cohesión será igual a cero cuando se les denomina suelos friccionantes o "no cohesivos" (C = 0) (Suárez, 2009, p. 77).

b) Ángulo de fricción: También llamado ángulo de fricción interna representa la inclinación de la relación entre el esfuerzo normal y el esfuerzo de corte en un suelo. Su valor está influenciado por factores como el tamaño y la forma de las partículas, la densidad del material y la presión normal aplicada (Gesenhues, 2020). El ángulo de fricción es la representación matemática del coeficiente de fricción que depende de varios factores, siendo algunos de los más importantes: tamaño de grano, forma de grano, distribución de tamaño de grano y densidad (Suárez, 2009, p. 76).

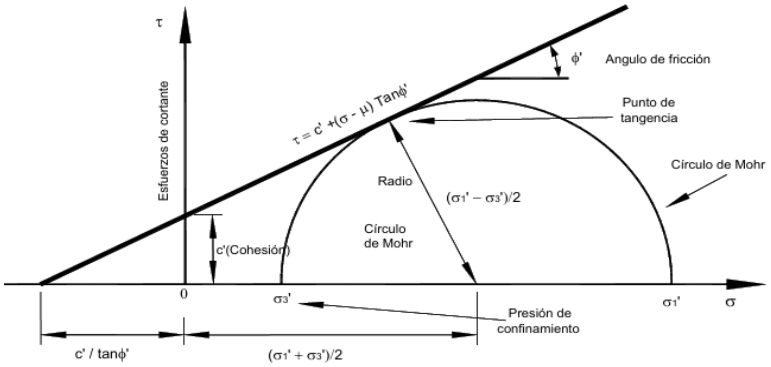
$$Coeficiente\ de\ rozamiento = \tan\phi \qquad (16)$$

Donde*:* τ = esfuerzo cortante, c= cohesión, σ' = esfuerzo normal efectivo, ϕ = ángulo de fricción interna.

c) Resistencia al corte (τ): Es la capacidad límite que presenta un suelo cuando se produce la subducción de una parte del suelo sobre otra. Es un parámetro fundamental en geotecnia, ya que determina la estabilidad de taludes, cimentaciones y estructuras de contención. (Silvia & Garibay, 2020).

Figura 14

Representación gráfica de la ecuación de Coulomb.



Nota. La figura muestra la gráfica formada a través de la ecuación de Coulomb (en X lo conforma el esfuerzo total y esfuerzos efectivos y en Y el esfuerzo cortante) para su análisis de la ecuación de Coulomb requiere conocer los parámetros, el ángulo de fricción y cohesión, los cuales se consideran como propiedades intrínsecas del suelo (Suárez, 2009, p. 75).

2.3.10.3 Propiedades hidráulicas de los suelos.

a) Permeabilidad

La permeabilidad del suelo se define como la capacidad que posee para ser atravesado por fluidos sin alterar su estructura interna (Zmora G., 2019) . Para evaluar la estabilidad de un talud ante la infiltración provocada por la precipitación, es esencial conocer la conductividad hidráulica o permeabilidad del suelo (Ttito, 2018).

b) Infiltración

Según la teoría definida por Hillel (1971), la infiltración es el ingreso vertical y horizontal del agua en el perfil del suelo desde su superficie. Este proceso de movimiento de masa del agua relaciona a diferentes factores del suelo que regulan la distribución del agua tanto durante como después de su ingreso. Cuando el agua tengo contacto con el suelo este se

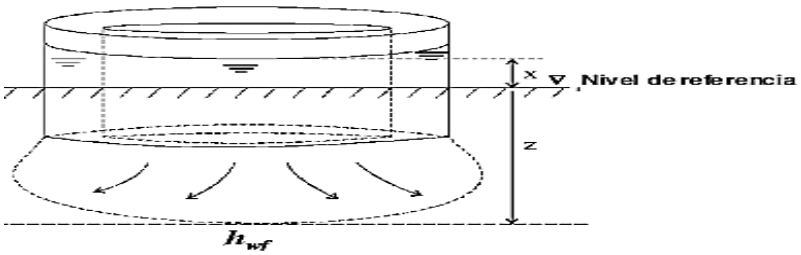
infiltra de manera rápida hasta llegar a un estado constante, es decir eventualmente se alcanza un punto en el que la tasa de infiltración supera la capacidad del suelo para absorber, provocando la acumulación de exceso de agua en la parte superficial de suelo produciendo a escurrimiento. Este fenómeno ocurre siempre que las condiciones de la pendiente lo permiten (Valverde J. , 2007).

La infiltración del agua de lluvia tiene dos efectos: una parte humedece el suelo no saturado y otra recarga el agua subterránea. Su magnitud depende de la intensidad de la lluvia. Los modelos ayudan a entender este proceso y a tomar decisiones para manejar taludes, ya que las lluvias intensas afectan las presiones dentro del suelo. (Suárez, 2009).

Método del infiltrómetro doble anillo: Es un método más utilizado para medir la infiltración del suelo en campo, que permite medir la lámina y velocidad de infiltración en diferentes periodos de tiempo hasta que el suelo obtenga una infiltración básica (fc) constante y el suelo esté completamente saturado. Utilizada para caracterizar la infiltración de una lámina de agua localizada sobre la superficie del suelo, por lo que su medición es representativa del proceso natural de ingreso de agua al suelo en los casos de riego por desbordamiento, amelgas y taipas arroceras y simula la entrada de agua tal como ocurre en casos de anegamiento e inundación (San Martín, 2022).

Figura 15

Representación gráfica de los anillos infiltrómetro



Nota. la figura nos indica la representación gráfica de los anillos infiltrómetro el cual nos indica los parámetros a tener en cuando al momento de realizar este ensayo.

Se trata de una herramienta compuesta por dos cilindros independientes, diseñada para medir la tasa de infiltración, la infiltración acumulada y la conductividad hidráulica saturada en los distintos horizontes del suelo.

$$Velocidad\ instantanea = \frac{Lámina\ parcial}{Tiempo\ parcial/60} \quad (17)$$

$$Velocidad\ promedio = \frac{Lámina\ acumulada}{Tiempo\ acumulado/60} \quad (18)$$

Kostiakov 1932, propuso un modelo exponencial, el cual desarrollo de manera empírica, como se muestra en la siguiente ecuación*:*

$$I = A \times t^B \quad (19)$$

Donde: I es la infiltración acumulada, A(A > 0) y B($0 < B < 1$) son parámetros que se calculan mediante las siguientes formulas: $B = \frac{\sum(\log t.\log I) - (\sum \log t) \times (\sum \log I)/N}{\sum log^2 t - (\sum \log t)^2/N}$ y $A = \text{antilog}(A_o)$, donde $A_o = \frac{\sum \log I}{N} - B\frac{\sum \log t}{N}$, N numero de datos.

Infiltración básica. valor instantáneo que corresponde al tiempo en que la pendiente de la curva de la velocidad de infiltración en función del tiempo es igual a -10% de su valor o bien dicho es la velocidad de infiltración registrada cuando, en un período de una hora, se produce un cambio igual o menor al 10% en la velocidad de infiltración, el tiempo en horas para alcanzar la infiltración básica tb = -10b (Delgadillo & Pérez, 2016).

$$I_{basica} = a \times (tb)^b \ \ donde\ a = A * B\ ;\ b = B - 1 \quad (20)$$

Donde: a y b son parámetros de la ecuación y b debe estar entre los parámetros -1< b<0.

La conductividad hidráulica (K_T): es una propiedad clave en la descripción del proceso de infiltración del agua en el suelo. (Gabriels et al., 2006), describe diferentes metodologías para determinar la conductividad hidráulica entre ellos está en método del infiltrómetro de doble anillo, lo cual utiliza la tasa de la infiltración básica, y la tasa de infiltración final constante puede ser dada usando la ley de Darcy (Ecu. 22) el cual nos permite calcular la conductividad hidráulica del suelo principalmente en zonas de transmisión del agua mediante la siguiente fórmula:

$$q = K_T \frac{h_{wf} + z + x}{z} \quad (21)$$

Donde: q es la tasa de infiltración en m/s, K_t es la conductividad hidráulica en m/s, h_{wf} carga de presión en el frente de humedecimiento (al fondo de la zona de transmisión en (m), z espesor de la zona de transmisión (m) y x carga del agua en el anillo interior del infiltrómetro (m).

La permeabilidad hidráulica saturada (K_s) determinada en campo mediante el método de los anillos de infiltración se tendrá un ajuste del valor obtenido de la infiltración básica f_0, recalculado los valores obtenidos mediante el ajuste de Reynolds y Elrick (Moreno Merino & De la Losa Román, 2015). Donde estos autores proponen una fórmula para ensayos constantes que es la siguiente:

$$Ks = \frac{fc}{\left[1 + \frac{\lambda + D}{C_1 d + C_2 b}\right]} \quad (22)$$

Donde: fc tasa de infiltración básica; D, carga de agua en el cilindro; d, profundidad de inserción del anillo; b, radio de infiltración; C1 y C2, son constantes empíricas recomendadas por Reynolds y Elrick valores de 0.993 y 0.578; λ, parámetro que indica la longitud de capacidad macroscópica en un determinado suelo, los valores que nos recomiendan los autores

para un "λ" de 0.08m para suelos que presentan un desarrollo estructural, 0.03 m suelos de textura muy gruesa y 0.25 m.

2.3.11 Método de análisis de estabilidad de taludes

Para evaluar la estabilidad de taludes afectados por la precipitación, se emplean diferentes métodos analíticos, entre ellos:

2.3.11.1 Análisis determinístico.

Un modelo determinista es un modelo con bases o fundamentaciones matemáticas que teóricamente no contempla la existencia del azar ni la incertidumbre, específicamente en la relación lluvias-deslizamientos, los métodos determinísticos tienen sus cimientos en los modelos de estabilidad, presenta una metodología determinística basada en un modelo de equilibrio límite y un modelo hidrológico (con base en las ecuaciones de Moore y Green Ampt) (Jiménez, 2017). Los métodos de equilibrio límite son utilizados prácticamente en la evaluación de estabilidad de taludes en términos del Factor de Seguridad (FoS), considerando el peor escenario posible. Sin embargo, se requiere un procedimiento de análisis de deformación por flujo acoplado combinado con un método probabilístico para considerar las variaciones temporales y espaciales en las propiedades del suelo debido a la infiltración de agua y para evaluar la probabilidad de derrumbes de taludes (Ravichandran & Vickneswaran, 2025).

a) **Método de equilibrio límite (LEM).** Este método utiliza prácticamente las leyes de la estática para obtener el estado de equilibrio de una masa de terreno, sin tener en cuenta las deformaciones del terreno, estos métodos permiten obtener un factor de seguridad o a través de un análisis regresivo, la resistencia al cortante en el momento de la falla. Este sistema supone que, en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes, son iguales a lo largo de la superficie de falla y equivalentes a un factor de seguridad de 1.0

(Suárez, 2009, p. 135). Las ecuaciones generales de factor de seguridad por sumatoria de fuerzas propuestas por Fredlund and Krahn (1977).

Con respecto a los momentos tenemos:

$$FS_{Momentos} = \frac{Momento\ resistente}{Momentos\ actuantes} \tag{23}$$

Con respecto a las fuerzas tenemos:

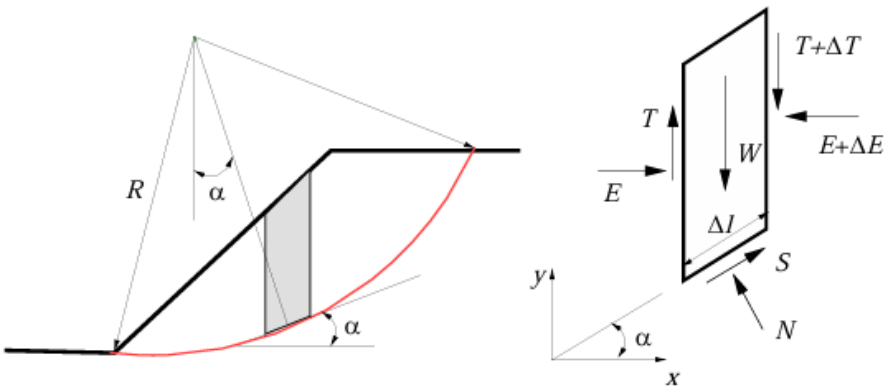
$$FS_{fuerzas} = \frac{Fuerza\ resistente}{Fuerza\ actuante} \tag{24}$$

Los métodos LEM más adecuados que permiten incluir el efecto del agua y las variaciones de presión de poros en el análisis son:

- ✓ **Método de Bishop modificado.** Bishop (1955) presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales, es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante (Suárez, 2009, p. 155). El Método Bishop Simplificado utiliza una formulación matemática más sencilla y rápida.

Figura 16

Modelo de análisis (método de Bishop).



Nota. La figura muestra el modelo de análisis del método Bishop basado en el método de Fellenius para el cálculo del coeficiente de seguridad en función de ellas. (Oliva Gonzáles, 2015)

$$FS_n = \frac{\sum_{n=1}^{n=p}(cb_n + (W_n - u_n b_n)\frac{1}{m_{\alpha(m)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n} \tag{25}$$

$$m_{\alpha(m)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \sin \alpha_n}{FS_S} \tag{26}$$

Donde: b, ancho de dovela; W, peso de cada dovela; C´, ϕ , parámetros de resistencia del suelo; u, es la presión de poros en la base de cada dovela $\mu = \gamma_w \times h_w$, α es el ángulo del radio y la vertical en cada dovela.

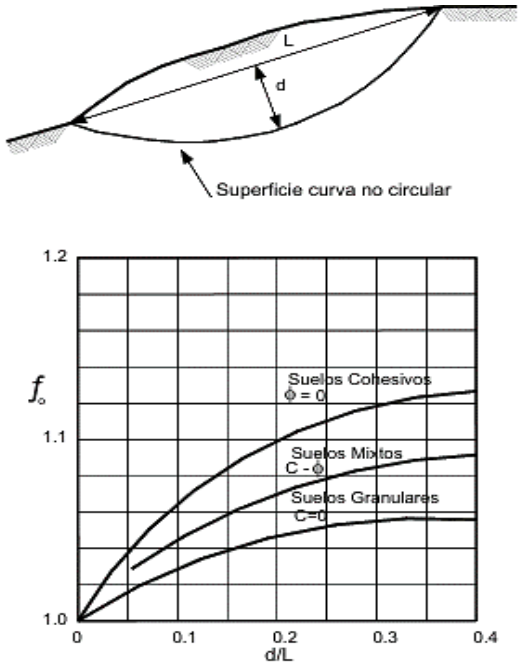
Método de Janbu simplificado: El método Janbu simplificado, desarrollado en 1968 por R.S. Janbu, es una técnica utilizada para el análisis del deslizamiento de taludes en ingeniería geotécnica (Suárez, 2009, p. 133). Este método se caracteriza por asumir fuerzas interbloque horizontales y no considerar las de cortante, además de utilizar un factor de corrección f0 para mejorar la precisión en superficies no circulares (Suárez, 2009, p. 156).

$$FS = \frac{f_o[c´b + (W - ub)\tan \phi]\frac{1}{\cos \alpha\, ma}}{\sum(W \tan \alpha)} \tag{27}$$

$$f_o = 1 + k\left[\frac{d}{T} - 1.4\left(\frac{d}{T}\right)^2\right] \tag{28}$$

Figura 17

Diagrama para determinar el factor f0.



Nota. Esta figura muestra el diagrama para determinar el factor fo para el método de Janbú.

b) **Método analítico de Schosinsky.** Es un método desarrollado para estimar la infiltración de agua de lluvia en el suelo, considerando factores como la precipitación máxima mensuales, la capacidad de infiltración básica del suelo, la pendiente topográfica y la cobertura vegetal. En un estudio de (Valverde E. , 2010) utilizó el método desarrollado por (Schosinsky, 2006), permite evaluar la infiltración de lluvia que penetra al suelo en una zona el cual requiere en realizar un balance hídrico, para determinar la precipitación que infiltra en el suelo considerando diferentes factores como pendiente, cobertura vegetal, textura del suelo, intervención por follaje, la infiltración básica del suelo Fc, escorrentía y la evapotranspiración.

Fracción de lluvia interceptada por el follaje: Lluvias menores de 5 mm mensuales, no van a generar infiltración ya que se considera que, en un mes con lluvia, al menos 5 mm son retenidos por el follaje sin llegar al suelo (Schosinsky, 2000, p. 45). Además, se considera que la retención de la lluvia en follajes es del 12% de la precipitación mensual. Sin embargo, en bosques muy densos, la retención de la lluvia se considera en un 20%.

1) $Si\ P \leq 5mm, Ret = P$

2) $Si\ P \times Cf_o \geq 5mm, Ret = P \times Cf_o$

3) $Si\ P > 5mm\ y\ P \times Cf_o < 5\ Ret = 5$

Donde: Ret, Retención de lluvia por follaje; P, precipitación mensual (mm/mes); Cfo, Coeficiente de follaje. para bosques muy densos Cfo = 0,20, otros Cfo = 0,12 [adimensional].

Coeficiente de infiltración: El "Manual de Instrucciones de Estudios Hidrológicos" realizado por las Naciones Unidas, proponen la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración aparente, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

$$Ci = Kp + Kv + Kfc \qquad Para\ Kp + Kv + Kfc < 1 \tag{29}$$

$$Ci = 1 \qquad Para\ Kp + Kv + Kfc > 1 \tag{30}$$

$$Ci = 0 \qquad Para\ P < 5mm/mes \tag{31}$$

Donde: Pi, precipitación infiltrada (mm/mes); Ci, coeficiente de infiltración (adimensional); Kp, fracción que infiltra por pendiente; Kv, fracción que infiltra por vegetación; Kfc, fracción que infiltra por textura del suelo.

Tabla 4

Componentes del coeficiente de infiltración según ONU 1974.

Por textura de suelo		**Kfc**
Arcilla compacta impermeable		0.10
Combinación de limo y arcilla		0.20
Suelo limo arenoso no muy compacto		0.40
Por pendiente		**Kp**
Muy plana	0.02% - 0.06%	0,30
Plana	0.3% - 0.4%	0,20
Algo plana	1% - 2%	0,15
Promedio	2% - 7%	0,10
Fuerte	mayor de 7%	0,06
Por cobertura vegetal		**Kv**
Cobertura con zacate menos 50%		0.09
Terrenos cultivados		0.10
Cobertura con pastizal		0.18
Bosques		0.20
Cobertura con zacate más de 75%		0.21

Nota. La tabla muestra los componentes de infiltración del suelo según su pendiente y su cobertura vegetal. (Schosinsky, 2000, p. 45).

Estos valores dependen de los valores de infiltración básica (fc), dicho valor se obtiene en el campo, con la prueba de anillos aplicada en la superficie del terreno. La ecuación general de K_{fc} determinada es la siguiente:

$$Kfc = 0.267 \ln(fc) - 0.000154fc - 0.723 \quad fc\ en\ mm/dia \tag{32}$$

La infiltración; Es la lluvia que a través de un balance hídrico llega parte de la precipitación a infiltrar en el suelo, los factores que intervienen principalmente son el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (kfc), que está dado tentativamente por la siguiente ecuación.

$$I = (1 - Ki)Ci \times P \quad (33)$$

Donde: Ci, Coeficiente de infiltración; I, Infiltración; P, Precipitación, Ki, fracción interceptada por el follaje (0.12 o 0.20).

La ecuación general para determinar la infiltración potencial está dada por: Ip = P(Kfc).

Las lluvias menores de 5 mm por mes, se infiltran totalmente. Por este motivo, lluvias menores de 5 mm mensuales no son consideradas en el análisis debido a ser interceptadas por el follaje (Schosinsky, 2000, p. 45).

La escorrentía: Es la parte de lluvia que llega a infiltrarse en el suelo cuando el suelo se encuentra en un estado de saturación. La escorrentía se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$ESC = P - Ret - Pi \quad (34)$$

$$Pi = Ci \times (P - Rec) \quad (35)$$

Donde: ESC, escorrentía superficial en (mm/día), P precipitación en mm/día (dato meteorológico), Ret. retención de lluvia mensual por follaje en mm/día, Pi precipitación que infiltra mensualmente al suelo en (mm/día).

2.3.11.2 Análisis probabilístico.

Los modelos probabilísticos pueden facilitar el desarrollo de nuevas perspectivas relativas al riesgo y la confiabilidad que están fuera del alcance de los modelos determinísticos convencionales. (Fernández et al., 2018). La evaluación de la estabilidad de un talud consiste en desarrollar un modelo geotécnico, precipitación, humedad y la estabilidad mediante un análisis determinístico y probabilísticos que integre la información disponible: características geométricas (topografía y estratigráfica), estratificación del suelo, condiciones hidráulicas

(Sáez, 2010, p. 141). El uso de herramientas de software de modelado numérico y análisis geotécnico puede proporcionar resultados más precisos y detallados para la evaluación de la estabilidad del talud (Chávez & Rojas, 2024).

2.3.12 Probabilidad de Falla: Método de Rosenblueth

Este método denominado el método de estimación puntual permite aproximar numéricamente los momentos de las funciones de variables aleatorias a partir de los momentos de orden inferior de la variable independiente X, el método proporciona aproximaciones para los momentos de orden inferior para la variable dependiente Y (Rosenblueth, 1075, p. 3812). Este método ocupa de tres casos: (1) cuando $Y_{(x)}$, la media, varianza y asimetría son conocidas; (2) $Y_{(x)}$ cuya distribución es simétrica y aproximadamente iguales; (3) cuando Y es una función de n variables X_1, X_2, ……, X_n, cuyas distribuciones son simétricas y que pueden estar correlacionadas. En la mayoría de los casos, los cálculos se realizan en dos puntos (Baecher & Christian, 2003, p. 347).

La aplicación más utilizada del método de Rosenblueth se deriva del tercer caso, cuando Y es una función de n variables cuya asimetría es cero, pero que pueden estar correlacionadas (Niño Montes, 2017). X podrían ser las propiedades del suelo, los parámetros geométricos, las cargas sísmicas, etc.; Y podría ser un factor de seguridad, asentamiento, cantidad de flujo, etc. (Ayay Chilon & Condor Vilcas, 2020). El objetivo de este método es elige 2^n puntos seleccionados de modo que el valor de cada variable sea una desviación estándar por encima o por debajo de su media. Por lo tanto, si hubiera dos variables X1 y X2 (Baecher & Christian, 2003), los cuatro puntos serían:

Por lo tanto, los factores de seguridad para dos variables F=g (X, Y), los cuatro puntos serian modificado por (Valverde E. , 2010):

$$F++=g(\mu_{x1}+\sigma_{x1};\mu_{x2}+\sigma_{x2}) \quad (36)$$

$$F+-=g(\mu_{x1}+\sigma_{x1};\mu_{x2}-\sigma_{x2}) \quad (37)$$

$$F-+=g(\mu_{x1}-\sigma_{x1};\mu_{x2}+\sigma_{x2}) \quad (38)$$

$$F--=g(\mu_{x1}-\sigma_{x1};\mu_{x2}-\sigma_{x2}) \quad (39)$$

Donde: F factor de seguridad resultante de la combinación de la desviación estándar (σn) y promedio (μn)

Combinación para dos variables aleatorias

$$P++=P--=\frac{1}{2^N}(1+\rho_{xy}) \quad (40)$$

$$P+-=P-+=\frac{1}{2^N}(1-\rho_{xy}) \quad (41)$$

Cuando las variables no presentan correlación, la función Y se evalúa en cada uno de los puntos, asignando un peso para cada punto de 0,25, si el coeficiente de correlación entre X_1 y X_2 es ρ, la desviación estándar de los puntos se ubica por encima o por debajo de la media de cada variable, pero sus ponderaciones cambian. En los dos puntos (μX1 + σX1, μX2 + σX2) y (μX1 − σX1, μX2 − σX2) los pesos se convierten en (1 + ρ) /4, y en los otros dos puntos son (1 − ρ)/4. (Baecher & Christian, 2003).

El factor de seguridad esperado: La media, la varianza y la desviación estándar de una función F, basada en los primeros términos de una expansión de la serie de Taylor de F para dos variables aleatorias (Baecher & Christian, 2003, p. 323) será:

$$E[F]=\mu_F=F(X1,X2,\dots\dots\dots Xn) \quad (42)$$

$$E[F]=\mu_F=P_{++}F_{++}+P_{+-}F_{+-}+P_{-+}F_{-+}+P_{--}F_{--} \quad \text{(Valverde E., 2010)} \quad (43)$$

La función F podría ser cualquier función relevante, pero para los fines presentes es el factor de seguridad calculado mediante un método numérico adecuado. Una vez calculadas la media y la varianza, es sencillo calcular el índice de fiabilidad β.

Varianza del factor de seguridad: El método de Rosenblueth es el más utilizado en el caso 3 para estimar la media y la varianza de una función de varias variables. Por lo tanto, en el caso trivial de que, Y sea una función lineal de X, su varianza será del orden 2, y el método de estimación puntual calculará tanto la media como la varianza de Y con exactitud. Si Y es una función de X2, la media se calculará exactamente, pero la varianza será del orden 4, por lo que se producirá algún error (Baecher & Christian, 2003).

$$Var[F] = E[F^2] - (E[F])^2 \tag{44}$$

El factor de seguridad calculado previamente, tiene un índice de confiabilidad, con el cual se puede conocer el nivel de desempeño y conocer así la probabilidad de falla en caso de que se tratara de una distribución log normal (Valverde E. , 2010).

Índice de confiabilidad: Distribución log normal

$$\beta = \frac{[Ln(Fc) - \mu_N]}{\sigma_N} \tag{45}$$

$$\mu_N = Ln(\mu_F) - \frac{1}{2}{\sigma_N}^2 \tag{46}$$

$$\sigma_N = \sqrt{Ln\left(1 - {V_F}^2\right)} \quad Donde: V_F = \frac{\sigma_F}{\mu_F}\ y \quad \sigma_F = \sqrt{Var[F]} \tag{47}$$

Donde: μ_F, promedio del factor de seguridad esperado; σ_F, desviación estándar del factor de seguridad general; V_F, coeficiente de variación; σ_N, desviación estándar de las variables (población); μ_N, promedio de las variables, β, índice de confiabilidad, Fc al factor de seguridad crítico (1.25).

Probabilidad de falla: Tras los cálculos de la media y la desviación estándar del F_S, se puede calcular la probabilidad de falla. Este cálculo se rige por algoritmos de probabilidad a través de distribución normal o log normal. (Según el enfoque de

Rosenblueth, el FS sigue una distribución normal o log normal). Como resultado, se puede estimar la probabilidad de fallo (Pf) (Jui Pin & Duruo, 2012).

$$P_f = Pr(F < Fc) = \Phi\left(\frac{Fc - \mu_F}{\sigma_F}\right) \quad F\ sigue\ una\ distribución\ normal \tag{48}$$

Donde: Fc denota el FS crítico, μ_F y σ_F denotan la media, Φ es la función de distribución acumulada normal estándar.

2.4 Hipótesis

Hi: El incremento progresivo de humedad en el perfil del suelo, generado por las precipitaciones sucesivas, influye significativamente en la estabilidad de los taludes, al reducir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo frente a los esfuerzos actuantes sobre la masa de suelo y disminuir el factor de seguridad a 1.25.

H_0: El incremento progresivo de humedad en el perfil del suelo, generado por las precipitaciones sucesivas, no influye significativamente en la estabilidad de los taludes, por lo que no produce una reducción significativa de la resistencia al esfuerzo cortante ni una disminución del factor de seguridad a 1.25.

2.5 Operacionalización de variables

2.5.1 Variable dependiente: Estabilidad de talud

La estabilidad de talud es la seguridad que presenta el talud ante su posible falla o deslizamiento, es decir, el contraste entre la resistencia al esfuerzo cortante o momento resistente frente al esfuerzo cortante actuante y el momento actuante respectivamente sobre y dentro del mismo, asegurando de esta forma su integridad ante posibles fallas y movimientos de secciones del bloque de masa, que se suscitan cuando la resistencia al esfuerzo cortante del suelo es excedida por los esfuerzos cortantes que actúan en la superficie continua del bloque de masa (Romero, 2021).

2.5.2 Variable independiente: Precipitación

La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo en lluvia, granizada, garúa, nevada (Villón Béjar, 2002). La influencia de la precipitación tiene un impacto directo en la humedad del suelo, por lo que un aumento de lluvia genera una disminución en el esfuerzo de succión, lo que provoca una disminución en el factor de seguridad del talud y un aumento en la probabilidad de falla (Valverde E. , 2010).

2.5.3 Variable interviniente: Condiciones Geotécnicas

La geotecnia es la ingeniería civil que se encarga del estudio de los suelos y las rocas, y de su comportamiento bajo sus diferentes condiciones naturales del suelo, un suelo es un material natural formado por una mezcla de partículas minerales y materia orgánica; las partículas minerales pueden ser de diferentes tamaños, desde granos de arena hasta partículas de arcilla. Los suelos y las rocas son los materiales que soportan el peso de las estructuras (Quinde, 2024).

Tabla 5

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición de conceptos	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	**Unidad**
Influencia de la Precipitación (VI)	La influencia de la precipitación tiene un impacto directo en la humedad del suelo, por lo que un aumento de lluvia genera una disminución en el esfuerzo de succión, lo que provoca una disminución en el factor de seguridad (Suárez, 2009).	Cantidad de lluvia	Cantidad total de lluvia recogida en un tiempo determinado (MTC, 2014).	Precipitación acumulada	(mm)
		Intensidad	Tasa con la que cae la lluvia por unidad de tiempo (MTC, 2014).	Intensidad de la lluvia	Mm/hr
		Duración	Tiempo continuo durante el cual se produce el evento de precipitación. (MTC, 2014)	Duración de la lluvia	hr
		Frecuencia	Número de eventos de lluvia registrados en un período (MTC, 2014).	Frecuencia de eventos de lluvia	Veces/mes
Estabilidad de talud VD	La estabilidad de talud se refiere al nivel de seguridad frente a posibles fallas o deslizamientos, determinado por la relación entre la resistencia del suelo y los esfuerzos actuantes (Romero, 2021).	Resistencia al corte	Capacidad del suelo para resistir esfuerzos cortantes. Se mide por cohesión y ángulo de fricción interna (Suárez, 2009).	Cohesión del suelo	kPa
				Ángulo de fricción interna	(°)
		Saturación del suelo	Nivel de humedad del suelo debido a la infiltración de agua de lluvia generando un aumento de presión de poros (Suárez, 2009).	Porcentaje de humedad en el suelo	%
		Factor de seguridad	Relación entre fuerzas resistentes y fuerzas actuantes del suelo (Suárez, 2009).	Relación de fuerzas resistentes y actuantes	F_S
Condiciones Geotécnicas Variable interviniente	Las condiciones geotécnicas se refieren a las características físicas, mecánicas e hidráulicas del suelo y las rocas en un área específica (Quinde, 2024)	Tipo de suelo	Sistema unificado de clasificación del suelo, determina si es arena, arcilla, limo, etc. (Morales, 2019) .	Clasificación SUCS del suelo	-
		Infiltración básica	Permite medir la lámina y velocidad de infiltración en diferentes periodos de tiempo hasta que el suelo obtenga una infiltración básica (fc) constante y el suelo esté completamente saturado (San Martín, 2022).	Velocidad de infiltración	(mm/hr)

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y niveles de investigación

3.1.1 Según el objetivo

De acuerdo con su finalidad del trabajo la investigación fue de tipo aplicada porque nos ayuda a resolver las causas y efectos que ocasionan las lluvias frente a la estabilidad de taludes en la carretera Chota-Samangay, permitiendo buscar resolver un problema real asociado a la estabilidad de los suelos. Por ende, este tipo de investigación permite resolver problemas específicos o aplicar los conocimientos en situaciones prácticas (Caicedo et al., 2024).

3.1.2 Según las fuentes de datos

La investigación según a la recolección de datos fue de campo y estadísticos procesados en laboratorio que permitirá obtener información de manera directa y objetiva (levantamiento de información de campo, ensayos de suelos) y datos secundarios (información histórica de precipitaciones, reportes geológicos y estudios previos), es decir se obtendrá datos originales en su contexto natural o real. La recolección de datos de campo ya que se lleva a cabo en el entorno donde ocurren los fenómenos de interés, permitiendo estudiarlos en su contexto real y los datos de laboratorio se realiza en un entorno controlado donde se pueden manipular las variables de interés para estudiar sus efectos (Caicedo et al., 2024).

3.1.3 Según su enfoque

La investigación será cuantitativa dado que emplea datos numéricos de precipitación, estabilidad de taludes y propiedades geotécnicas del suelo para analizar la problemática lo cual permite realizar una recolección y el análisis de datos cuantitativos para identificar patrones y

validar la hipótesis empleando métodos estadísticos para el análisis de los datos (Caicedo et al., 2024).

3.1.4 Según su alcance

La investigación se desarrolló de manera explicativa porque se busca identificar la relación de causa-efecto entre la precipitación y la estabilidad de los taludes; así como también nos permite identificar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en los deslizamientos en las zonas vulnerables de la carretera Chota - Samangay. Una investigación explicativa se proporciona debido a que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones de los estudios explicativos que pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis, sus resultados y conclusiones que constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Arias, 2012).

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Según la manipulación de variables

Es una investigación no experimental y de tipo correlacional, ya que se analizarán variables en el laboratorio, para establecer relaciones entre la precipitación y la estabilidad de los taludes en la carretera Chota – Samangay. Es por ello que un diseño no experimental nos permite tomar las situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza sino utilizar variables independientes ocurrentes que no pueden ser manipuladas, es decir no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (Hernández R. , 2024, p. 151).

3.2.2 Según su temporalidad

Es una investigación transversal y longitudinal, ya que se analizó información de propiedades hidráulicas e información meteorológica de precipitaciones de registros históricos a través de un análisis estadístico de los datos. Un estudio transversal se caracteriza por la recopilación de datos en un único punto en el tiempo, ofreciendo una "instantánea" de un fenómeno o población en un momento específico y la longitudinal recaba datos en diferentes puntos del tiempo, permitiendo realizar inferencias acerca de la evolución del problema (Caicedo et al., 2024).

Tabla 6

Tipos y nivel de investigación según criterio de clasificación.

CRITERIO	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Según su objetivo	Aplicada
Según las fuentes de datos	Campo, laboratorio
Según su enfoque	Cuantitativa
Según su alcance	Explicativo
Según la manipulación de variables	No Experimental
Según su temporalidad	Transversal y Longitudinal

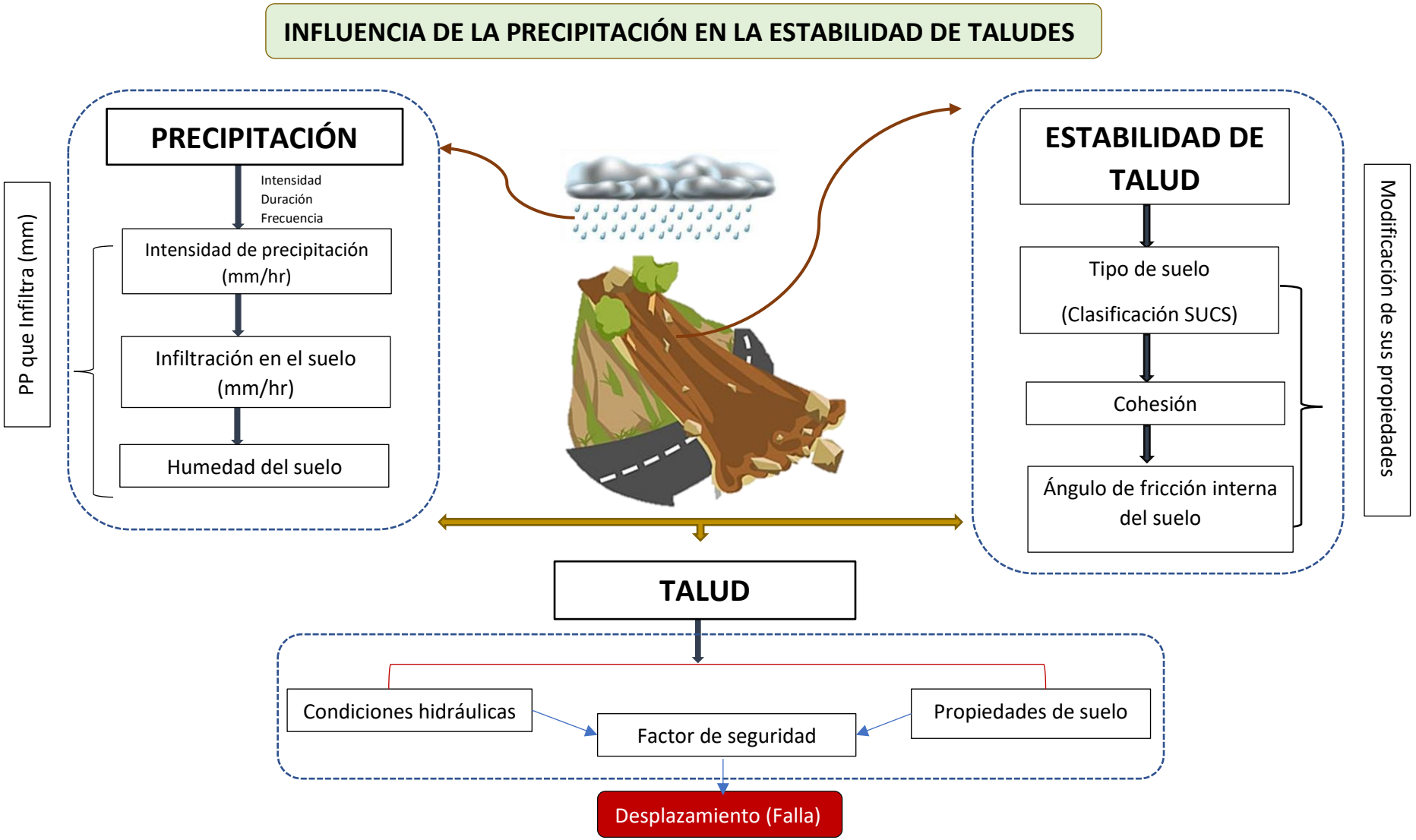
Fuente: *Elaboración propia*

3.3 Métodos de investigación

Se utilizará el enfoque cuantitativo, con fuentes de campo aplicado a la investigación para demostrar si la hipótesis se acepta o se rechaza.

Figura 18

Diseño de investigación



3.4 Población, muestra y muestreo

3.4.1 Población

La población del presente estudio está conformada por todos los taludes, naturales y antrópicos, ubicados a lo largo del tramo de la carretera 3N Chota–Samangay representando una longitud de 21.3km, en la provincia de Chota. Este tramo se localiza en las coordenadas UTM: Chota (759872.07E y Norte: 9275388.43S, altitud de 2388 msnm) y Samangay (767449.21E; 9267655.18S, altitud de 3195 msnm). Este tramo presenta características geotécnicas variables, pendientes accidentadas suelos de origen coluvial y aluvial, y una alta exposición a precipitaciones, lo cual incrementa significativamente el riesgo de inestabilidad en taludes, afectando la funcionalidad y seguridad de la infraestructura vial.

Figura 19

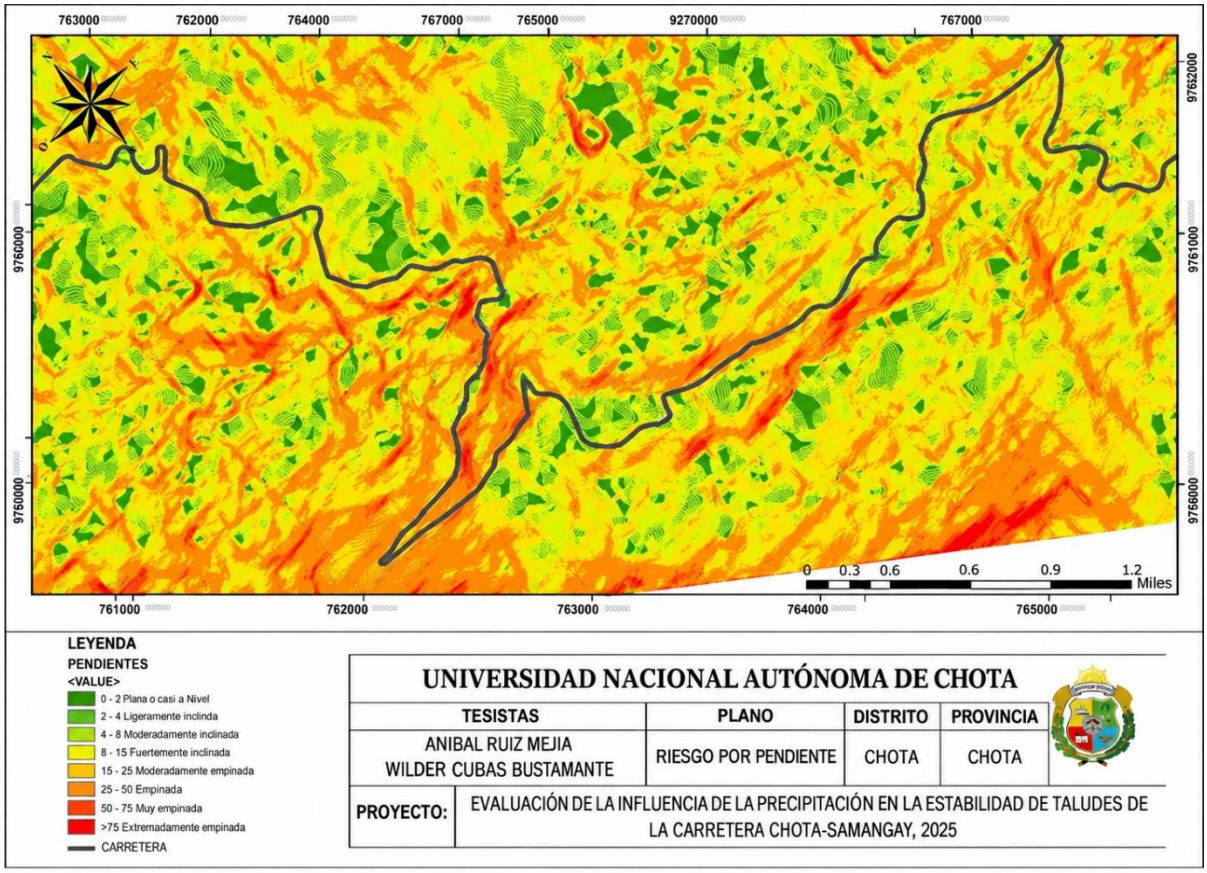
Ubicación longitudinal de la carretera Chota – Samangay.



Nota. la figura muestra la ubicación de la carretera Chota -Samangay

Figura 1

Mapa de pendientes.



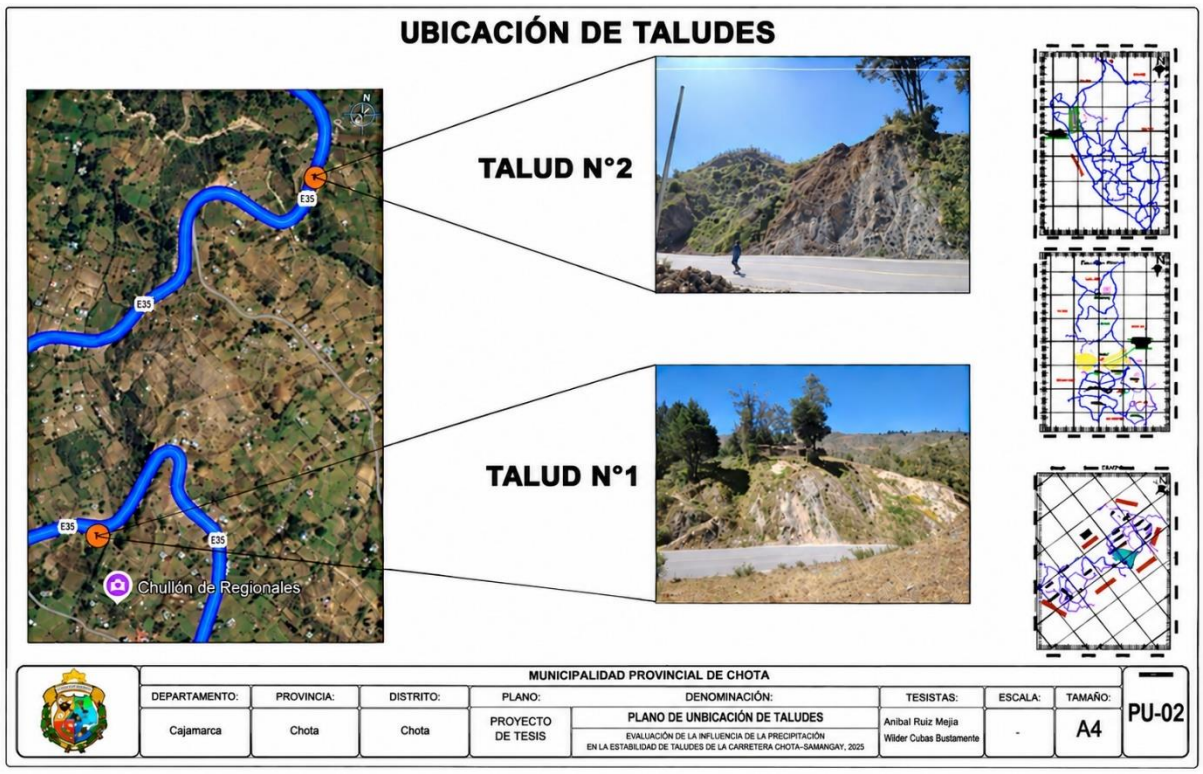
Nota. La figura muestra el mapa de pendientes de acuerdo a la clasificación del Reglamento de Clasificación de Tierras MINAG 2002.

3.4.2 Muestra

La muestra será determinada mediante un criterio no probabilístico por conveniencia, en función de la accesibilidad, evidencia visible de inestabilidad, condiciones topográficas y geotécnicas representativas, también se realizará de acuerdo con un reconocimiento preliminar de la vía para poder determinar áreas específicas que pueden estar sujetas a deslizamientos o fallas de taludes y la viabilidad de realizar trabajos de campo y ensayos de laboratorio. Se trabajo con dos taludes críticos, distribuidos a lo largo del tramo, donde se registran evidencia fotográfica de eventos de deslizamiento o signos de pérdida de estabilidad inducidos por la infiltración de agua.

Figura 20

Ubicación de los puntos de cada talud a estudiar respectivamente.



Nota. La imagen muestra la ubicación de los puntos de taludes para el estudio, Civil 3D

3.4.3 Muestreo

El tipo de muestreo en la investigación a desarrollar será no probabilístico por conveniencia de los 2 taludes elegidos en el tramo de la carretera Chota – Samangay, estos se eligieron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Por su pendiente: Según el MTC DG-2018, Manual de diseño geométrico de carreteras, indica que un terreno es accidentado cuando presenta una pendiente mayor al 12%. Y la presencia de taludes es frecuente y pronunciada.
- Evidencias de inestabilidad: según el Manual de taludes nos indica que los taludes potencialmente inestables y con señales evidentes de peligro deben ser estudiados y analizados sus condiciones de estabilidad (Manual de Taludes, 1986)

- Debe cumplir con ciertos aspectos básicos, de tal forma que el proyecto de investigación pueda ser realizable. El talud debe ser de suelo, de preferencia no debe estar estabilizado mediante alguno de los métodos conocidos de estabilización (Valverde E. , 2010).
- La Norma E.050. Menciona que para el estudio de Mecánica de Suelos (EMS) el número de puntos de muestreos (n) nunca será menor a 3.
- Según el manual geotécnico de WSDOT (2013), el espaciamiento horizontal de perforaciones en cortes viales generalmente debe ser entre 200 a 400 pies (~60–120 m).

Utilizando estos criterios lo cual permitió determinar la unidad de análisis de tres puntos de exploración por cada talud, a partir de ello se obtendrá la información necesaria para el estudio de mecánica de suelos. Los taludes seleccionados se ubican en el tramo de carretera Chota–Samangay, específicamente en las coordenadas UTM (763840.254 E, 9269797.105 N; altitud: 2748.75 msnm) en el kilómetro 10+800, y (763014.252 E, 9269010.361 N; altitud: 2846.49 msnm) en el kilómetro 14+000, respectivamente.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos.

a. **Observación:** Implica observar de manera ordenada y directa una situación para recopilar información relevante según los objetivos del estudio. La observación es la técnica fundamental en cualquier investigación, ya que facilita la identificación del problema y su posterior análisis desde una perspectiva integral (Hernández et al., 2014). Se observó cada uno de los taludes seleccionados, para el estudio respectivo de la investigación.

b. **Estudio topográfico:** Técnica que permite conocer la superficie del lugar seleccionado para el estudio en relación con su elevación y demás parámetros cartográficos, se

tomarán puntos topográficos del área de influencia de cada talud seleccionado respectivamente con el objetivo de definir las secciones transversales.

c. Precipitaciones: Los datos de precipitación se obtendrán del SENAMHI, usando fichas de recopilación de datos estructuradas en Excel, validadas según criterios técnicos establecidos por la entidad. Se utilizarán datos de precipitaciones máximas de 24 horas correspondientes a la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, los cuales serán organizados y procesados mediante hojas de cálculo (Excel) para su posterior análisis en el modelamiento geotécnico.

d. Estudio geotécnico: Se realizará Calicatas para el análisis de mecánica de suelos para determinar las características físico-mecánicas del suelo. Utilizando Normativa Técnica Peruana (NTP):

- **NTP 339.112**: Ingeniería de Suelos y Geotecnia. Determinación del límite líquido y límite plástico.
- **NTP 339.128**. Granulometría de suelos.
- **NTP 339.127**: Ingeniería de Suelos y Geotecnia. Método de ensayo: Determinación del contenido de humedad del suelo**.**
- **NTP**.**131.** Peso específico del suelo.
- **NTP 339.150**: Ingeniería de Suelos y Geotecnia. Determina la Identificación y clasificación de suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- **NTP 339.171**: Corte directo se suelos.
- **NTP 339.133:** Suelos. Método de ensayo de penetración estándar SPT

e. **Análisis de estabilidad:** Se realizará un análisis de la influencia de la precipitación en cada uno de los taludes seleccionados. Mediante los métodos de análisis determinístico y probabilístico.

f. **Comparación:** Los datos obtenidos de los análisis de cada talud seleccionado serán comparados para evaluar la variación de los factores de seguridad y verificar su cumplimiento con la Norma Técnica CE.020: Suelos y Taludes.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados para recolección y análisis de datos (fichas, formatos de campo y laboratorio) serán validados por el especialista del laboratorio de suelos EPIC de la UNACH, conforme a los protocolos internos de calidad.

a. **Cuaderno de campo:** Instrumento que servirá para anotar todos los datos necesarios para la realización del estudio de investigación.

b. **Secciones topográficas y pendientes:** Representan el medio en el que se presentan los datos obtenidos del levantamiento topográfico con GPS diferencial y analizado en el software CIVIL 3D**.**

c. **Datos precipitaciones:** Para la recolección y procesamiento de datos de precipitaciones se utilizaron los siguientes instrumentos:

- ✓ Registros pluviométricos históricos, descargados o solicitados directamente del portal oficial del SENAMHI
- ✓ Hojas de cálculo en Excel, utilizadas para la organización, tabulación y análisis estadístico de las precipitaciones máximas de 24 horas y el
- ✓ Software SEEP/W – SLOPE/W, empleado para simular el comportamiento del flujo de infiltración y el factor de seguridad en condiciones transitorias.

d. Informe geotécnico: Son formatos de mecánica de suelos las cuales permiten mostrar los resultados de los ensayos físico-mecánicos del suelo, como ensayos de: análisis granulométrico, estratigrafía, análisis de límites de plasticidad, límite líquido, etc.

Tabla 7

Ensayos necesarios a realizar.

ENSAYO DE LABORATORIO	
Ensayos	**Norma aplicable**
Limite líquido y Plástico	NTP 339.112
Análisis granulométrico	NTP 339.128
Contenido de humedad	NTP 339.127
Peso específico del suelo	NTP339.131
Clasificación Unificada (SUCS)	NTP 339.150
Corte Directo	NTP 339.171

Nota. La tabla muestra las normas a usar para los ensayos de laboratorio requeridos en la investigación. (NORMA E.050, 2018)

e. SEEP/W: Es un software especializado para cálculo de redes de flujo y filtración. puede modelar casi cualquier problema de aguas subterráneas incluidos cambios en las condiciones de presión del agua intersticial en pendientes terrestres debido a la infiltración de precipitaciones. Por ello requiere de geometría del talud, propiedades hídricas del suelo, datos de precipitación, condiciones de borde del modelo, parámetros de simulación (tipo de análisis y duración) y datos de infiltración.

f. SLOPE/W: Es un software especializado para cálculo de estabilidad de taludes que trabaja conjuntamente con SEEP/W, permite evaluar el factor de seguridad de taludes en condiciones estáticas y dinámicas mediante métodos de equilibrio límite, como Bishop, Janbu. Los datos que se insertará son: geometría del talud, cohesión (c) y ángulo de fricción, resistencia al corte, peso unitario del suelo, presión de poros desde SEEP/W.

g. **Matriz de comparación:** Representa los resultados del análisis de estabilidad del talud, contrastando los factores de seguridad (Fs) obtenidos en diversos escenarios, mediante la aplicación comparativa de los métodos empleados.

Tabla 8

Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos de cada variable.

Variables	**Recolección de datos**		
	Fuente	**Técnica**	**Instrumento**
Variable independiente Precipitación	Estaciones meteorológicas	Datos precipitación	Datos precipitación (SENAMHI) Excel
	Trabajo campo	Ensayo de Infiltración	Anillos Infiltro metros
Variable interviniente condiciones geotécnicas	Muestras Suelo	Estudios geotécnicos	Informe geotécnico
	Trabajo de campo (Permeabilidad)	Ensayo de infiltración	Anillos Infiltro metros
Variable dependiente Estabilidad de taludes	Observación en campo de los taludes	Observación	Cuaderno Campo
	Estudio topográfico	Levantamiento topográfico	GPS diferencial
	Resultados del modelamiento determinístico y probabilístico	Análisis de estabilidad determinístico y probabilístico	Método de equilibrio límite LEM (Bishop modificado, Janbú simplificado, Método analítico de Schosinsky y Método de Rosenblueth
	Factores de seguridad	Comparación	SEEP/W-SLOPE/W

Nota. La tabla muestra las variables de estudio y su técnicas e instrumentos de recolección de datos para cada una de ellas.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1 Proceso de obtención de datos

3.6.1.1 Obtención de datos de precipitación

Se solicitó al SENAMHI el registro de precipitaciones máximas en 24 horas registrados en los últimos 30 años y a partir de 1996 al 2025. La estación seleccionada corresponde la estación Chotano lajas, el cual se seleccionó tomando en cuenta el método presentado por Villalobos (1997) que consiste en seleccionar la estación meteorológica de acuerdo con su representatividad, calidad y extensión de registro, actualización y permanencia. Es por ello que se verificó las estaciones que se encuentran en la localidad y alrededor del área de estudio la que se encuentra con mayor a proximidad y registro histórico de precipitaciones es la estación Chotano lajas. La estación “CHOTANO LAJAS” representada con Código: 153235, de tipo convencional y ubicada a una altitud de 2163.4 MSNM, en las coordenadas 6° 33' 35´´latitud y 78° 44' 54" longitud, a una distancia de 17.2 km al talud 1 y 2 de los tramos evaluados.

Figura 2

Ubicación de la estación chotano lajas y taludes de estudio



Tabla 9

Datos meteorológicos Precipitación máx. de 24horas – Estación Chotano Lajas

UNIDAD DE ATENCION AL CIUDADANO Y GESTION DOCUMENTAL

ESTACIÓN: CHOTANO LAJAS/153235/DZ02 | ALT: 2163.4 MSNM | LAT: 6° 33' 35'' | LONG: 78° 44' 54'' | DPTO: CAJAMARCA

PT202 PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
T Traza (precipitación menor a 0.1 mm)
S/D SIN DATO

CODIGO	PLANILLA	VARIABLE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
153235	50	PT202	1996	19.3	22.7	20.5	17.9	10	15	2.1	10.4	21.7	31.1	17.5	5.8
153235	50	PT202	1997	10.7	28.6	23	25.5	6.1	10.7	0.4	0.3	6.6	14.5	14.2	48.3
153235	50	PT202	1998	28.1	28.6	36.8	63.4	28.2	0.3	5.1	16.6	18.5	29.1	19.2	69.1
153235	50	PT202	1999	32	32.4	37.2	15	7.8	41.4	9	8.1	27.7	53.3	16.7	19.2
153235	50	PT202	2000	18.7	18.6	17	35.4	24.5	27.5	0.9	13	7.7	3.3	9	29.1
153235	50	PT202	2001	22.7	11.8	36.5	42.5	27.1	1.7	6.9	0	20	21	15	16.5
153235	50	PT202	2002	20.9	35.5	26.6	24.2	24	1.9	3	1.3	11.7	24.3	24.2	39.5
153235	50	PT202	2003	32.5	27.9	26	32.6	9.6	29.1	4.5	4.3	17.5	18.6	21.1	27.4
153235	50	PT202	2004	26.2	18	27	17.6	43.3	0.8	14.7	1.2	29	18.8	27.7	19.3
153235	50	PT202	2005	7.5	22.1	37.5	25	4	13.6	1.4	5.2	28.5	22.2	29.6	15.8
153235	50	PT202	2006	29.6	36.2	42.4	30.3	1.2	9.2	13.6	10.1	37.1	18.4	32.4	26.7
153235	50	PT202	2007	25.3	11.2		34.4	25.2	0	4.7	12.2	12.3	41.2	32.7	12.9
153235	50	PT202	2008	49	35	20.4	11.8	12.7	10.8	2.6	17.6	35.5	43.4	26.2	8.2
153235	50	PT202	2009	24	20.1	43.9	29.9	23.2	15.6	1.4	4.1	36.2	26.4	54.1	27.2
153235	50	PT202	2010	15.1	57.7	34.2	33.5	13.5	10.3	16.9	12.4	19.4	20	8.6	13.1
153235	50	PT202	2011	12.3	20.2	19.8	14.3	19.5	0.8	8.2	3.4	17.8	11.8	11.6	28.8
153235	50	PT202	2012	26.7	48.5	36.4	47.6	18.9	0.6	4.8	0.6	15.8	23.1	31.4	35.7
153235	50	PT202	2013	50.4	14.6	25.7	18.4	36.1	5.9	18.8	17.6	6	17.8	5.7	10.3
153235	50	PT202	2014	16.6	22.1	24.1	16.8	34.6	3.1	8.7	11.9	11.1	17.7	40	16.5
153235	50	PT202	2015	35	18	31.4	19	30.8	16.7	3.2	2.5	3.5	41.1	37.4	19.7
153235	50	PT202	2016	20.3	32.4	37.5	31.5	19.6	29.4	0	0	26.7	15.8	16.8	17
153235	50	PT202	2017	29.2	18.7	41.8	22.2	23.3	25.4	0	33.4	14	24.4	32	18
153235	50	PT202	2018	34.4	40	20	38	19.5	5.8	0	0	32	35.7	46.5	12.4
153235	50	PT202	2019	16.7	41.1	18.9	48.8	41.9	5.1	6.5	0	16.4	21.8	16	27
153235	50	PT202	2020	6.7	25.5	23.6	44	18.1	21.4	27.9	5.5	21.9	34.5	34.8	59.5
153235	50	PT202	2021	25.3	41.9	40.9	25.6	24.8	26.2	5.1	16.5	7.1	57.7	52.2	23.7
153235	50	PT202	2022	16	34.6	51	18	25.7	13.8	13.7	22.4	13.4	12.2	7.8	25.4
153235	50	PT202	2023	25.3	18	23.8	41.9	14	25.4	11.3	6.9	7.9	21.4	44.6	33
153235	50	PT202	2024	45.2	51.6	43.2	36.1	19.9	28.1	3	3.7	8.7	8.2	8.6	26
153235	50	PT202	2025	22.2	31	66.3	25.2	26.8	15.2	0	20.4	26.4	29.8	34.1	

Nota. La tabla muestra el registro de los datos de precipitación máximas de 24 horas en cada mes y de cada año durante el periodo 1996-2025.

Procedimiento

- ✓ Se solicitó datos de registros históricos de precipitación de la estación meteorológica de E-Chota, correspondientes a los últimos 30 años del SENAMHI.

- ✓ Se elaboro una base de datos en Excel, ordenando la información por fechas según se indica en la tabla 12 para ser analizados en software Excel.
- ✓ Se aplicaron métodos de distribución estadística (Normal, LOG Normal Dos Parámetros, Gumbel) para generar curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia).
- ✓ Estos datos permitieron cuantificar el grado de saturación del suelo y servirán como entrada para los modelos de estabilidad.

3.6.1.2 Obtención de datos geométricos y topográficos

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico se realizó mediante GPS diferencial, el procedimiento para el levantamiento topográfico se inició con la instalación de la base del equipo en la zona donde se encuentra los taludes, seguidamente se realizó la configuración de los equipos, primero de empezó configurando creando un nuevo proyecto, luego con la configuración de la base y finalmente la configuración del Rover para dar inicio el levantamiento topográfico se empezó colocando 2 BM en cada talud el cual nos permitiera realizar en caso sea necesario un replanteo del talud.

Figura 3

Instalación del GPS diferencial



3.6.1.3 Obtención de propiedades geotécnicas de suelo

a) Exploración y muestreo del suelo

- Exploración mediante Calicata: permitió extraer muestras de suelos para su identificación y ensayos de laboratorio a diferentes profundidades de 0.75, 1.50 y 2.0m. Primero se registraron las coordenadas UTM de cada punto, luego se realizó la excavación y la recolección de muestras de cada profundidad establecida a través de herramientas manuales y así poder ser llevadas al laboratorio.

Figura 4

Realización de calicatas talud 1 Negropampa -La torre



- Exploración mediante Ensayo de penetración estándar SPT según NTP 339.133, el ensayo SPT (Standard Penetration Test) proporcionó extraer muestras de 0 - 0.65, 1 - 1.65m y de 2.00 – 2.65m de profundidad para la identificación y ensayos de laboratorio. Este método consiste en la caída libre desde una altura de 30 pulg (76 cm), a través de una barra guía, de un martillo que tiene una masa de (65 kg); las dimensiones de la caña partida son de diámetro interno 38.96mm, longitud 499 mm, diámetro de zapata guía

34.97mm y las dimensiones de la varilla de penetración son de diámetro 45.27mm, altura 150.18mm con un peso de 13.03kg.

Figura 5

Realización de ensayo de SPT talud 2 Quinuamayo



b) Ensayos de mecánico del suelo en laboratorio.

En la muestra recuperada por cada estrato en el laboratorio se realizaron los ensayos de mecánica de suelos básicos para la clasificación del suelo, NTP 339.127 humedad, NTP 339.128 granulometría, NTP 339.129 límites de consistencia y mecánicos NTP 339.171 corte directo para determinar la cohesión y ángulo de fricción del suelo.

NTP 339.127 Humedad

Equipos y/o materiales

- ✓ Balanza de precisión con sensibilidad mínima de 0.01 g (para suelos gruesos) o 0.001 g (para suelos finos).
- ✓ Recipientes metálicos con tapa, resistentes a la temperatura.
- ✓ Estufa capaz de mantener una temperatura constante de 105 °C a 110 °C.

- ✓ Rotulador o etiquetas para identificar las muestras de suelo.

Procedimiento

- ✓ Realizar el cuarteo en cuatro partes iguales y tomar una muestra representativa
- ✓ Obtener la masa del recipiente vació luego pesar la masa de recipiente más suelo húmedo.
- ✓ Pesar la muestra húmeda inicial de suelo y llevar al horno para el secado a temperatura constante de 110°C hasta obtener una masa constante.
- ✓ Realizar el control de pesos después de 8 horas y verificar la variación del peso, si existe variación más del 1%, volver a secar la muestra 2 horas más, verificar la variación de los pesos entre el ultimo y el anterior.
- ✓ Realizar el mismo procedimiento si después de la segunda verificación se obtiene variación más de 1% hasta tener una masa constante conseguida con una variación menor al 1%.

NTP 339.128 Ensayo de granulometría

Equipos y/o materiales

- ✓ Balanza de precisión para pesar la muestra y las fracciones obtenidas.
- ✓ Tamices de diferentes aberturas para separar las diferentes fracciones.
- ✓ Tamizador mecánico para facilitar el proceso de tamizado.
- ✓ Cepillo o brocha para limpiar los tamices y eliminar cualquier residuo.
- ✓ Bandejas de secado para secar las fracciones obtenidas.
- ✓ Pipetas o jeringas para realizar los lavados con agua.
- ✓ Mechero de Bunsen o fuente de calor para el secado de las fracciones.
- ✓ Papel de filtro o papel de aluminio para cubrir las bandejas de secado.
- ✓ Botellas de lavado o sistemas de filtración para realizar los lavados con agua.

Procedimiento

- ✓ Reducir la muestra húmeda, secada al aire o secado en horno y separar en cuatro porciones iguales y escoger dos porciones opuestas y repetir hasta obtener la masa requerida. Llevar al horno y secar a una temperatura estándar (110°C)
- ✓ Pesar la muestra seca antes de lavar. Realizar lavado de la fracción gruesa y una muestra representativa de la fracción fina según el tamaño máximo (4.75mm), hasta que el agua salga clara sin sedimentos. Luego secar en el horno para calcular los porcentajes retenidos.
- ✓ Usar la mano para gravas y cepillo para arena, pesar en balanza cada tamiz y verificar que no queden partículas en el tamiz.

Consideraciones

- ✓ La pérdida por lavado debe ser como máximo el 0.5% de la masa total del espécimen.
- ✓ El retenido sobre y debajo del tamiz separador de fracción debe ser menor del 2% de la masa total.
- ✓ La suma de la masa retenida en los tamices no debe exceder en 0.5% con respecto a la masa total.

NTP 339.129 Ensayo de límite líquido

Equipos y/o materiales

- ✓ Muestra de suelo representativa.
- ✓ Tamices N° 40.
- ✓ Balanza de precisión para pesar la muestra.
- ✓ Vaso de precipitados o recipiente para mezclar la muestra con agua.
- ✓ Dispositivo de penetración, como el aparato de Casagrande.
- ✓ Libreta o hoja de papel para registrar los datos obtenidos.

Procedimiento

- ✓ Pesar una muestra lavada representativa que pasa la malla N°40. Mesclar el suelo con agua con la espátula hasta que adquiera una consistencia de pasta espesa y suave.
- ✓ Colocar el espécimen de suelo en la copa de Casagrande suficiente para llenar un tercio del total y formal un casquete esférico.
- ✓ Pasar el acanalador por el centro de la copa para cortar en dos la pasta del espécimen de suelo. Poner en movimiento la cazuela con ayuda de la manivela y suministrar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura.
- ✓ Cuando se cierre la ranura en ½" (13mm), registrar la cantidad de golpes para poder graficar en el método múltiple. Tomar un sub espécimen de la parte central donde se hayan juntado para determinación del contenido de humedad.
- ✓ Registrar la masa húmeda del subespécimen y proceder a realizar otro punto
- ✓ Colocar al horno eléctrico los sub espécimen de suelo hasta conseguir una masa constante.
- ✓ Retirar los especímenes de suelo del horno y dejar enfriar por un tiempo para registrar la masa seca del sub espécimen de todos los puntos para su cálculo.

NTP 339.129 Ensayo de límite plástico

Equipos y/o materiales

- ✓ Muestra de suelo representativa.
- ✓ Tamices de diferentes aberturas.
- ✓ Balanza de precisión para pesar la muestra.
- ✓ Vaso de precipitados o recipiente para mezclar la muestra con agua.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Placa de vidrio.

- ✓ Herramienta para formar los rollitos de suelo (puede ser una herramienta especializada o simplemente los dedos).
- ✓ Herramienta para aplicar fuerza al intentar doblar los rollitos (puede ser una herramienta especializada o simplemente los dedos).

Procedimiento

- ✓ Utilizar la muestra restante del ensayo de límite líquido.
- ✓ Pesar aproximadamente 20 gramos de la muestra tamizada.
- ✓ Poner la muestra en un depósito y agregar suelo y/o agua destilada, según requiera.
- ✓ Amasar la muestra con los dedos o con una herramienta adecuada hasta obtener una pasta homogénea.
- ✓ Formar rollitos de aproximadamente 3 mm de diámetro con la pasta de suelo hasta que se quiebren.
- ✓ Colocar los rollitos en una placa de vidrio.
- ✓ Pesar antes y después de llevar la muestra al horno.
- ✓ Realizar al menos tres repeticiones del ensayo para obtener un promedio.

NTP 339.171. Ensayo de corte directo

Equipos y/o materiales

- ✓ Muestra representativa de suelo.
- ✓ Anillo de corte de acero inoxidable.
- ✓ Caja de corte o soporte especializado.
- ✓ Dispositivo de corte
- ✓ Dispositivo de carga (máquina de carga).
- ✓ Extensómetros para medir las deformaciones verticales y horizontales.
- ✓ Regla o instrumento de medición para medir las dimensiones de la muestra.
- ✓ Libreta y calculadora para registrar y calcular los datos.

Procedimiento

- ✓ Preparar una muestra de suelo representativa y compactarla en una muestra cilíndrica de suelo dentro de un anillo de corte de acero inoxidable.
- ✓ Poner la muestra compactada en una celda de corte, que suele ser una caja o un soporte especializado.
- ✓ Ajustar y asegurar la celda de corte en un dispositivo de corte.
- ✓ Aplicar una carga axial vertical constante a la muestra de suelo mediante el uso de un dispositivo de carga.
- ✓ Aplicar una carga horizontal incremental a través de un sistema de carga controlada.
- ✓ Registrar las deformaciones verticales y horizontales utilizando extensómetros.
- ✓ Medir y registrar la carga correspondiente en cada etapa.
- ✓ Calcular el ángulo de corte y la resistencia al corte (cohesión) utilizando las fórmulas correspondientes.

3.6.1.4 Obtención de la infiltración en el suelo

La infiltración del suelo se determinará mediante un análisis estadístico de los datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI, a partir de los cuales se aplicará la metodología de Dick-Peski para estimar la intensidad de lluvia correspondiente al periodo de análisis. Posteriormente, se realizará un balance hídrico mediante el método de Schosinsky, el cual permitirá determinar la precipitación efectiva o real que se infiltra en el suelo. Para la aplicación de este método de balance hídrico, se determinará previamente la infiltración básica del suelo (Fc) mediante ensayos de infiltración utilizando el método de doble anillo en campo. Estos valores obtenidos permitirán desarrollar el balance hídrico correspondiente y, finalmente, estimar la infiltración del agua en el suelo. Los resultados de infiltración calculados serán utilizados como parámetros de entrada en el software GeoStudio SEEP/W, con la finalidad de

modelar el comportamiento del flujo de agua en el suelo y evaluar su influencia en la estabilidad de los taludes.

Paso 1: Medición de la infiltración básica mediante el método del doble anillo (Delgadillo & Pérez, 2016).

Equipos y/o materiales

- ✓ Juego de anillos infiltrometros (anillo exterior diámetro 40cm y Altura 25cm, anillo interior diámetro 30cm y altura 35cm)
- ✓ 1 combo y una tabla de madera, 1 nivel de albañil, 1 cronómetro, Recipientes con agua (mínimo 20 L), Plástico (1 – 2$m^{2)}$, Plantilla de campo, Una regla de 30 cm.

Procedimiento

- ✓ Elegir un punto representativo del suelo del talud.
- ✓ Limpiar la superficie de vegetación y nivelar ligeramente.
- ✓ Colocar el anillo interior (30 cm) y el anillo exterior (60 cm) concéntricamente.
- ✓ Introducirlos en el suelo entre 5 y 10 cm de profundidad usando una comba y una tabla de madera como protección.
- ✓ Llenar simultáneamente ambos anillos con agua hasta 10 cm de altura.
- ✓ Esperar unos minutos hasta que se reduzca la absorción superficial inicial (pre-saturación).
- ✓ Medir el descenso del nivel del agua en el anillo interior cada minuto durante los primeros 10 minutos, luego cada 5 minutos.
- ✓ Continuar hasta que la tasa de infiltración se estabilice (diferencia de nivel constante).
- ✓ Calcular la infiltración a través de la ecuación.

Paso 2: Estimación de la infiltración mensual usando el método de Schosinsky (Schosinsky, Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual, 2000)

Datos requeridos

- ✓ Precipitación mensual PP (mm)
- ✓ Infiltración básica fc (obtenida del paso anterior)
- ✓ Pendiente del talud (°)
- ✓ Cobertura vegetal

Procedimiento

- ✓ Cálculo de la precipitación efectiva
- ✓ Determinación de coeficientes infiltración por textura del suelo Kfc según el valor de fc obtenido en campo
- ✓ Calculamos el coeficiente por pendiente (Kp) y por cobertura vegetal (Kv)
- ✓ Cálculo del coeficiente total de infiltración Ci
- ✓ Estimación de la infiltración efectiva (I)

3.6.1.5 Análisis de estabilidad de talud

Con los datos recolectados se realizarán simulaciones numéricas en el software SLOPE/W, aplicando los métodos de equilibrio límite (Bishop modificado y Janbú simplificado) donde se modelaron escenarios de distintos escenarios de precipitación la humedad, presión de poros, resistencia al corte y los factores de seguridad (FS) y se analizará su disminución en función de la precipitación.

Primero se realizará la modelación en (SEEP/W) donde se ingresará la geometría, propiedades y precipitación, Simulación de infiltración para eventos extremos de 24 h y así obtener la presión de poros transitoria durante y después de la lluvia.

Segundo se realizará la modelación en (SLOPE/W) donde se ingresarán datos como geometría del talud, cohesión (c) y ángulo de fricción, resistencia al corte, peso unitario del suelo, presión de poros (SEEP/W para cada uno de los métodos (LEM) Bishop y Janbú y Factor de Seguridad (FS) bajo los diferentes escenarios de lluvia.

3.6.1.6 Cálculo de la probabilidad de falla

El método de Rosenblueth (1975) tiene la finalidad de obtener una probabilidad de falla (Valverde E. , 2010).

- ✓ El primer paso se Selección de variables aleatorias Elige las variables que influyen en la estabilidad y tienen incertidumbre (precipitaciones y factores de seguridad)
- ✓ Asignación de estadística a cada variable Para cada variable, define: Valor medio (μ), Desviación estándar (σ)
- ✓ Evaluaciones determinísticas del FS usando combinaciones. De acuerdo a la cantidad de variables a usar y realizar la combinación.

3.6.2 Análisis de datos

El análisis estadístico de la información se ha realizara en el programa Minitab 22, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis.

3.7 Aspectos éticos

El código de ética es el sistema de normas que regulan los aspectos éticos de todas las actividades de investigación científica, tecnológica y humanística que se realicen en la (Universidad Autónoma del Perú, 2020) en adelante UA tenemos los siguientes principios u obligaciones éticos.

a) Obligaciones de los Investigadores.

- ✓ **Autonomía:** Los investigadores tienen la libertad de elegir sus métodos y enfoques de investigación, siempre que respeten los principios éticos y las buenas prácticas científicas.
- ✓ **Ética profesional:** Deben guiarse por normas éticas reconocidas y por los códigos de conducta establecidos a nivel institucional y nacional.
- ✓ **Prevención del plagio:** Es obligatorio respetar la propiedad intelectual, evitando el plagio y reconociendo la autoría compartida cuando se trabaja en colaboración.
- ✓ **Responsabilidad ética y legal:** Las investigaciones deben cumplir con los requisitos éticos, legales y de seguridad estipulados en las bases de las convocatorias y los protocolos vigentes.
- ✓ **Profesionalismo:** Se requiere conocer las líneas estratégicas del área de investigación, los mecanismos de financiamiento y gestionar los permisos necesarios antes de iniciar cualquier estudio.
- ✓ **Cumplimiento normativo:** Los investigadores deben estar familiarizados con la normativa aplicable a su trabajo, incluyendo derechos de autor y condiciones de entidades financiadoras.
- ✓ **Difusión científica:** Se espera que compartan los resultados de sus investigaciones con la comunidad académica, detallando metodología, datos y fuentes consultadas.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Descripción de resultados

4.1.1 Precipitaciones y propiedades geotécnicas de los taludes

4.1.1.1 Análisis estadístico de la precipitación

De acuerdo con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, en el Perú la información pluviográfica de corta duración es limitada, por lo que comúnmente se dispone únicamente de registros de precipitación máxima en 24 horas, estas precipitaciones máximas en 24 horas se adoptan como parámetro representativo de eventos extremos de lluvia permitiendo estimar la intensidad de precipitación mediante coeficientes de duración. Asimismo, esta información posibilita caracterizar condiciones críticas de infiltración y saturación del suelo, las cuales influyen directamente en la estabilidad de los taludes. Es por ello, que para este estudio se utilizaron precipitaciones máximas en 24hr el cual fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI) correspondientes a un registro de 30 años, con una carencia de datos faltantes de un 0.56%, que corresponden al año 2007 del mes de marzo y el otro dato faltante corresponde al año 2025 del mes de diciembre. Los datos faltantes fueron completados por el método de promedio aritmético simple, este método nos permite determinar o completar datos faltantes que sean menores al 5% con respecto al total los datos completados y el análisis estadístico de las precipitaciones en el ANEXO A.

Figura 6

Precipitaciones máximas en 24 hr periodo (1996-2025) estación Chotano Lajas

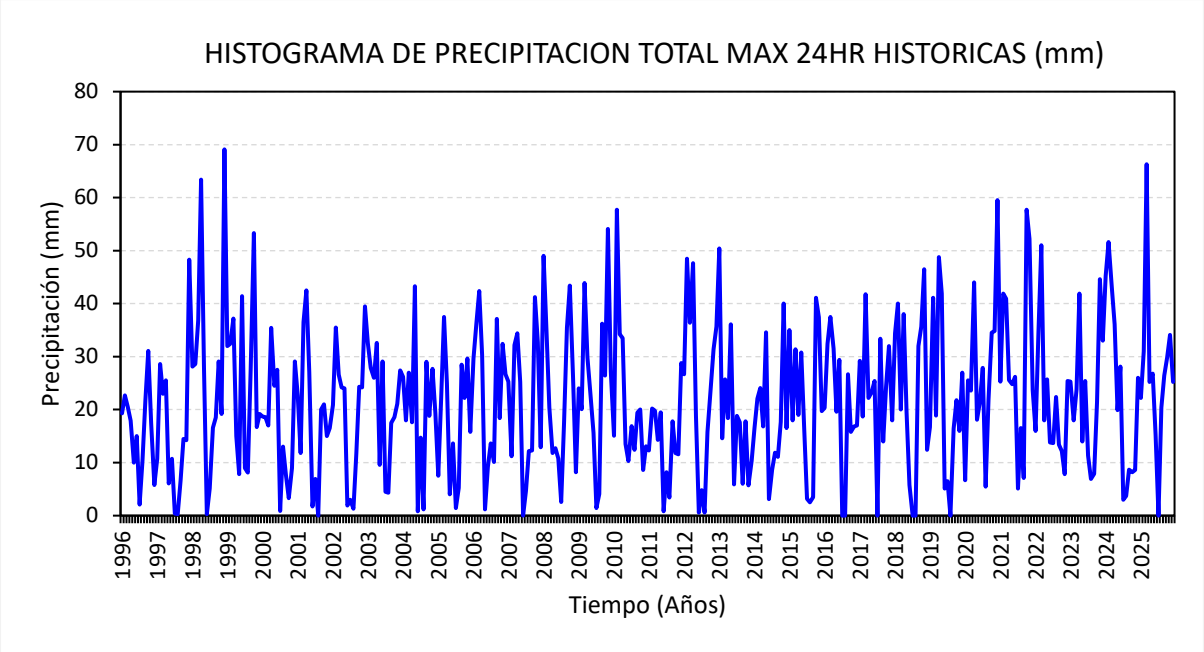


Tabla 10

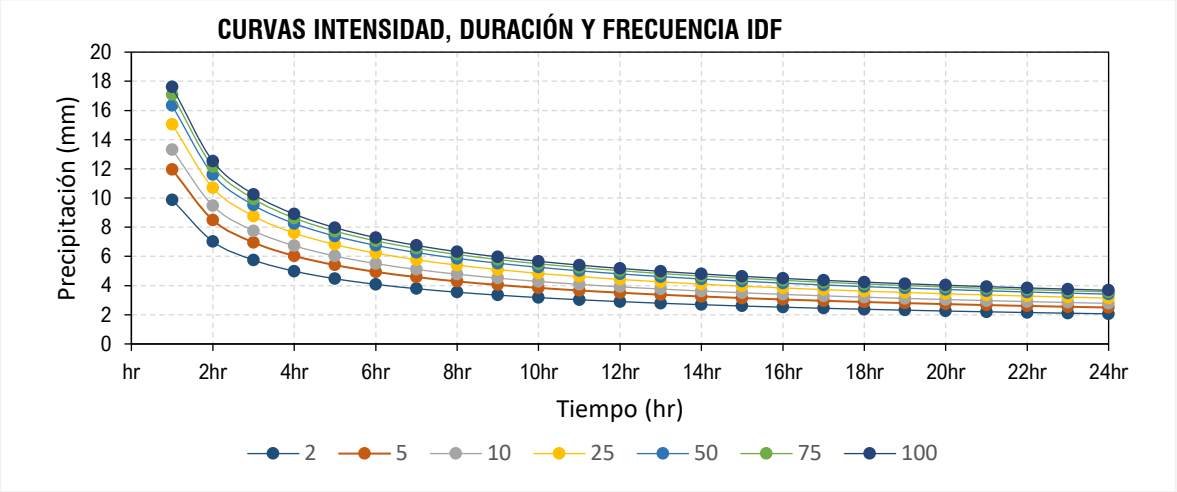
Precipitaciones de diseño

PRECIPITACIONES DE DISEÑO (mm)			
Tr	Distribución Normal	Distribución Log Normal	Distribución Gumbel
2	51.42	50.11	49.49
5	61.31	61.01	59.87
10	66.47	67.63	66.74
25	71.98	75.48	75.43
50	75.54	81.03	81.87
75	77.45	84.17	85.62
100	78.75	86.36	88.27

Nota. En la tabla 12 nos muestra las precipitaciones de diseño determinadas mediante un análisis de bondad de ajuste de Kolmogorov–Smirnov y distribuciones (Normal, Log Normal y Gumbel), Gumbel presentó el mejor ajuste estadístico, con un nivel de significancia calculado de $\Delta c = 0.0619$, menor que el valor crítico de tabla ($\Delta Tabla = 0.2483$). Con base en este resultado, se ha determinado precipitaciones de diseño para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75 y 100 años, aplicando posteriormente un factor de corrección de 1.13 conforme a los lineamientos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Figura 7

Curvas Intensidad -Duración – Frecuencia (IDF)



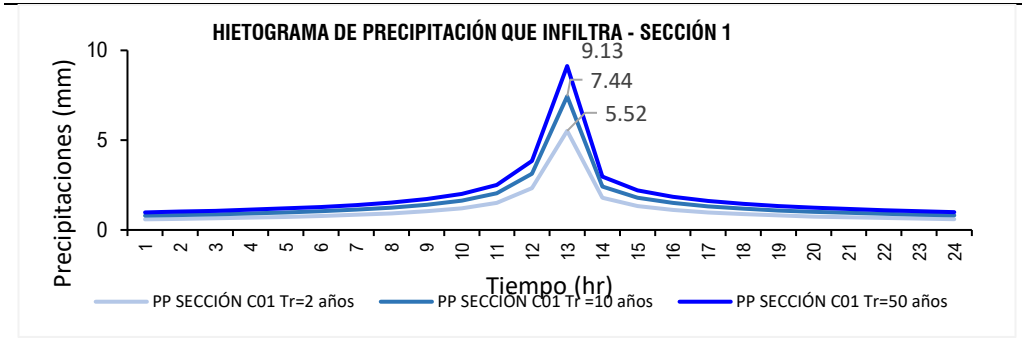
Nota. La figura 6 muestra las curvas IDF el cual fueron elaboradas a partir de un análisis hidrológico utilizando registros históricos proporcionados por el SENAMI correspondientes al período 1996–2025, obteniéndose una precipitación máxima promedio en 24 horas de 46.37 mm y una precipitación media mensual de 260.20 mm. A partir de estos valores se determinó un coeficiente de duración de lluvia de 0.507, equivalente a una duración aproximada de 5 a 6 horas de precipitación efectiva diaria, lo que permitió aplicar la fórmula de Dick–Peschke para determinar las precipitaciones de diseño.

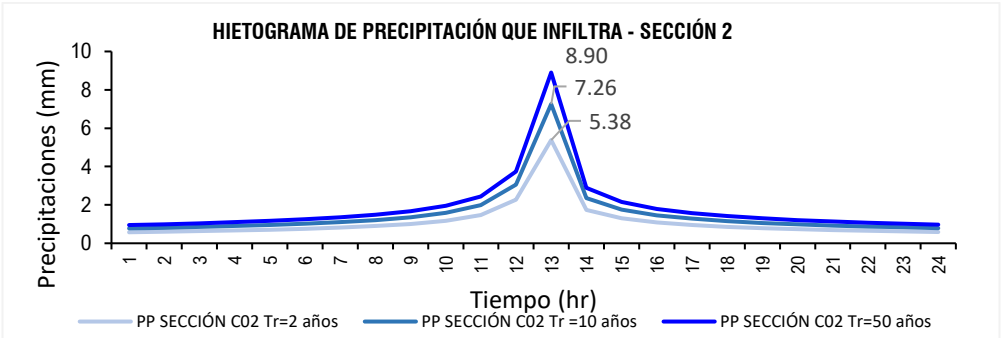
1. **Escenarios de precipitación (PP):** Se definieron tres escenarios de precipitación que representan condiciones sin PP, y escenarios extremos de (2, 10, 50 años), los cuales fueron utilizados para evaluar la respuesta del talud frente a diferentes niveles de saturación. A partir de las PP distribuidas en 24hr por el método de DICK-PESCHKE se logró determinar la precipitación que llega a infiltrar en el suelo mediante el método de Schosinky considerando los siguientes factores que se detallan en las Tablas 13 y 14.

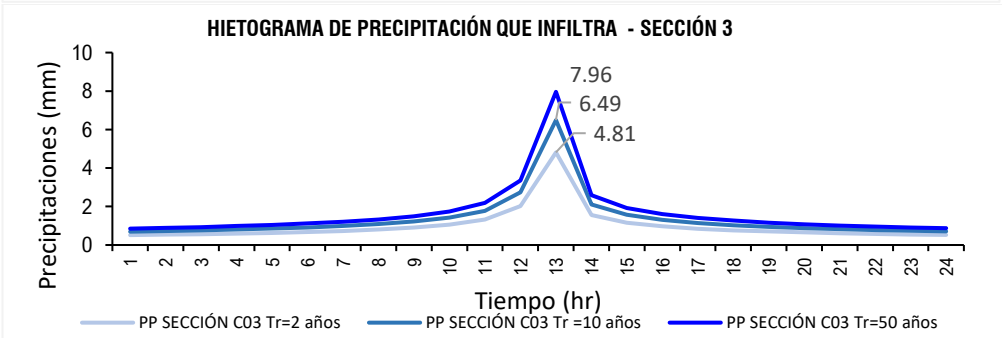
Tabla 11

Escenarios de precipitación determinados por el método de Schosinky talud 1

ESCENARIOS DE PRECIPITACIÓN QUE INFILTRA





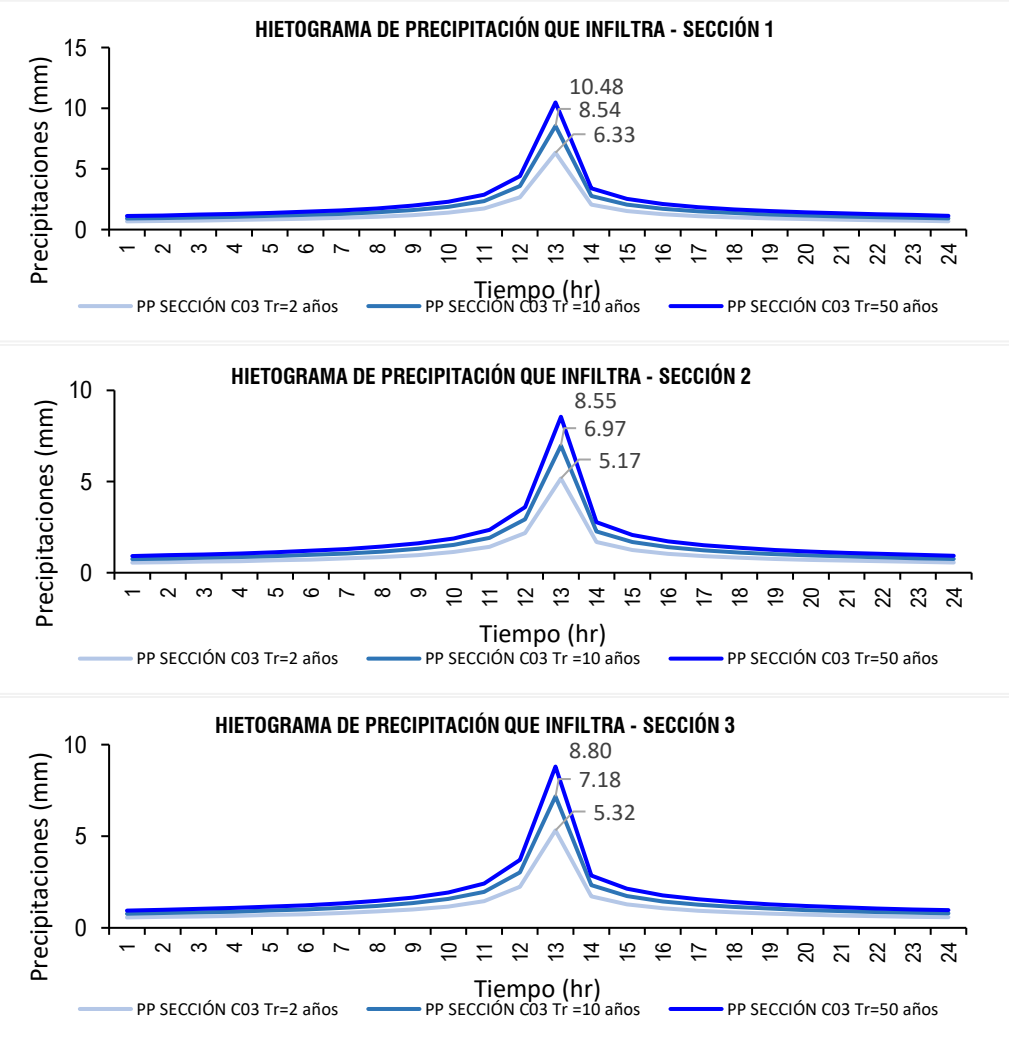


TALUD 1

El escenario aplicado en el primer talud se determinó mediante el método de SCHOSINSKI 2007 el cual se ha trabajado con los diferentes tipos de suelo que presenta cada sección del talud, para la sección uno, dos y tres presentan un suelo ML, CH, CL con pendientes mayor a 7% el cual Kp = 0.06, Kv = 0.18, Cfo = 0.12, para las tres secciones analizadas, al presentar diferentes tipos de suelo su infiltración básica varía. Para la sección 1 aplicando la ecuación general 22 con un Fc=68.4 mm/día, se tiene un Kfc = 0.39 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.63, para la sección 2 con un Fc = 64.32 mm/día se tiene un Kfc = 0.38 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.62 y para la sección 3 con un Fc = 49.92 mm/día se tiene un Kfc = 0.31 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.55, estos valores permitieron determinar la precipitación a infiltrar en el suelo acorde a los diferentes parámetros que presenta cada suelo.

Tabla 12

Escenarios de precipitación determinados por el método de Schosinski talud 2

ESCENARIOS DE PRECIPITACIÓN	
	**TALUD 2** El escenario aplicado se determinó mediante el método de SCHOSINSKI 2007 el cual se ha trabajado con los diferentes tipos de suelo que presenta cada sección del talud, para la sección uno, dos y tres presentan un suelo CL, ML, CH con pendientes mayor a 7% el cual Kp = 0.06, Kv = 0.18, Cfo = 0.12, para las tres secciones analizadas, al presentar diferentes tipos de suelo su infiltración básica varía. Para la sección 1 aplicando la ecuación general 22 con un Fc=98.88 mm/día, se tiene un Kfc = 0.49 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.73, para la sección 2 con un Fc = 58.56 mm/día se tiene un Kfc = 0.35 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.59 y para la sección 3 con un Fc = 58.56 mm/día se tiene un Kfc = 0.37 y un coeficiente de infiltración Ci = 0.61, estos valores permitieron determinar la precipitación a infiltrar en el suelo acorde a los diferentes parámetros que presenta cada suelo.

4.1.1.2 Características geotécnicas del suelo

En los taludes (de estudio) de la carretera Chota-Samangay, se realizaron estudios de mecánica de suelos para determinar el contenido de humedad, pesos unitarios seco, granulometría, límite líquido, límite plástico, clasificación SUCS, cohesión y ángulo de fricción interna del suelo. Los resultados finales de la exploración geotécnica evidencian diferencias significativas en las propiedades físicas y de consistencia entre el talud 1 y 2. Con respecto al contenido de humedad el talud 1 presenta valores más elevados de 47.10% en la calicata C-02 y 33.53% en la calicata C-03 y 30.40% en la calicata C-01 mientras que en el talud 2 los resultados son más homogéneos, variando entre el 13.42% en el SPT-02, 14.61% en el SPT -03 y 16.01% en el SPT-01, estos nos indica que el talud 1 presentan un mayor contenido de humedad. Su distribución granulométrica en ambos taludes presenta predominio de suelos finos, sin embargo, el talud 1 registra mayor material que pasa la malla N°200 alcanzando un 98.68% en la calicata C-02 y 94.88% en la Calicata C-01 mientras que en el Talud 2 se observa mayor variabilidad, destacando el 41.45% en el SPT-02, lo que evidencia la presencia de mayor proporción de material arenoso en este punto. Asimismo, los coeficientes de uniformidad (Cu) muestran valores máximos de 38.15 en la Calicata C-03 y 10.89 en el SPT-03, indicando heterogeneidad en la gradación de los materiales evaluados. Los límites de consistencia, los valores de índice de plasticidad (IP) en el Talud 1 varían entre 3.30% en la Calicata C-01 y 27.90% en la Calicata C-02, mientras que en el Talud 2 se registraron valores de 2.63% en el SPT-02 y 33.35% en el SPT-03. De acuerdo con la clasificación (SUCS), en el Talud 1 se identifican suelos ML, CH y CL y el Talud 2 predominan suelos CL, ML y CH, destacando la presencia de arcillas de alta plasticidad (CH) en la Calicata C-02 y en el SPT-03, las cuales presentan mayor capacidad de retención de agua y mayor sensibilidad a los cambios de humedad.

Tabla 13

Propiedades geotécnicas de los taludes 1 y 2

Parámetros	TALUD 1			TALUD 2		
	C-01	C-02	C-03	SPT-01	SPT-02	SPT-03
W%	30.40	47.10	33.53	16.01	13.42	14.61
D10	0.118	0.083	0.222	0.088	0.151	0.092
D30	0.327	0.101	1.402	0.139	0.442	0.211
D60	1.241	0.214	10.188	0.299	1.341	1.065
Cc	0.699	0.568	0.958	0.822	1.054	0.516
Cu	10.47	2.57	38.15	3.12	9.54	10.89
% Pasa Malla N°4	99.56	99.97	85.96	100.00	94.78	99.30
% Pasa Malla N°200	94.88	98.68	74.15	88.31	41.45	93.84
LL%	39.30	55.57	46.23	37.43	44.63	55.85
LP%	36	27.60	20.33	18.97	42	22.50
IP%	3.30	27.97	25.90	18.47	2.63	33.35
SUCS	ML	CH	CL	CL	ML	CH
γs (gr/cm^3)	1.46	1.18	1.51	1.04	1.11	1.09

Figura 8

Curva Granulométrica del suelo del talud 1

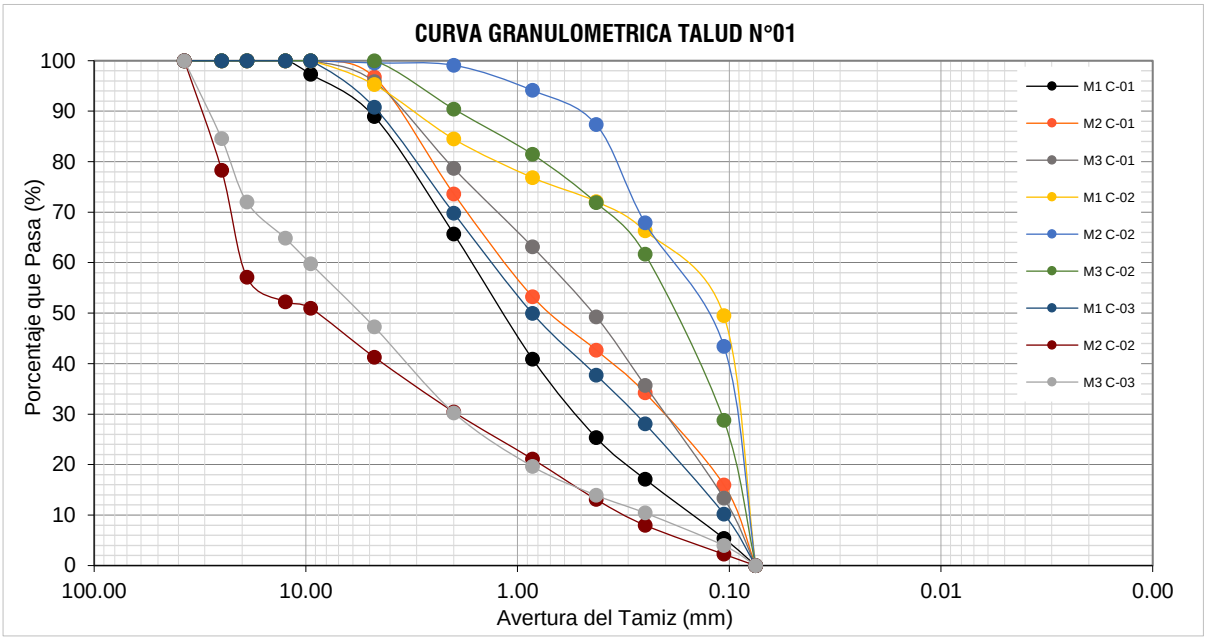


Figura 9

Curva Granulométrica del suelo en el talud 2

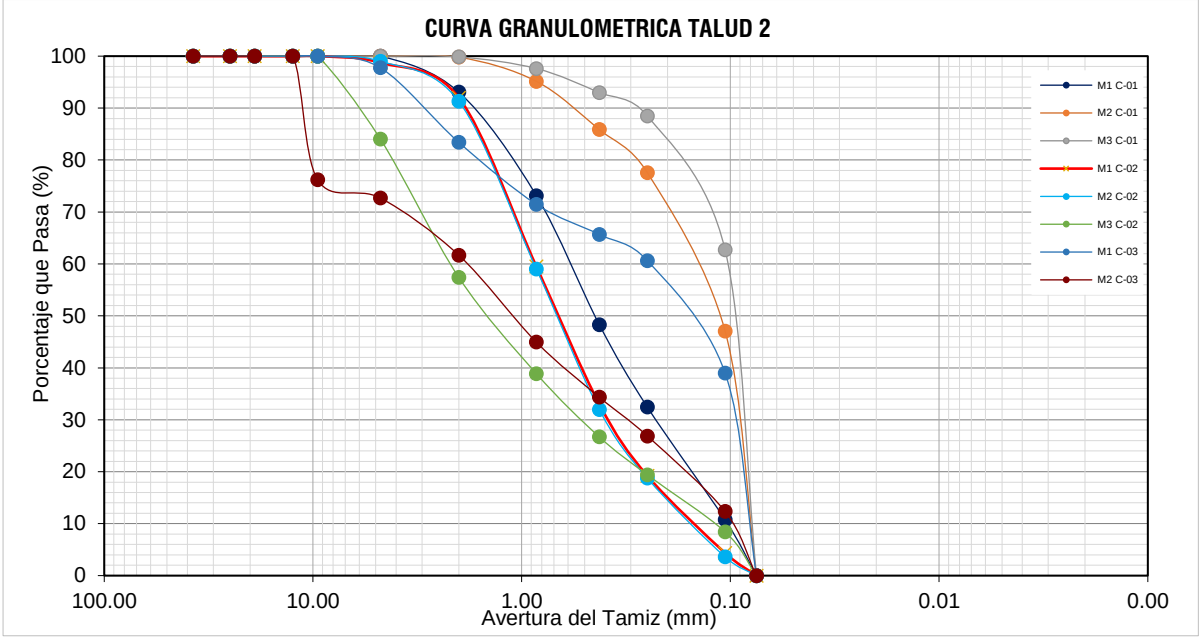


Tabla 14

Propiedades de resistencia de los suelos en los taludes 1 y 2

Puntos de exploración		1			2			3		
		M1	*M2*	*M3*	*M1*	*M2*	*M3*	*M1*	*M2*	*M3*
T1	Cohesión (kg/cm^2)	0.963	0.530	0.720	0. 564	0.570	0.608	0.490	0.483	0.570
	Angulo de fricción	18.72°	15.72°	9.40°	4.67°	3.76°	8.30°	1.20°	0.27°	38.02°
T2	Cohesión (kg/cm^2)	1.35	2.18	2.55	1.35	2.10	3.08	1.28	1.80	N.P
	Angulo de fricción	31.1°	33.4°	34.4°	31.1°	33.2°	35.8°	30.8°	32.3°	N.P

Nota. La tabla muestra parámetros de resistencia de los dos taludes de estudio lo cual se a determinado en 3 muestras a diferentes distancias de cada punto de exploración.

4.1.2 Variación del contenido de humedad por precipitación

La variación del contenido de humedad depende de varios factores del suelo como la conductividad hidráulica, tiempo de saturación del suelo y la profundidad que puede llegar a infiltrar la precipitación. Los resultados en el talud 1 y 2 se evidencia que el contenido de humedad del suelo aumenta progresivamente conforme se incrementa la magnitud del evento de precipitación, registrándose para el escenario de Tr = 2 años valores finales de humedad que

oscilan aproximadamente entre 49% y 59%, para el escenario intermedio de Tr = 10 años valores entre 58% y 68%, y para el escenario extremo de Tr = 50 años los mayores niveles de saturación, alcanzando valores máximos entre 66% y 76%. Con respecto al talud 2 presenta una mayor tendencia a alcanzar contenidos de humedad más altos, registrando el valor máximo cercano al 76%, en comparación con el talud 1, que alcanza valores máximos alrededor del 72%, lo que confirma una relación directa entre la intensidad de precipitación, el tiempo de infiltración Fc, propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 15

Parámetros hidráulicos del suelo determinados en campo talud 1 y 2

PUNTO DE ENSAYO	1	2	3
TALUD 1			
Humedad Inicial	24.17%	26.88%	38.18%
Tiempo de Saturación	04:07:00	4:48:00	6:18:00
Infiltración básica	2.85mm/h	2.68mm/h	2.08mm/h
Conductividad Hidráulica (Ley de Darcy)	3.66E-07m/s	3.49E-07m/s	2.69E-07m/s
Permeabilidad hidráulica saturada (Reynolds y Elrick)	2.63E-07m/s	2.47E-07m/s	1.92E-07m/s
TALUD 2			
Humedad Inicial	33.96%	28.63%	38.17%
Tiempo de Saturación	03:36:00	03:26:00	4:28:00
Infiltración básica	5.82mm/h	5.62mm/h	6.88mm/h
Conductividad Hidráulica (Ley de Darcy)	7.81E-07m/s	7.42E-07m/s	9.17E-07m/s
Permeabilidad hidráulica saturada (Reynolds y Elrick)	5.41E-07m/s	5.17E-07m/s	6.34E-07m/s

Los resultados de la tabla 21 obtenidos en los diferentes puntos de los taludes muestran humedad natural inicial entre 24.17% y 38.18% en el primer talud y de 33.96% a 38.17% en el talud 2. A partir de estas condiciones iniciales se ha determinado la variación del contenido de humedad ya que estas humedades iniciales influyen directamente en la capacidad de infiltración y en el comportamiento hidráulico del talud. A demás de este parámetro se ha tenido en cuenta el tiempo de saturación, infiltración básica, conductividad hidráulica determinada por la ley de Darcy y la profundidad de infiltración, estos datos fueron determinados a partido

de los ensayos doble anillo correspondiente a cada punto de los taludes ensayados, lo cual los suelos presentan una baja velocidad de infiltración del agua y una tendencia del suelo a retener humedad por períodos prolongados que es característico de materiales con alto contenido de finos, como limos y arcillas.

Tabla 16

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 1 del talud 1.

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-1			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.59	0.80	0.98	29%	30%	31%
2	0.62	0.83	1.02	31%	33%	35%
3	0.65	0.87	1.07	32%	35%	38%
4	0.68	0.92	1.13	34%	37%	40%
5	0.72	0.98	1.20	35%	39%	42%
6	0.78	1.05	1.28	36%	40%	43%
7	0.84	1.13	1.39	37%	41%	45%
8	0.92	1.24	1.53	38%	42%	46%
9	1.04	1.40	1.71	38%	43%	48%
10	1.21	1.63	2.00	39%	45%	49%
11	1.51	2.04	2.50	40%	46%	51%
12	2.32	3.13	3.84	42%	48%	53%
13	**5.52**	**7.44**	**9.13**	**45%**	**52%**	**58%**
14	1.79	2.41	2.96	46%	53%	60%
15	1.33	1.80	2.21	47%	54%	61%
16	1.11	1.50	1.84	47%	55%	62%
17	0.97	1.31	1.61	47%	56%	63%
18	0.88	1.18	1.45	48%	56%	63%
19	0.81	1.09	1.33	48%	56%	64%
20	0.75	1.01	1.24	48%	57%	64%
21	0.70	0.95	1.16	49%	57%	65%
22	0.66	0.90	1.10	49%	58%	65%
23	0.63	0.85	1.04	49%	58%	65%
24	0.60	0.81	1.00	49%	58%	66%

Nota. En la Tabla 22 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo ML (Limo), con parámetros hidráulicos de fc = 2.85 mm/h, K = 3.66×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 24%, se alcanza una profundidad de infiltración de 13.44 mm en un tiempo de 247 min.

Tabla 17

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 2 del talud 1

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-2			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.58	0.78	0.95	31%	32%	34%
2	0.60	0.81	0.99	33%	35%	37%
3	0.63	0.85	1.04	35%	37%	40%
4	0.67	0.90	1.10	36%	39%	42%
5	0.71	0.95	1.17	37%	40%	43%
6	0.76	1.02	1.25	38%	41%	45%
7	0.82	1.10	1.35	38%	42%	46%
8	0.90	1.21	1.49	39%	44%	47%
9	1.01	1.36	1.67	40%	45%	49%
10	1.18	1.59	1.95	41%	46%	50%
11	1.47	1.99	2.44	42%	47%	52%
12	2.27	3.06	3.75	43%	49%	54%
13	**5.38**	**7.26**	**8.90**	**46%**	**53%**	**59%**
14	1.75	2.35	2.89	47%	54%	60%
15	1.30	1.76	2.15	48%	55%	61%
16	1.08	1.46	1.79	48%	55%	62%
17	0.95	1.28	1.57	48%	56%	63%
18	0.86	1.15	1.42	49%	56%	63%
19	0.79	1.06	1.30	49%	57%	64%
20	0.73	0.98	1.21	49%	57%	64%
21	0.68	0.92	1.13	50%	57%	64%
22	0.65	0.87	1.07	50%	58%	65%
23	0.62	0.83	1.02	50%	58%	65%
24	0.59	0.79	0.97	50%	58%	65%

Nota. En la Tabla 23 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo CH (Arcilla), con parámetros hidráulicos de fc = 2.68 mm/h, K = 3.49×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 27%, se alcanza una profundidad de infiltración de 14.17 mm en un tiempo de 288 min.

Tabla 18

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 3 del talud 1

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-3			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.51	0.69	0.85	42%	43%	44%
2	0.54	0.72	0.89	44%	46%	47%
3	0.56	0.76	0.93	45%	47%	49%
4	0.59	0.80	0.98	46%	49%	51%
5	0.63	0.85	1.04	47%	50%	53%
6	0.68	0.91	1.12	48%	51%	54%
7	0.73	0.99	1.21	48%	52%	55%
8	0.80	1.08	1.33	49%	53%	56%
9	0.90	1.22	1.50	50%	54%	57%
10	1.05	1.42	1.74	51%	55%	59%
11	1.32	1.78	2.18	51%	56%	60%
12	2.03	2.73	3.35	53%	58%	62%
13	**4.81**	**6.49**	**7.96**	**55%**	**61%**	**66%**
14	1.56	2.10	2.58	56%	62%	68%
15	1.16	1.57	1.93	57%	63%	69%
16	0.97	1.31	1.60	57%	63%	69%
17	0.85	1.15	1.41	57%	64%	70%
18	0.77	1.03	1.27	58%	64%	70%
19	0.70	0.95	1.16	58%	65%	71%
20	0.65	0.88	1.08	58%	65%	71%
21	0.61	0.83	1.01	58%	65%	71%
22	0.58	0.78	0.96	58%	66%	72%
23	0.55	0.74	0.91	59%	66%	72%
24	0.53	0.71	0.87	59%	66%	72%

Nota. En la Tabla 24 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo CL (arcilla), con parámetros hidráulicos de fc = 2.08 mm/h, K = 2.69×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 38%, se alcanza una profundidad de infiltración de 14.26 mm en un tiempo de 378 min.

Tabla 19

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 1 del talud 2

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-1			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.68	0.91	1.12	38%	40%	41%
2	0.71	0.95	1.17	41%	43%	45%
3	0.74	1.00	1.23	42%	45%	48%
4	0.78	1.06	1.30	44%	47%	50%
5	0.83	1.12	1.38	45%	48%	52%
6	0.89	1.20	1.47	46%	50%	53%
7	0.96	1.30	1.59	47%	51%	55%
8	1.06	1.43	1.75	47%	52%	56%
9	1.19	1.60	1.97	48%	53%	58%
10	1.39	1.87	2.29	49%	55%	59%
11	1.74	2.34	2.87	50%	56%	61%
12	2.67	3.60	4.41	52%	58%	63%
13	**6.33**	**8.54**	**10.48**	**55%**	**62%**	**69%**
14	2.05	2.77	3.40	56%	64%	70%
15	1.53	2.07	2.53	57%	64%	71%
16	1.28	1.72	2.11	57%	65%	72%
17	1.12	1.51	1.85	58%	66%	73%
18	1.01	1.36	1.67	58%	66%	74%
19	0.92	1.25	1.53	58%	67%	74%
20	0.86	1.16	1.42	59%	67%	75%
21	0.81	1.09	1.33	59%	67%	75%
22	0.76	1.03	1.26	59%	68%	75%
23	0.72	0.98	1.20	59%	68%	76%
24	0.69	0.93	1.14	59%	68%	76%

En la Tabla 25 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo CL (arcilla), con parámetros hidráulicos de fc = 4.12 mm/h, K = 5.36×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 39.6%, se alcanza una profundidad de infiltración de 15.22 mm en un tiempo de 216 min.

Tabla 20

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 2 del talud 2

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-2			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.55	0.75	0.91	33%	35%	37%
2	0.58	0.78	0.96	36%	39%	41%
3	0.61	0.82	1.00	38%	41%	44%
4	0.64	0.86	1.06	39%	43%	46%
5	0.68	0.92	1.12	40%	45%	48%
6	0.73	0.98	1.20	41%	46%	50%
7	0.79	1.06	1.30	42%	47%	51%
8	0.86	1.17	1.43	43%	49%	53%
9	0.97	1.31	1.61	44%	50%	55%
10	1.13	1.53	1.87	45%	51%	56%
11	1.42	1.91	2.34	46%	53%	58%
12	2.18	2.94	3.60	48%	55%	61%
13	**5.17**	**6.97**	**8.55**	**52%**	**60%**	**67%**
14	1.68	2.26	2.77	53%	61%	68%
15	1.25	1.69	2.07	53%	62%	70%
16	1.04	1.41	1.72	54%	63%	70%
17	0.91	1.23	1.51	54%	63%	71%
18	0.82	1.11	1.36	55%	64%	72%
19	0.75	1.02	1.25	55%	64%	72%
20	0.70	0.95	1.16	55%	65%	73%
21	0.66	0.89	1.09	56%	65%	73%
22	0.62	0.84	1.03	56%	66%	74%
23	0.59	0.80	0.98	56%	66%	74%
24	0.56	0.76	0.93	56%	66%	75%

Nota. En la Tabla 26 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo ML (Limo) correspondiente al talud 1, con parámetros hidráulicos de fc = 2.44 mm/h, K = 3.14×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 28.6%, se alcanza una profundidad de infiltración de 11.38 mm en un tiempo de 206 min.

Tabla 21

Variación de la humedad frentes al efecto de la precipitación - S- 3 del talud 2.

Tiempo (hr)	PP QUE INFILTRA S-3			HUMEDAD	HUMEDAD	HUMEDAD
	Tr=2	Tr=10	Tr=50	W Final 2	W Final 10	W Final 50
1	0.57	0.77	0.94	34%	35%	36%
2	0.59	0.80	0.98	36%	38%	40%
3	0.62	0.84	1.03	37%	40%	43%
4	0.66	0.89	1.09	39%	42%	45%
5	0.70	0.94	1.16	40%	43%	46%
6	0.75	1.01	1.24	41%	45%	48%
7	0.81	1.09	1.34	42%	46%	49%
8	0.89	1.20	1.47	42%	47%	51%
9	1.00	1.35	1.65	43%	48%	52%
10	1.17	1.57	1.93	44%	49%	54%
11	1.46	1.97	2.41	45%	50%	55%
12	2.24	3.02	3.71	46%	52%	57%
13	**5.32**	**7.18**	**8.80**	**49%**	**56%**	**63%**
14	1.73	2.33	2.86	50%	58%	64%
15	1.29	1.74	2.13	51%	59%	65%
16	1.07	1.45	1.77	52%	59%	66%
17	0.94	1.27	1.55	52%	60%	67%
18	0.85	1.14	1.40	52%	60%	67%
19	0.78	1.05	1.29	53%	61%	68%
20	0.72	0.97	1.19	53%	61%	68%
21	0.68	0.91	1.12	53%	61%	69%
22	0.64	0.86	1.06	53%	62%	69%
23	0.61	0.82	1.01	53%	62%	69%
24	0.58	0.78	0.96	54%	62%	69%

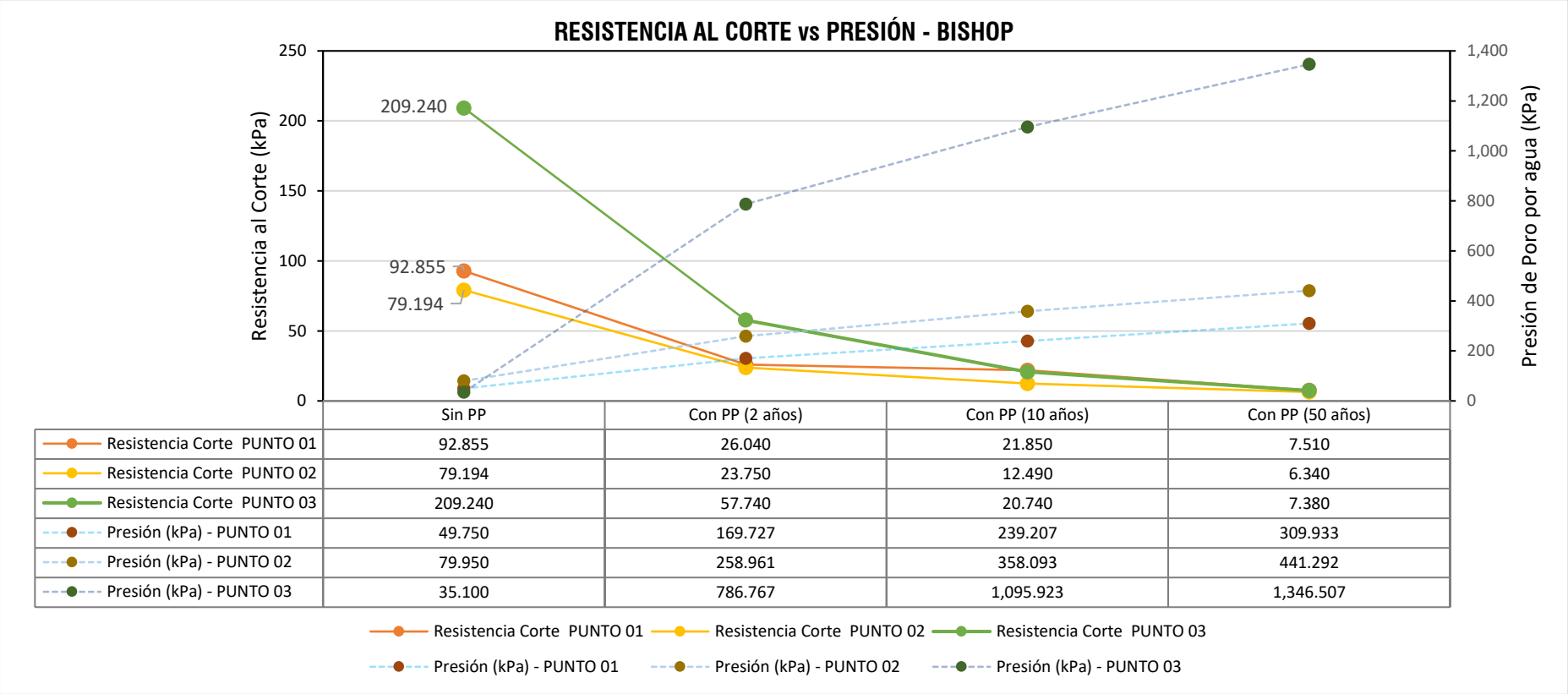
Nota. En la Tabla 27 muestra los valores determinados de la humedad en lluvias de 24 horas en eventos máximos de (Tr = 2, 10 y 50 años). Para un suelo CH (Arcilla) correspondiente al talud 1, con parámetros hidráulicos de fc = 2.61 mm/h, K = 3.38×10^{-7} m/s y un contenido de humedad inicial de 29.5%, se alcanza una profundidad de infiltración de 13.45 mm en un tiempo de 268 min.

4.1.3 Resistencia al corte del suelo frente a la precipitación en el talud 1

La resistencia al corte, se ha determinado mediante modelamientos en el software GeoStudio (SLOPE/W) mediante los métodos de equilibrio límite Bishop y Janbu para cada sección definida en cada talud. En el Talud 01 la resistencia la corte en condición sin influencia de precipitación. En la Sección 01, la resistencia al corte fue de 92.855 kPa (Bishop) y 103.265 kPa (Janbu); en la Sección 02, se obtuvieron valores de 79.194 kPa y 100.580 kPa, respectivamente; mientras que en la Sección 03, los resultados fueron de 209.240 kPa (Bishop) y 199.692 kPa (Janbu), evidenciando consistencia en los valores calculados. Al considerar eventos de precipitación con escenario de 2 años, se observa una reducción significativa de la resistencia al corte. En la Sección 01, los valores fueron 26.040 kPa (Bishop) y 28.750 kPa (Janbu). En la Sección 02, se obtuvieron 23.750 kPa y 27.065 kPa, respectivamente; y en la Sección 03, los resultados fueron 57.74 kPa (Bishop) y 55.66 kPa (Janbu). Para un escenario de precipitación con período de retorno de 10 años, la resistencia al corte disminuye. En la Sección 01, se obtuvieron valores de 21.850 kPa (Bishop) y 23.996 kPa (Janbu). En la Sección 02, los resultados fueron 12.49 kPa, 17.18 kPa, respectivamente; mientras que en la Sección 03 se registraron valores de 20.74 kPa (Bishop) y 18.950 kPa (Janbu). Finalmente, para un escenario de precipitación extrema con un escenario de 50 años, los valores obtenidos reflejan condiciones críticas. En la Sección 01, la resistencia al corte fue de 7.51 kPa (Bishop) y 9.19 kPa (Janbu). En la Sección 02, se obtuvieron 6.34 kPa y 8.970 kPa, respectivamente; y en la Sección 03, los resultados fueron 7.38 kPa (Bishop) y 7.015 kPa (Janbu).

Figura 10

Resistencia al corte del suelo Vs presión de poros – Bishop (TALUD 01)

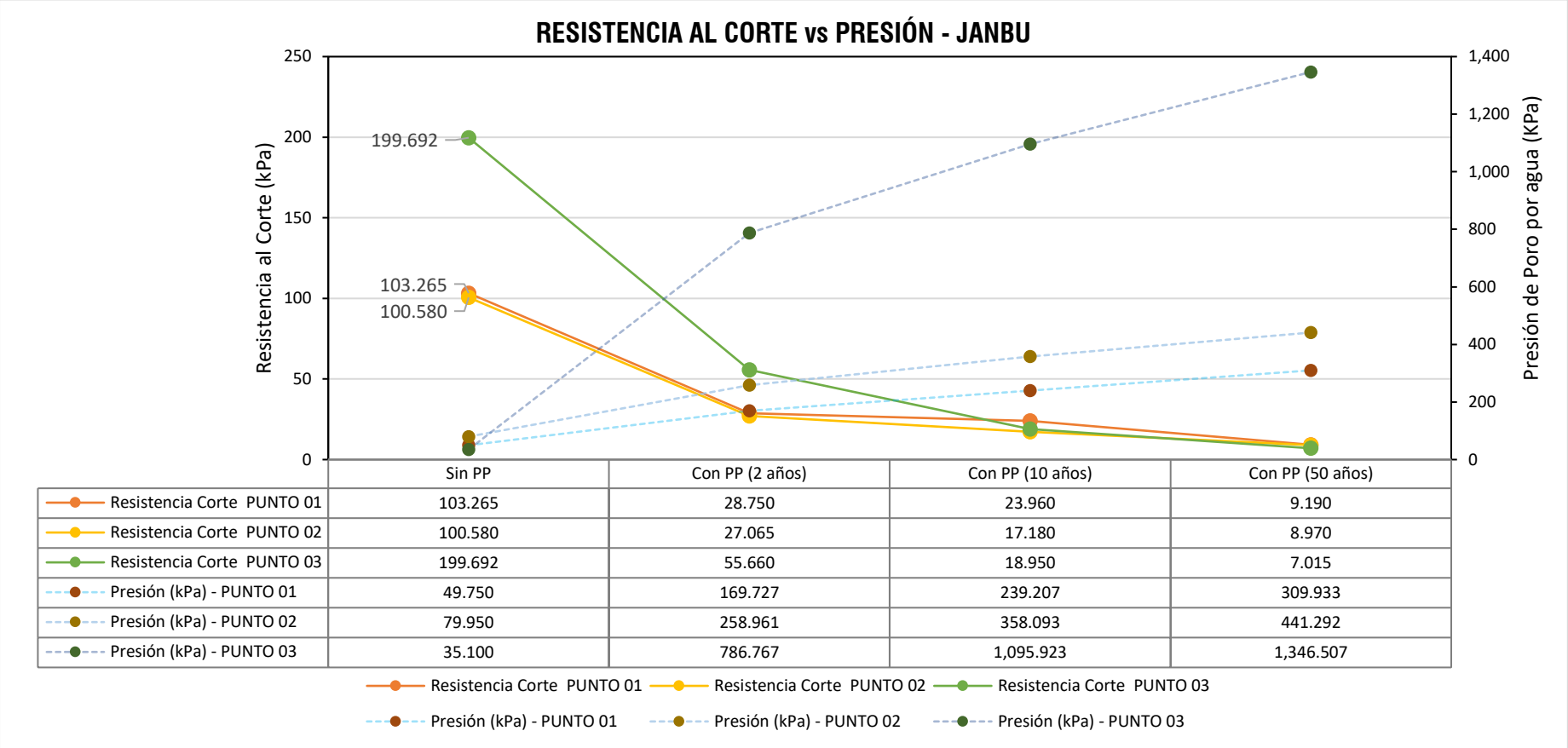


	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
Resistencia Corte PUNTO 01	92.855	26.040	21.850	7.510
Resistencia Corte PUNTO 02	79.194	23.750	12.490	6.340
Resistencia Corte PUNTO 03	209.240	57.740	20.740	7.380
Presión (kPa) - PUNTO 01	49.750	169.727	239.207	309.933
Presión (kPa) - PUNTO 02	79.950	258.961	358.093	441.292
Presión (kPa) - PUNTO 03	35.100	786.767	1,095.923	1,346.507

Nota. En la figura se muestra la resistencia al corte, en condiciones iniciales no saturadas, influenciadas a eventos de precipitaciones de 2, 10 y 5 años con una intensidad de 24 horas, la presión de poros asciende de manera lineal, mientras que la resistencia al corte desciende, mostrando una relación de que al aumento de precipitación hay aumento de presión de poros y por consiguiente hay una disminución de la resistencia del corte.

Figura 11

Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros – Janbu (TALUD 01)



	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
Resistencia Corte PUNTO 01	103.265	28.750	23.960	9.190
Resistencia Corte PUNTO 02	100.580	27.065	17.180	8.970
Resistencia Corte PUNTO 03	199.692	55.660	18.950	7.015
Presión (kPa) - PUNTO 01	49.750	169.727	239.207	309.933
Presión (kPa) - PUNTO 02	79.950	258.961	358.093	441.292
Presión (kPa) - PUNTO 03	35.100	786.767	1,095.923	1,346.507

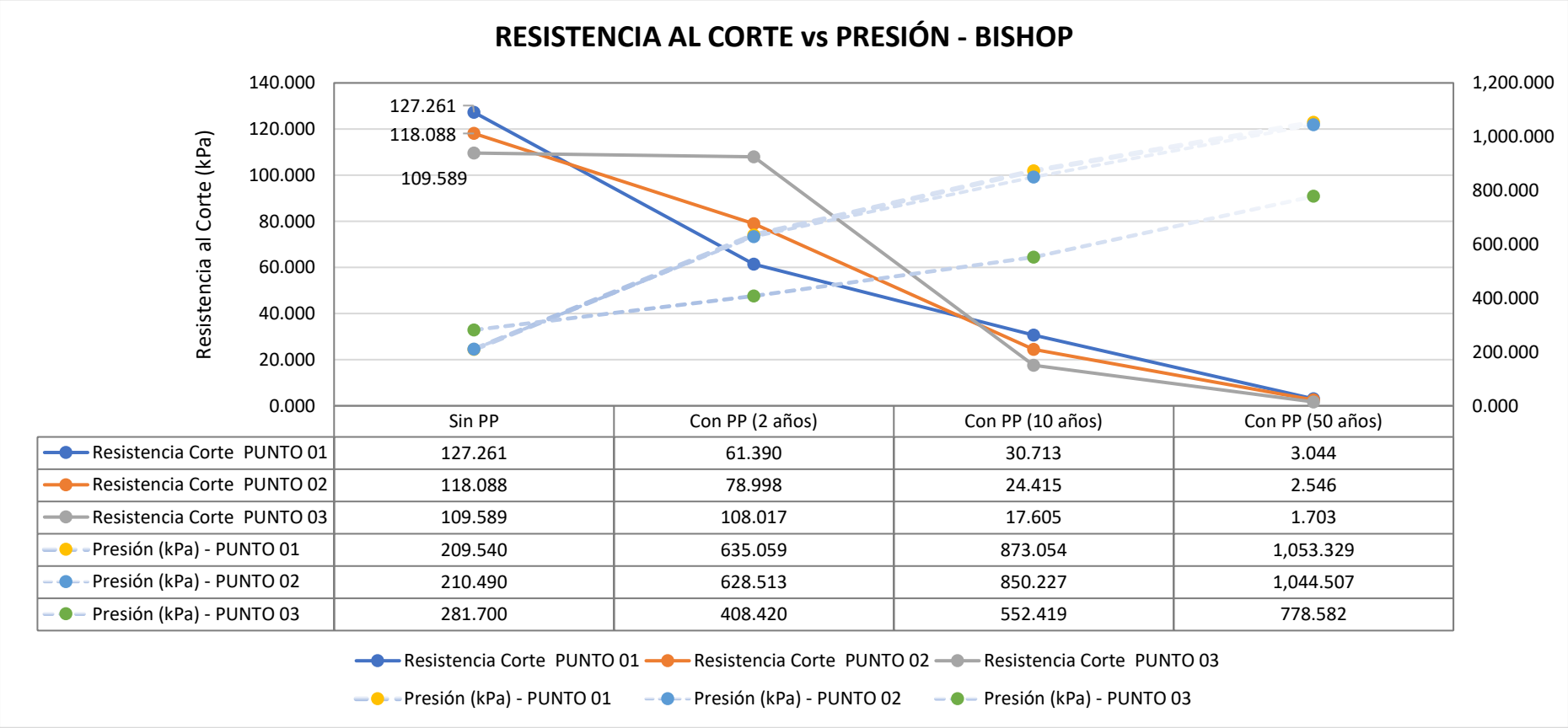
Nota. En la figura se muestra la resistencia al, en condiciones iniciales no saturadas, influenciadas a eventos de precipitaciones de 2, 10 y 5 años con una intensidad de 24 horas, la presión de poros asciende de manera lineal, mientras que la resistencia al corte desciende, mostrando una relación de que al aumento de precipitación hay aumento de presión de poros y por consiguiente hay una disminución de la resistencia del corte.

4.1.4 Resistencia al corte del suelo frente a la precipitación en el talud 2

Para el Talud 02, en condición sin influencia de precipitación. En la Sección 01, la resistencia al corte fue de 127.261 kPa (Bishop) y 109.989 kPa (Janbu). En la Sección 02, se obtuvieron valores de 118.088 kPa y 112.395 kPa, respectivamente; mientras que en la Sección 03, los resultados fueron de 109.589 kPa (Bishop) y 95.359 kPa (Janbu), evidenciando consistencia en los valores calculados. Al considerar eventos de precipitación con escenario de 2 años, se observa una reducción significativa de la resistencia al corte. En la Sección 01, los valores fueron 61.390 kPa (Bishop) y 72.888 kPa (Janbu). En la Sección 02, se obtuvieron 78.998 kPa y 74.463 kPa, respectivamente; y en la Sección 03, los resultados fueron 108.017 kPa (Bishop) y 46.550 kPa (Janbu). Para un escenario de precipitación con período de retorno de 10 años, la resistencia al corte disminuye. En la Sección 01, se obtuvieron valores de 30.713 kPa (Bishop) y 12.693 kPa (Janbu). En la Sección 02, los resultados fueron 24.415 kPa y 17.105 kPa, respectivamente; mientras que en la Sección 03 se registraron valores de 17.605 kPa (Bishop) y 14.232 kPa (Janbu). Finalmente, para un escenario de precipitación extrema con escenario de 50 años, los valores obtenidos en la Sección 01, la resistencia al corte fue de 3.044 kPa (Bishop) y 1.186 kPa (Janbu). En la Sección 02, se obtuvieron 2.546 kPa y 1.577 kPa, respectivamente; y en la Sección 03, los resultados fueron 1.703 kPa (Bishop) y 1.298 kPa (Janbu). Los resultados evidencian que el incremento en la intensidad y duración de la precipitación genera una reducción progresiva de la resistencia al corte del suelo. A continuación, se muestran las gráficas respectivas al talud 02 de cada sección correspondiente.

Figura 12

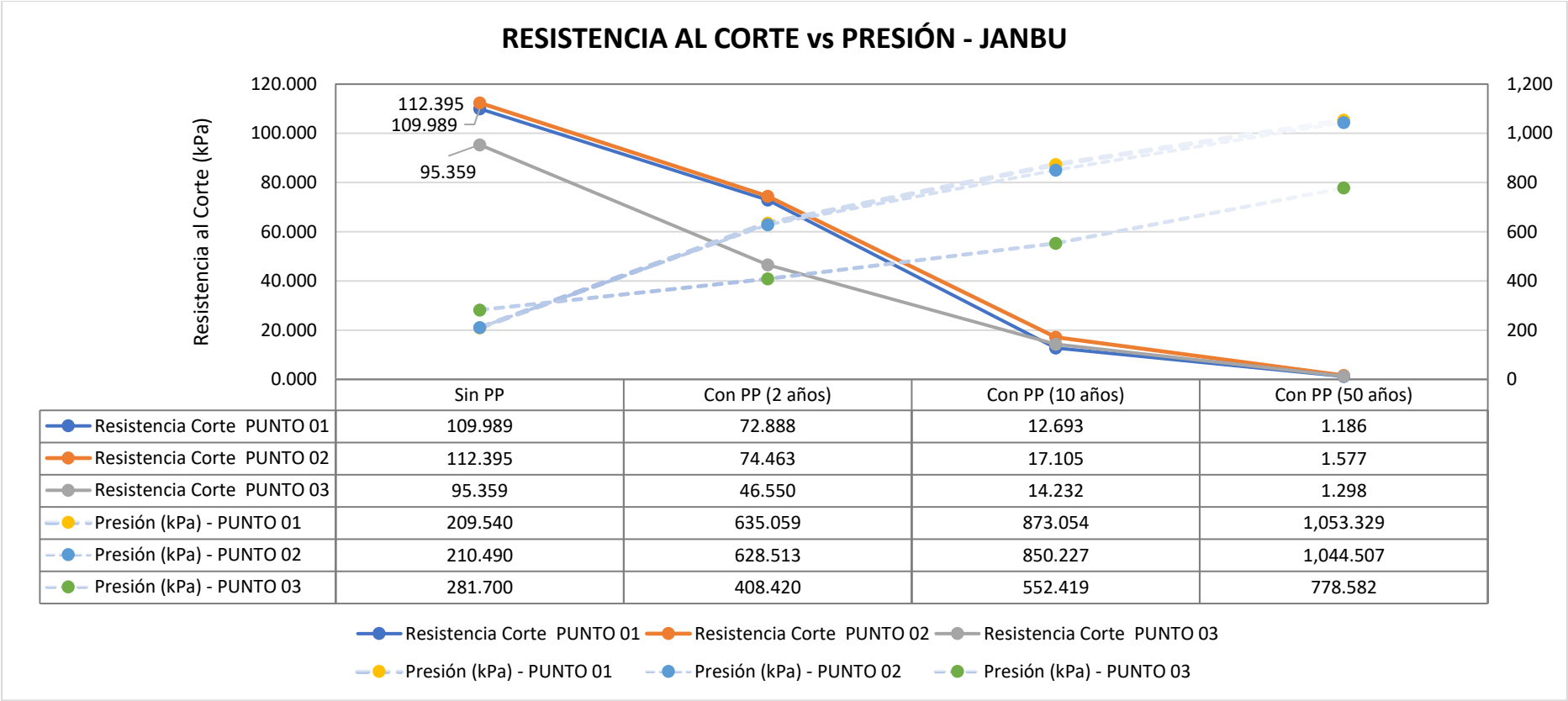
Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros - Bishop (TALUD 02)



Nota. En la figura se muestra la resistencia al corte, en condiciones iniciales no saturadas, influenciadas a eventos de precipitaciones de 2, 10 y 5 años con una intensidad de 24 horas, la presión de poros asciende de manera lineal, mientras que la resistencia al corte desciende, mostrando una relación de que al aumento de precipitación hay aumento de presión de poros y por consiguiente hay una disminución de la resistencia del corte.

Figura 13

Resistencia al Corte del suelo Vs Presión de Poros – Janbu (TALUD 02)



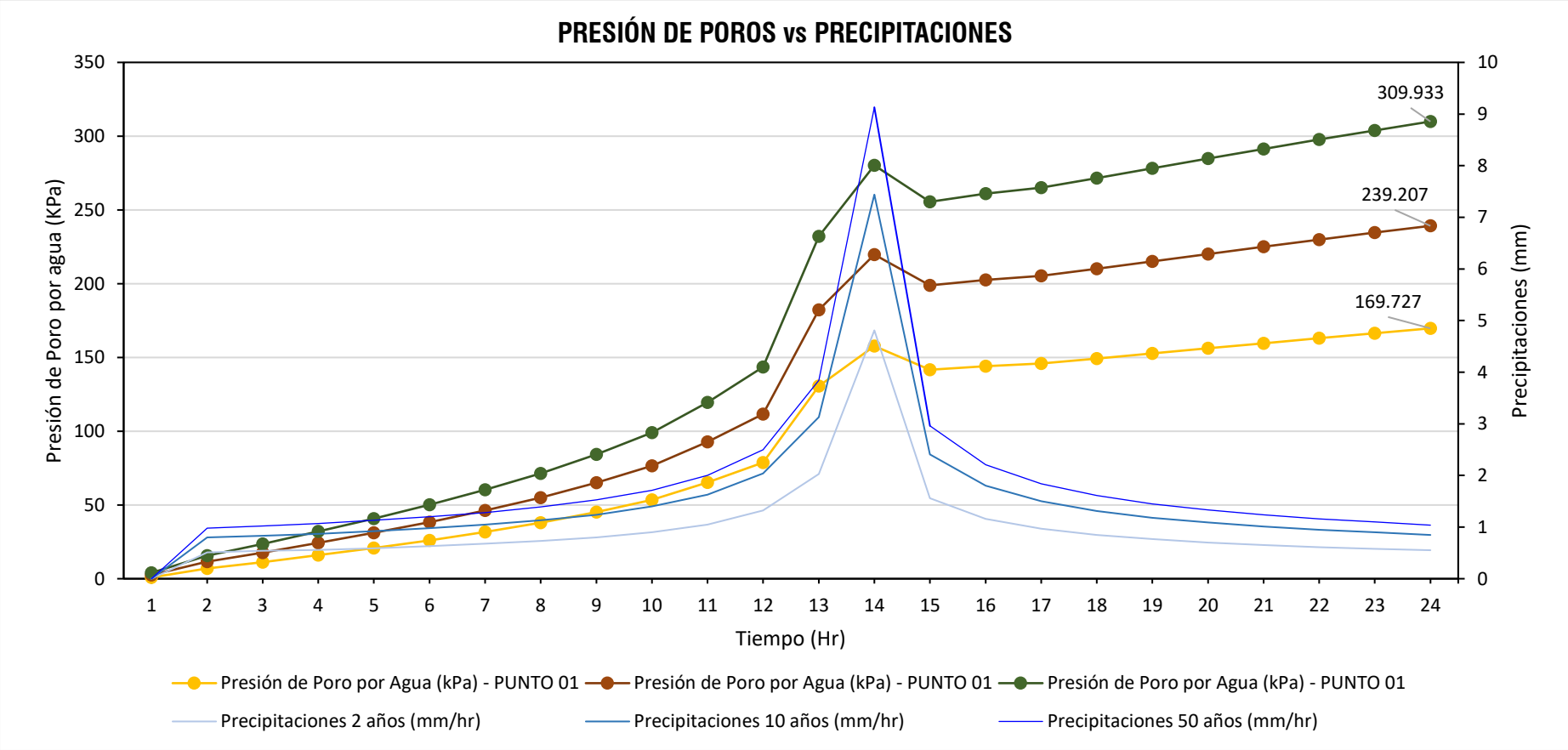
Nota. En la figura se muestra la resistencia al corte, en condiciones iniciales no saturadas, influenciadas a eventos de precipitaciones de 2, 10 y 5 años con una intensidad de 24 horas, la presión de poros asciende de manera lineal, mientras que la resistencia al corte desciende, mostrando una relación de que al aumento de precipitación hay aumento de presión de poros y por consiguiente hay una disminución de la resistencia del corte.

4.1.5 Impacto de la precipitación en la presión de poros

Para analizar el impacto de la infiltración generada por la precipitación en la presión de poros, se consideraron perfiles representativos en tres puntos a lo largo de cada talud, incorporando los estratos correspondientes a cada ubicación; en las 6 secciones geométricas definidas (3 por cada talud) modelados mediante flujo transitorio en SEEP/W para el Talud 01, se obtuvieron incrementos progresivos de la presión de poros en función del aumento de la precipitación. En la Sección 01, los valores varían entre 0.878 y 169.727 kPa para un escenario de precipitación de 2 años, entre 2.539 y 239.207 kPa para 10 años, y entre 4.034 y 309.933 kPa para 50 años. En la Sección 02, los rangos son de 2.120 a 258.961 kPa (2 años), de 5.000 a 358.093 kPa (10 años) y de 7.476 a 441.292 kPa (50 años). Finalmente, en la Sección 03, se registran los mayores valores, con rangos de 8.543 a 786.767 kPa (2 años), de 14.179 a 1095.923 kPa (10 años) y de 18.840 a 1346.507 kPa (50 años). Para el Talud 02 en la Sección 01, los valores varían entre 3.526 y 635.059 kPa para un escenario de precipitación de 2 años, entre 8.997 y 873.054 kPa para 10 años, y entre 3.526 y 1053.329 kPa para 50 años. En la Sección 02, los rangos son de 7.174 a 628.513 kPa (2 años), de 7.174 a 850.227 kPa (10 años) y de 7.174 a 1044.507 kPa (50 años). Finalmente, en la Sección 03, se registran rangos de 1.455 a 408.420 kPa (2 años), de 1.455 a 552.419 kPa (10 años) y de 1.630 a 778.582 kPa (50 años), evidenciando que la presión de poros aumenta significativamente con la intensidad de la precipitación.

Figura 14

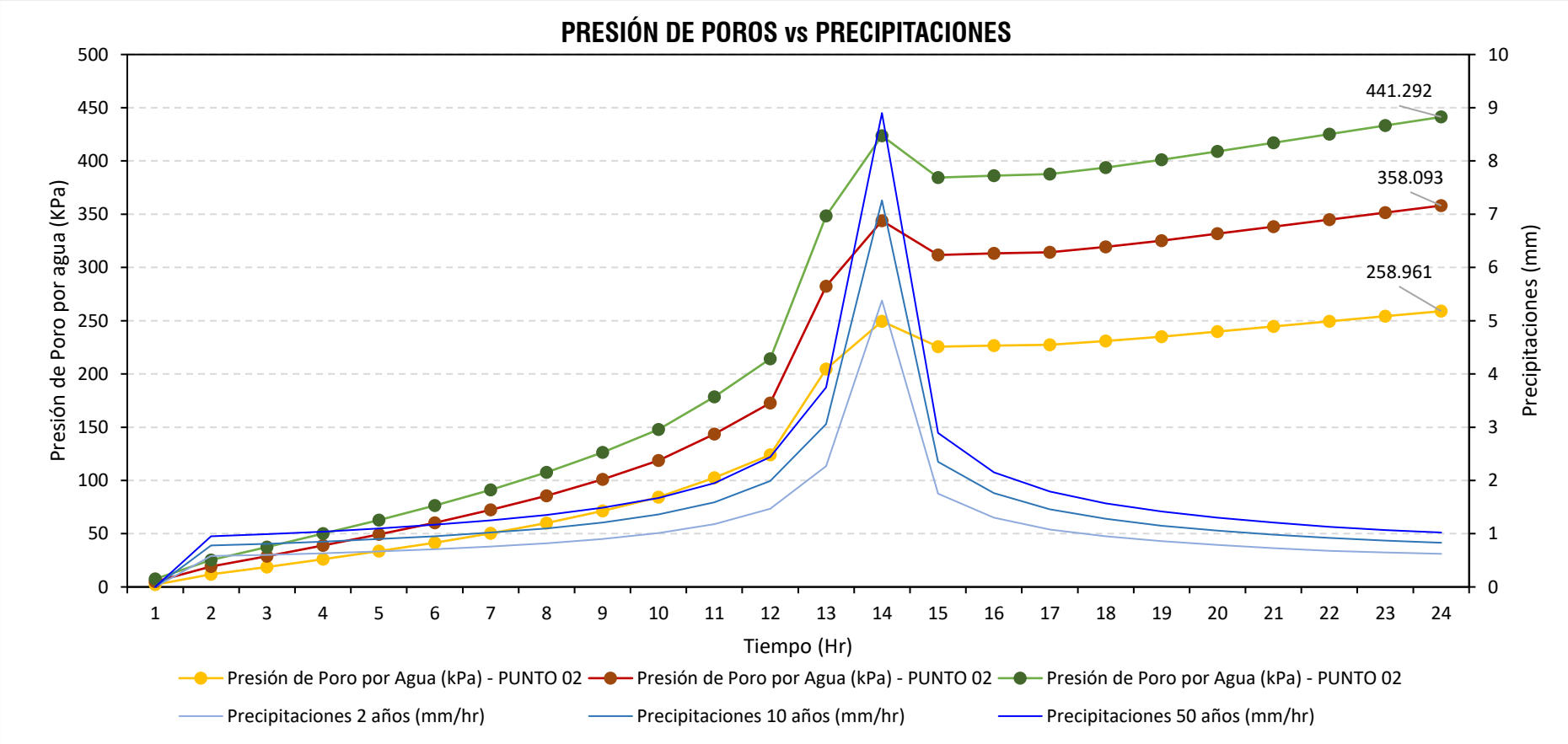
Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 01(TALUD 01)



Nota. En la figura del PUNTO 01 del talud 1 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

Figura 15

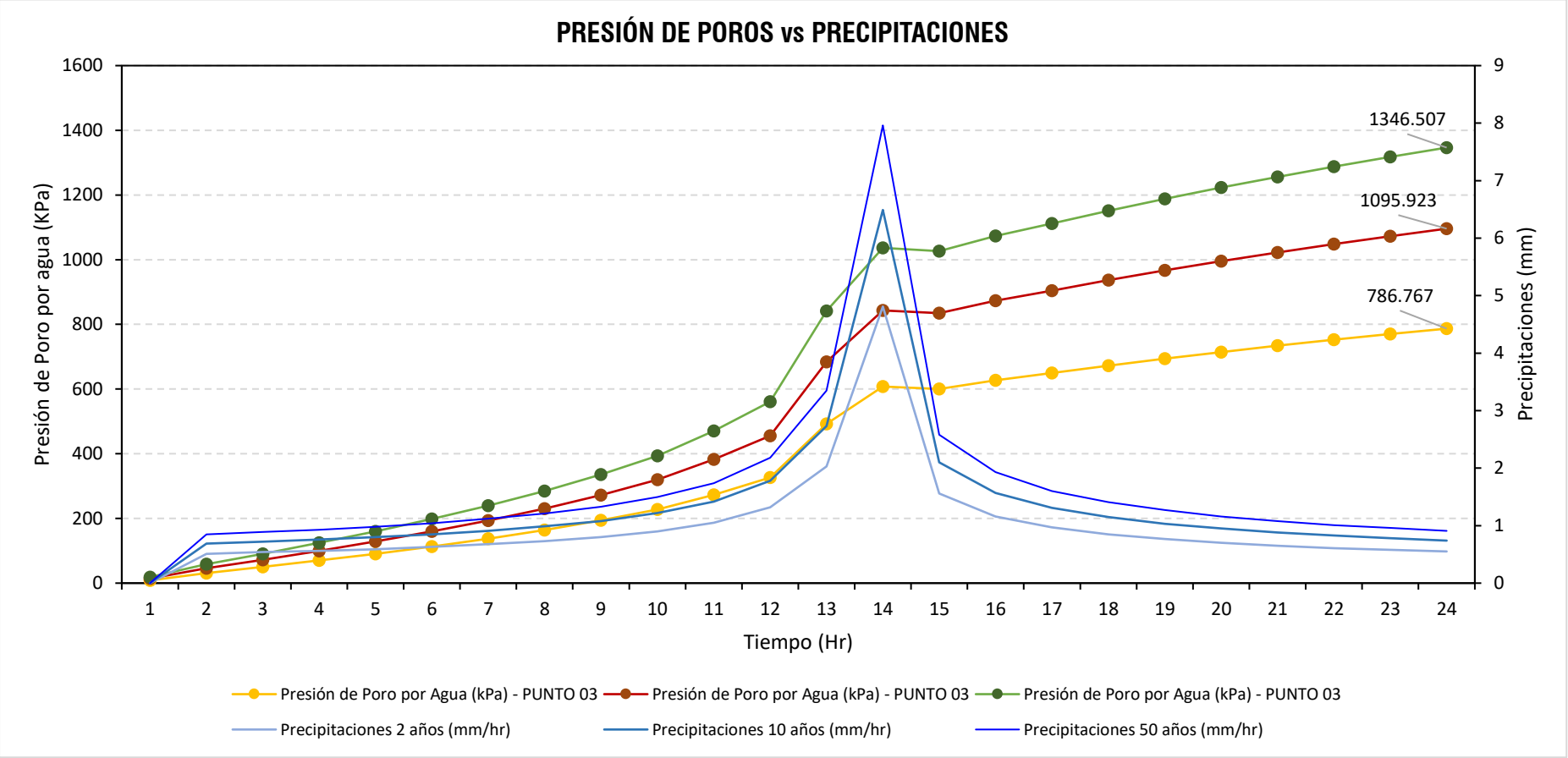
Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 02 (TALUD 01)



Nota. En la figura del PUNTO 02 del talud 1 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

Figura 16

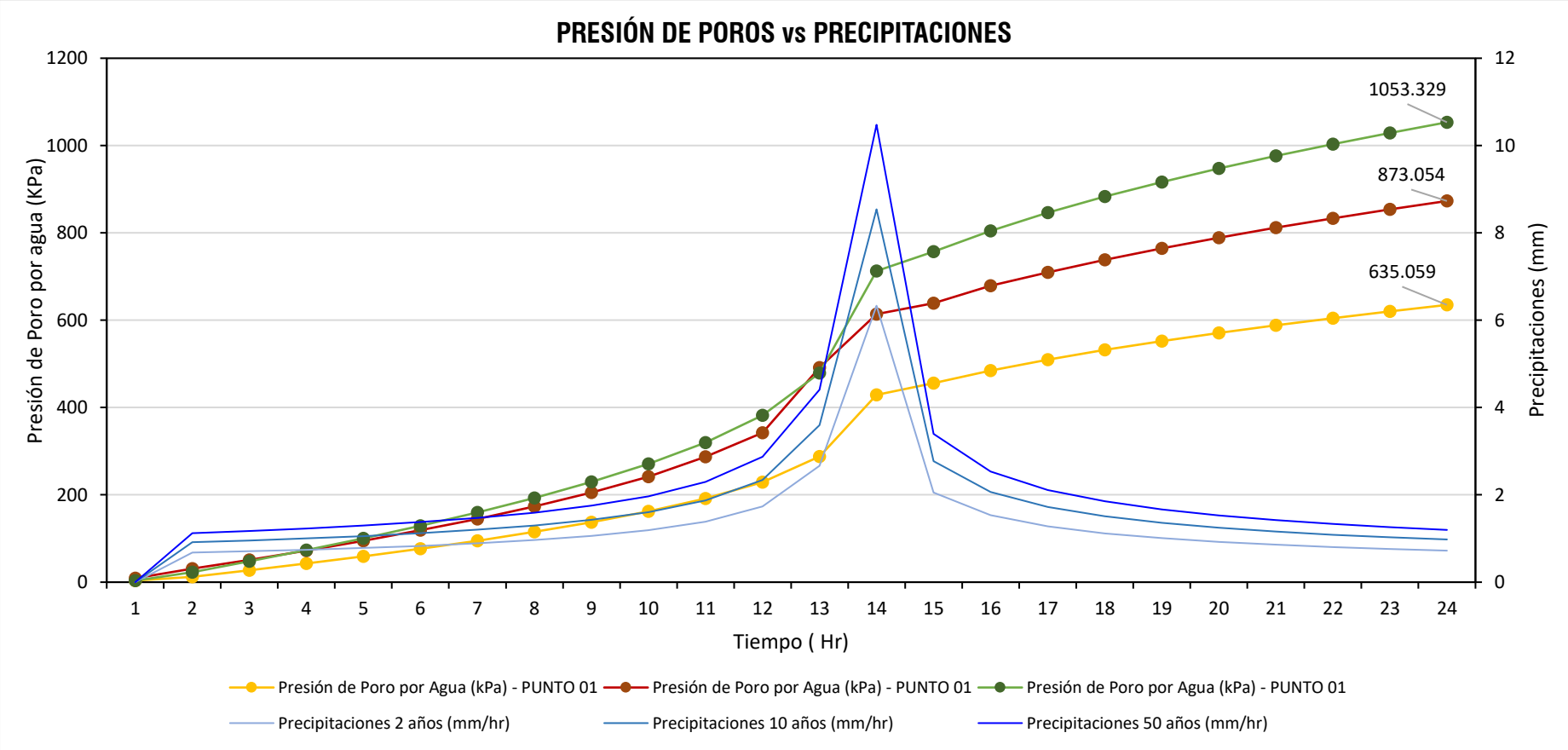
Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 03 (TALUD 01)



Nota. En la figura del PUNTO 3 del talud 1 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

Figura 17

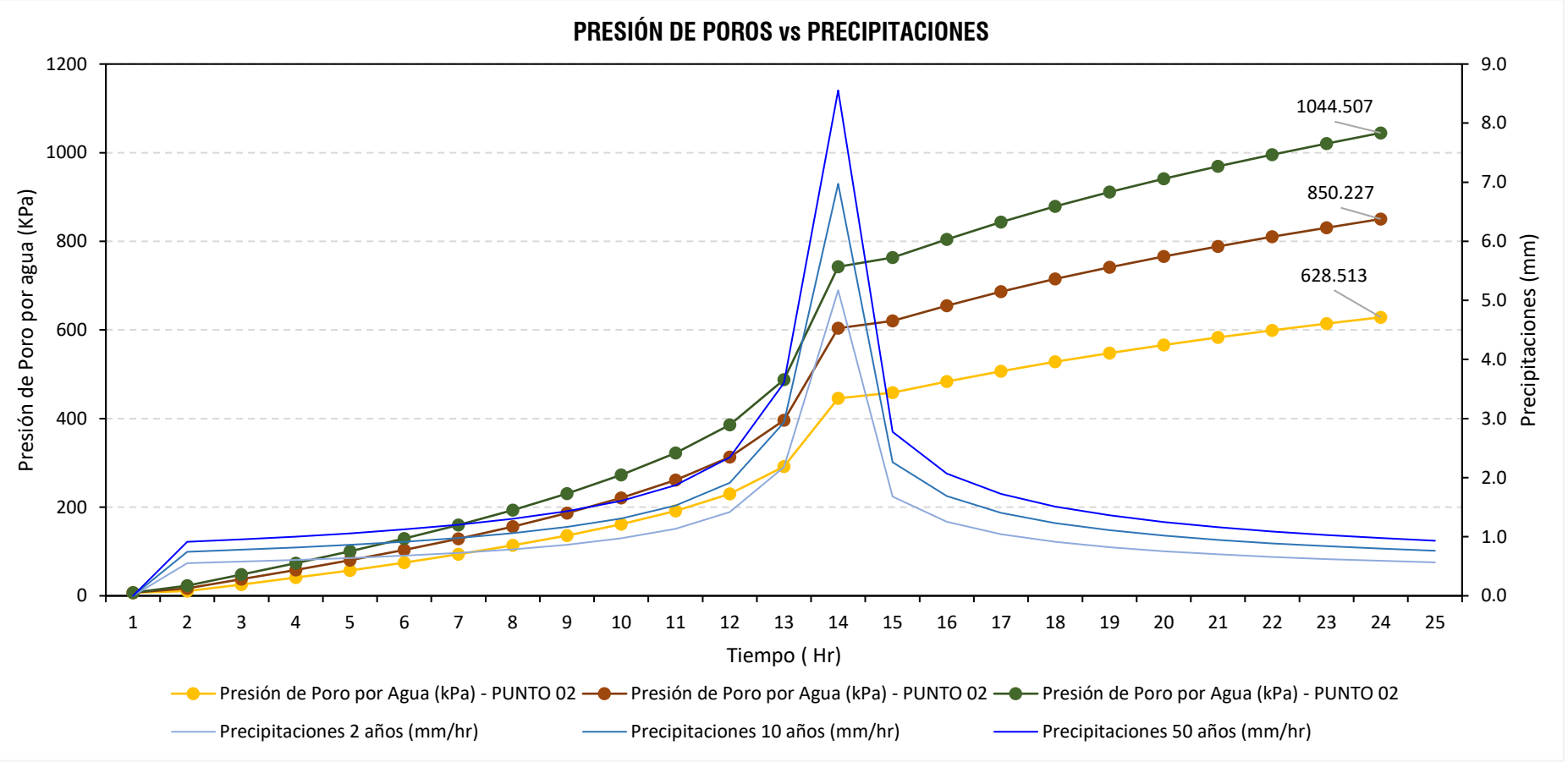
Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 01 (TALUD 02)



Nota. En la figura del PUNTO 01 del talud 2 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

Figura 18

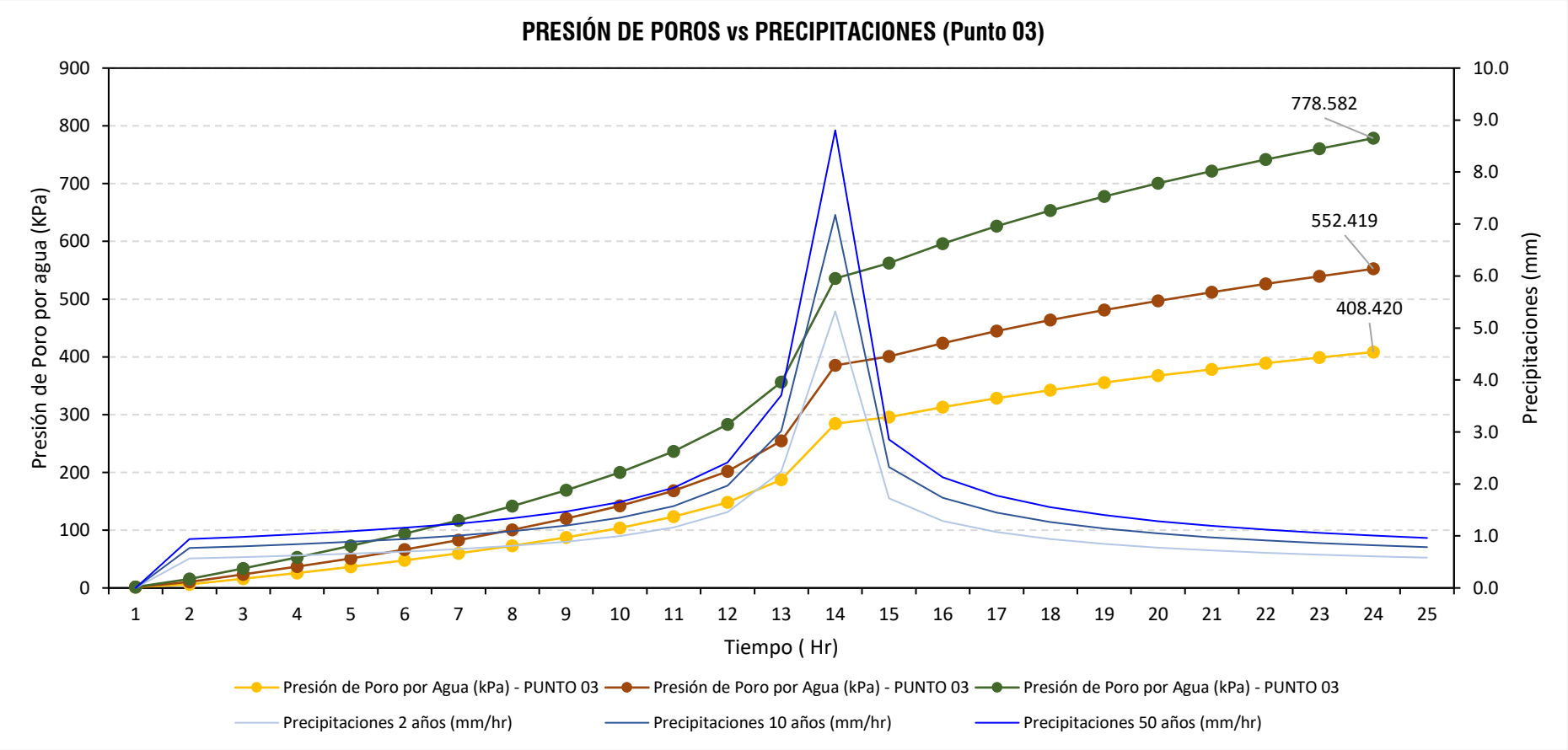
Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 02 (TALUD 02)



Nota. En la figura del PUNTO 02 del talud 2 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

Figura 19

Presión de Poros vs Precipitaciones - PUNTO 03 (TALUD 02)



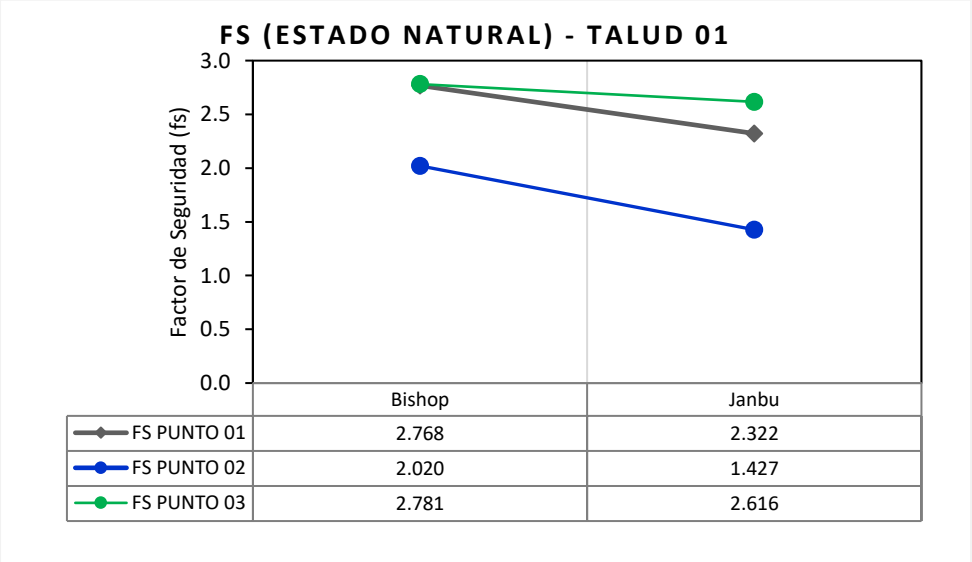
Nota. En la figura del PUNTO 03 del talud 2 se observa que a una mayor precipitación la presión de poro también es mayor, asimismo se observa una secuencia de manera lineal siguiendo la tendencia de las precipitaciones considerando que si la precipitación al disminuir la presión de poros es constante linealmente debido al aumento de humedad.

4.1.6 Factor de seguridad en la estabilidad de taludes

El factor de seguridad frente a la influencia de la precipitación modelado en SLOPE/W mediante los métodos de equilibrio límite de Bishop y Janbu; Bishop tiende a considerar superficies de falla circulares mediante una búsqueda tipo grilla y radio; mientras que para el método de Janbu se emplearon superficies de falla de búsqueda tipo entrada–salida. El Talud 1 presentó los menores factores de seguridad, alcanzando valores mínimos de 0.636 mediante el método de Bishop y 0.479 mediante el método de Janbu, lo que indica condiciones de inestabilidad y alta probabilidad de falla. En diferencia, el Talud 2 presentó valores mínimos de 1.693 mediante el método de Bishop y 3.058 mediante el método de Janbu, manteniéndose en condición estable en todos los escenarios analizados.

Figura 20

Valores de factor de seguridad sin precipitación – TALUD 01

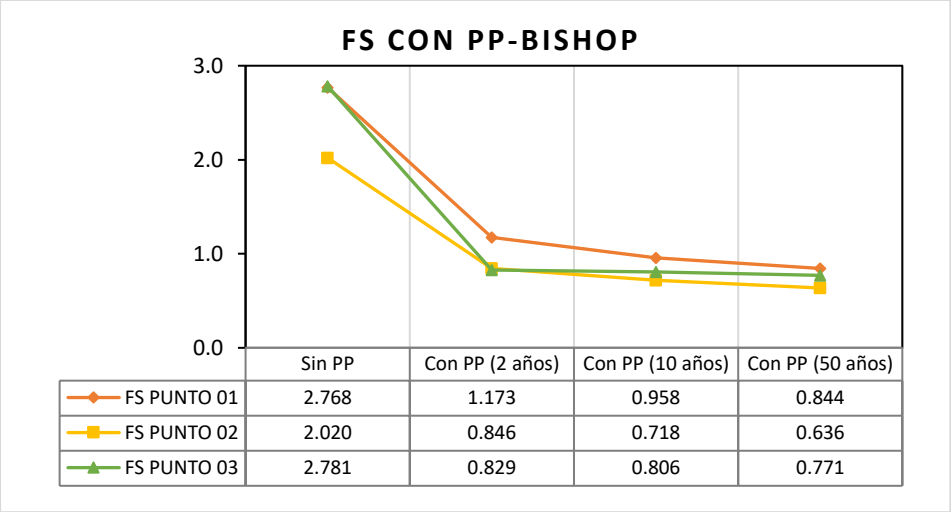


Nota. En la figura se observa los valores de factor de seguridad en su estado natural por cada metodología (Bishop y Janbu) en las tres secciones geométricas del talud 01.

Para el talud con influencia de precipitaciones con escenarios de 2, 10 y 50 años se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 21

Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1– Metodología Bishop

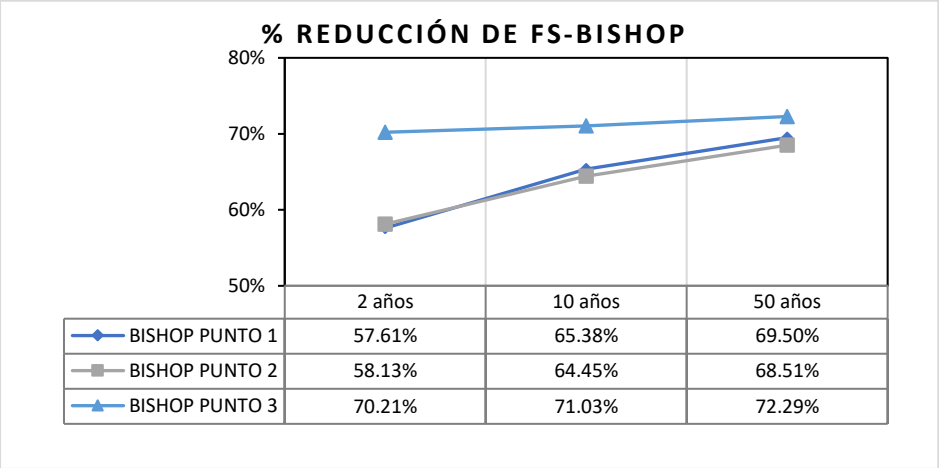


	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
FS PUNTO 01	2.768	1.173	0.958	0.844
FS PUNTO 02	2.020	0.846	0.718	0.636
FS PUNTO 03	2.781	0.829	0.806	0.771

Nota. La figura muestra los valores del factor de seguridad en su estado natural y en diferentes escenarios de precipitación, indicándonos una disminución progresiva, siendo el menor factor de seguridad cuando el escenario de la precipitación es mayor.

Figura 22

Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Bishop

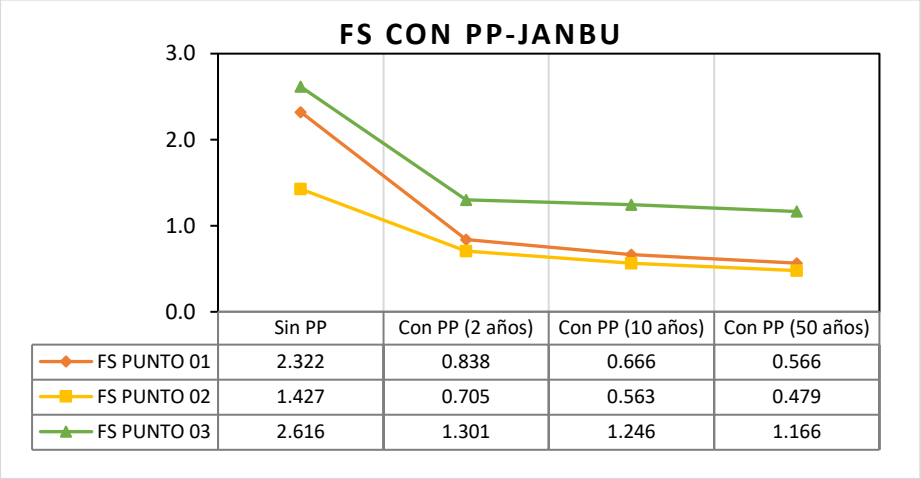


	2 años	10 años	50 años
BISHOP PUNTO 1	57.61%	65.38%	69.50%
BISHOP PUNTO 2	58.13%	64.45%	68.51%
BISHOP PUNTO 3	70.21%	71.03%	72.29%

Nota. La figura muestra los porcentajes de reducción del factor de seguridad correspondientes a cada escenario de precipitación, se observa que en el punto 1 llega a reducirse hasta un 72.29 % en un escenario de precipitaciones de 50 años.

Figura 23

Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Bishop

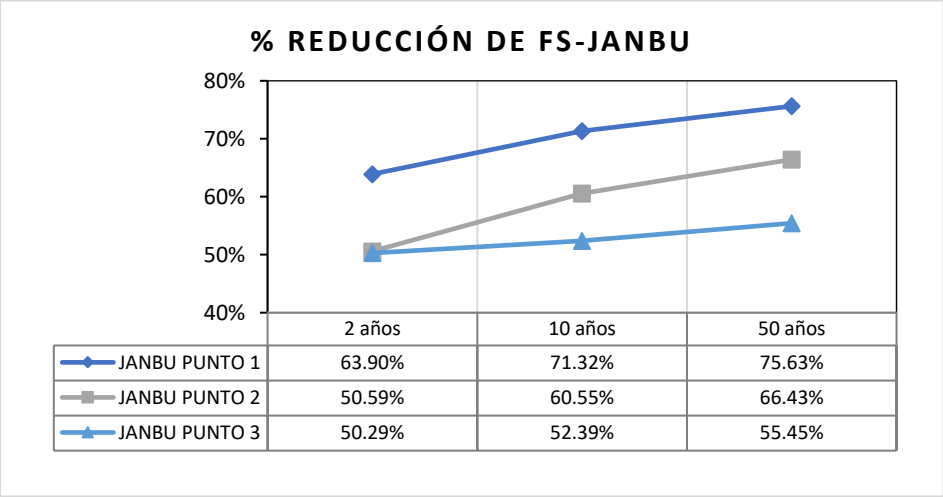


	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
FS PUNTO 01	2.322	0.838	0.666	0.566
FS PUNTO 02	1.427	0.705	0.563	0.479
FS PUNTO 03	2.616	1.301	1.246	1.166

Nota. En la figura se observa los valores de FS mediante análisis por la metodología de Janbu, en escenarios diferentes de precipitación, mostrando una disminución progresiva siendo menor el FS a un escenario de 50 años en los tres puntos respectivamente.

Figura 24

Porcentaje de reducción del FS con escenario de precipitación en el talud 1 – Metodología Janbu.



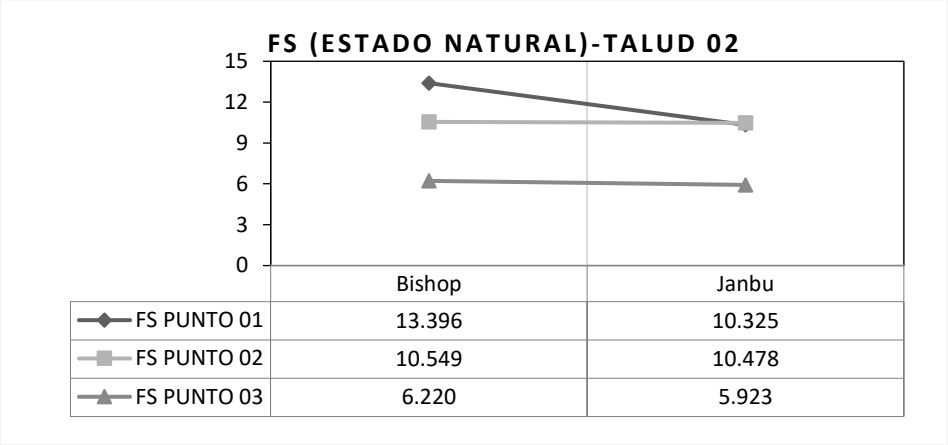
	2 años	10 años	50 años
JANBU PUNTO 1	63.90%	71.32%	75.63%
JANBU PUNTO 2	50.59%	60.55%	66.43%
JANBU PUNTO 3	50.29%	52.39%	55.45%

Nota. La figura muestra los porcentajes de reducción del factor de seguridad correspondientes a cada escenario de precipitación, se observa que en el punto 1 llega a reducirse hasta un 75.63 % siendo el mayor en reducirse a un escenario de precipitación de 50 años.

Para el talud 2 con influencia de precipitaciones con escenarios de 2, 10 y 50 años se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 25

Valores de FS sin precipitación – TALUD 02

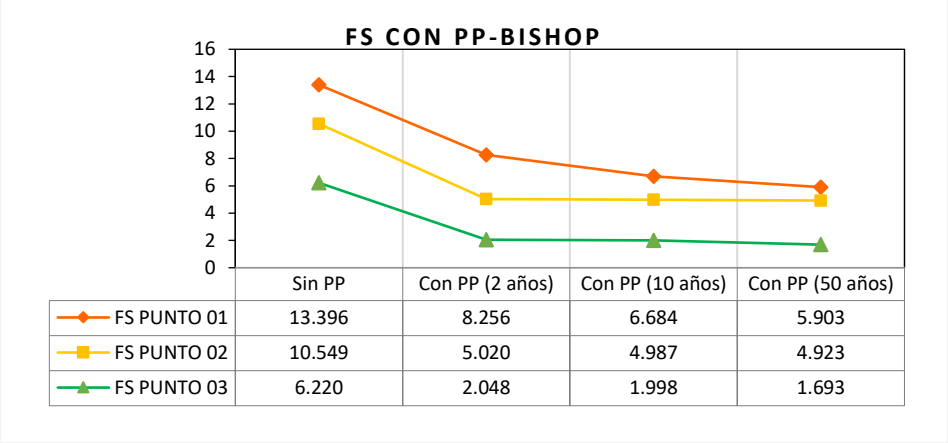


	Bishop	Janbu
FS PUNTO 01	13.396	10.325
FS PUNTO 02	10.549	10.478
FS PUNTO 03	6.220	5.923

Nota. En la figura se observa los valores de FS en su estado natural del talud 02 por cada metodología (Bishop, Janbu) en las tres secciones geométricas del talud 01.

Figura 26

Valores de FS con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Bishop

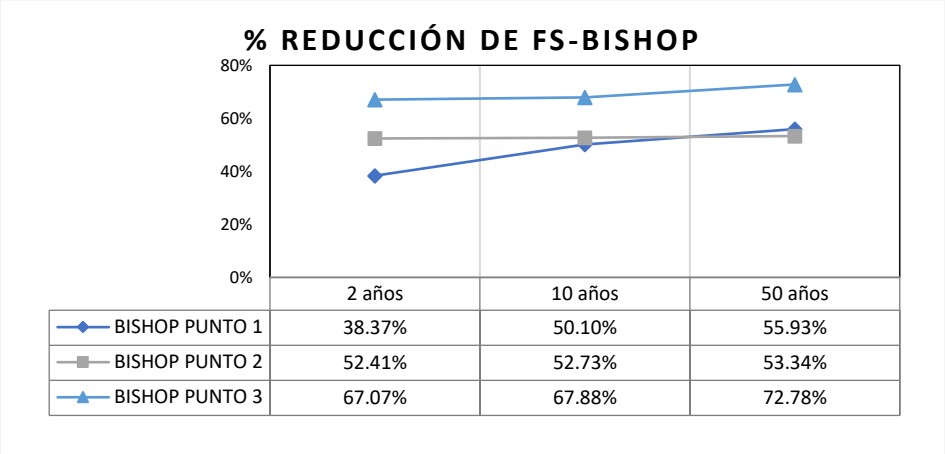


	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
FS PUNTO 01	13.396	8.256	6.684	5.903
FS PUNTO 02	10.549	5.020	4.987	4.923
FS PUNTO 03	6.220	2.048	1.998	1.693

Nota. En la figura se observa los valores de FS mediante análisis por la metodología de Janbu, en escenarios diferentes de precipitación, mostrando una disminución progresiva siendo menor el FS a un escenario de 50 años en los tres puntos respectivamente.

Figura 27

Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu

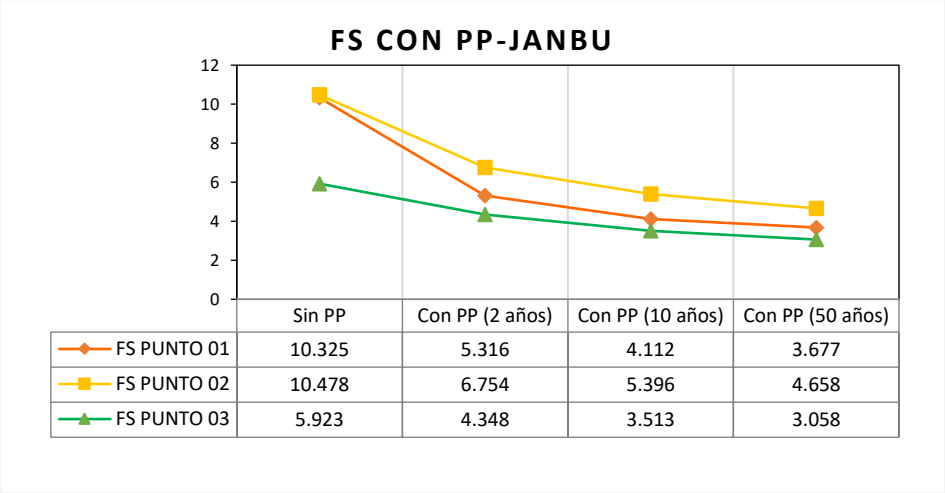


	2 años	10 años	50 años
BISHOP PUNTO 1	38.37%	50.10%	55.93%
BISHOP PUNTO 2	52.41%	52.73%	53.34%
BISHOP PUNTO 3	67.07%	67.88%	72.78%

Nota. La figura muestra los porcentajes de reducción del factor de seguridad correspondientes a cada escenario de precipitación, se observa que en el punto 1 llega a reducirse hasta un 55.93 % en un escenario de precipitaciones de 50 años y el punto 03 en un 72.78% siendo el mayor en reducirse a un escenario de precipitación de 50 años.

Figura 28

Valores de factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu

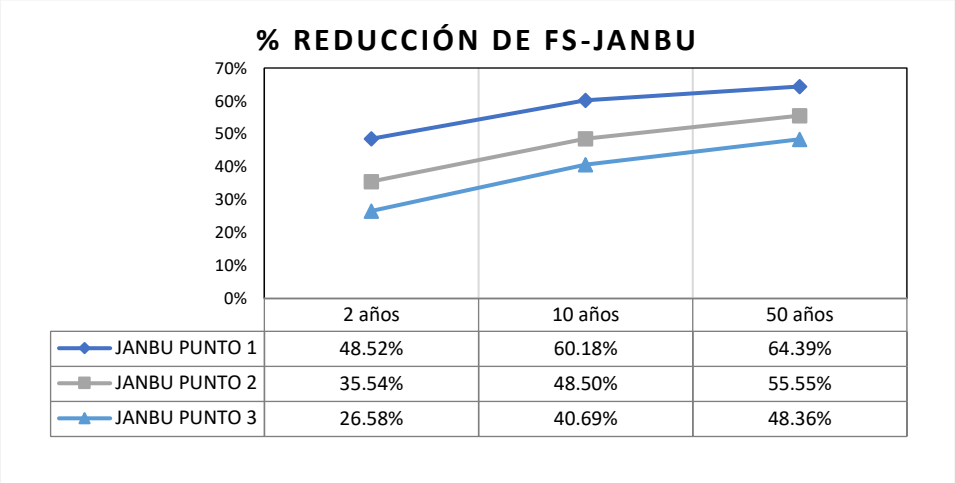


	Sin PP	Con PP (2 años)	Con PP (10 años)	Con PP (50 años)
FS PUNTO 01	10.325	5.316	4.112	3.677
FS PUNTO 02	10.478	6.754	5.396	4.658
FS PUNTO 03	5.923	4.348	3.513	3.058

Nota. En la figura se observa los valores de factor de seguridad mediante análisis por la metodología de Janbu, en escenarios diferentes de precipitación, mostrando una disminución progresiva siendo menor el FS a un escenario de 50 años en los tres puntos respectivamente.

Figura 29

Porcentaje de reducción del factor de seguridad con escenario de precipitación en el talud 2 – Metodología Janbu



	2 años	10 años	50 años
JANBU PUNTO 1	48.52%	60.18%	64.39%
JANBU PUNTO 2	35.54%	48.50%	55.55%
JANBU PUNTO 3	26.58%	40.69%	48.36%

Nota. La figura muestra los porcentajes de reducción del factor de seguridad correspondientes a cada escenario de precipitación, se observa que en el punto 1 llega a reducirse hasta un 64.39 % en un escenario de precipitaciones de 50 años y el punto 02 en un 55.55%.

4.1.7 Probabilidad de falla de los taludes

La falla en el talud 1 se encuentra en una condición general de alta probabilidad de falla (Pf), especialmente bajo escenarios de precipitación intensa correspondientes a periodos de retorno Tr = 50 años. La sección 01 presentó valores promedio de factor de seguridad (μFS), sin influencia de la precipitación (PP), de 2.77 mediante el método de Bishop y 2.32 mediante el método de Janbu; sin embargo, con la presencia de precipitación, estos valores disminuyen significativamente hasta 0.78 (Bishop) y 0.49 (Janbu), generando una probabilidad de falla de deslizamiento entre 0% a 95%. En la sección 2, presenta valores promedio de (μFS) sin precipitación de 2.02 (Bishop) y 1.43 (Janbu); no obstante, bajo la influencia de la precipitación, estos valores se reducen hasta 0.560 (Bishop) y 0.430 (Janbu), registrando una

probabilidad de falla de deslizamiento entre 0% a 98%; la sección 3 del talud, los valores promedio sin influencia de la precipitación fueron de 2.780 (Bishop) y 2.620 (Janbu); mientras que, al influenciar la precipitación, estos disminuyen hasta 0.700 (Bishop) y 1.11 (Janbu), presentando una probabilidad de falla entre 0% a 91%. En el talud 2, la sección 01 presentó valores promedio de factor de seguridad (μFS) sin influencia de la precipitación de 13.48 (Bishop) y 10.33 (Janbu); con la presencia de precipitación, estos valores disminuyen a 6.86 (Bishop) y 3.410 (Janbu), generando una probabilidad de falla entre 0% a 13%. En la sección 2, correspondiente a la parte central del talud, se registran valores promedio (μFS) sin precipitación de 10.55 (Bishop) y 10.48 (Janbu); y con la influencia de la precipitación disminuyen hasta 4.690 (Bishop) y 4.420 (Janbu), presentando una probabilidad de falla entre 0% y 15%. La sección 3 del talud, los valores promedio sin influencia de la precipitación fueron de 6.48 (Bishop) y 5.920 (Janbu); mientras que, con la influencia de la precipitación, estos se reducen hasta 1.50 (Bishop) y 2.940 (Janbu), presentando una probabilidad de falla entre 0% y 33%. Los valores determinados en ambos taludes de estudio permitieron clasificar al talud 1 como el sector con mayor susceptibilidad a deslizamientos, presentando una condición de alto riesgo, especialmente bajo escenarios de precipitación intensa, en comparación con el talud 2, el cual muestra una condición de estabilidad relativamente más favorable.

Tabla 22

Influencia de la precipitación en la estabilidad de talud 1 de la carretera Chota - Samangay

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL TALUD 1 NEGROPAMPA - LA TORRE				
Eventos	**PP = 0 mm**	PP = 49.5mm	PP = 66.7mm	PP= 81.9mm
Probabilidad de evento	**-**	100%	93%	40%
SECCIÓN 1				
Precipitación que infiltra (mm)	**-**	27.639	37.276	45.724
Humedad de campo	**-**	24.17%	24.17%	24.17%
Humedad de final	**-**	49%	58%	66%
Tipo de Suelo	**ML**	ML	ML	ML
Presión de poro (kPa)	**49.750**	169.725	239.207	309.933
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**92.855**	26.040	21.850	7.538
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**103.265**	28.750	23.960	9.190
Fs (Bishop)	**2.786**	1.173	0.958	0.844
Fs (Janbu)	**2.322**	**0.838**	**0.666**	**0.566**
Probabilidad de falla	Estable	**Alta probabilidad de falla**		
SECCIÓN 2				
Precipitación que infiltra (mm)	-	26.951	36.348	44.586
Humedad de campo	-	26.88%	26.88%	26.88%
Humedad de final	-	50%	58%	65%
Tipo de Suelo	**CH**	CH	CH	CH
Presión de poro (kPa)	**79.950**	258.961	358.093	441.292
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**79.194**	23.750	12.490	6.340
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**100.580**	27.065	17.180	8.970
Fs (Bishop)	**2.02**	0.846	0.718	0.636
Fs (Janbu)	**1.427**	**0.705**	**0.563**	**0.479**
Probabilidad de falla	Estable	**Alta probabilidad de falla**		
SECCIÓN 3				
Precipitación que infiltra (mm)	**-**	24.101	32.504	39.87
Humedad de campo	-	38.17%	38.17%	38.17%
Humedad de final	**-**	59%	66%	72%
Tipo de Suelo	**CL**	CL	CL	CL
Presión de poro (kPa)	**35.100**	786.767	1095.923	1346.507
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**209.240**	169.727	239.207	309.933
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**199.692**	55.660	18.950	7.015
Fs (Bishop)	**2.781**	**0.829**	**0.806**	**0.771**
Fs (Janbu)	**2.616**	1.301	1.246	1.166
Probabilidad de falla	Estable		**Inestable**	

Tabla 23

Influencia de la precipitación en la estabilidad de talud 2 de la carretera Chota - Samangay

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL TALUD 2 QUINUAMAYO				
EVENTOS	**PP = 0 mm**	PP = 49.5mm	PP = 66.7mm	PP= 81.9mm
Probabilidad de evento	-	100%	93%	40%
SECCIÓN 1				
Precipitación que infiltra	-	31.72	42.779	52.475
Humedad de campo	-	33.96%	33.96%	33.96%
Humedad de final	-	59%	68%	76%
Tipo de Suelo	**CL**	CL	CL	CL
Presión de poro (kPa)	**209.540**	635.059	873.054	1053.329
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**127.261**	61.390	30.713	3.044
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**109.989**	72.888	12.693	1.186
Fs (Bishop)	**13.396**	8.256	6.684	5.903
Fs (Janbu)	**10.325**	**5.316**	**4.112**	**3.677**
Probabilidad de falla			**Estable**	
SECCIÓN 2				
Precipitación que infiltra	-	25.899	34.929	42.845
Humedad de campo	-	28.96%	28.96%	28.96%
Humedad de final	-	56%	66%	75%
Tipo de Suelo	**ML**	ML	ML	ML
Presión de poro (kPa)	**210.490**	628.513	850.227	1044.507
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**118.088**	78.998	24.415	2.546
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**112.395**	74.463	17.105	1.577
Fs (Bishop)	**10.549**	**5.02**	**4.987**	**4.923**
Fs (Janbu)	**10.478**	6.754	5.396	4.658
Probabilidad de falla			**Estable**	
SECCIÓN 3				
Precipitación que infiltra	-	26.655	35.948	44.094
Humedad de campo	-	38.17%	38.17%	38.17%
Humedad de final	-	54%	62%	69%
Tipo de Suelo	**CH**	CH	CH	CH
Presión de poro (kPa)	**281.700**	408.420	552.419	778.582
Resistencia al corte (Bishop) - (kPa)	**109.589**	108.017	17.605	1.703
Resistencia al corte (Janbu) - (kPa)	**95.359**	46.550	14.232	1.298
Fs (Bishop)	**6.479**	**2.048**	**1.998**	**1.693**
Fs (Janbu)	**5.923**	4.348	3.513	3.058
Probabilidad de falla			**Estable**	

4.2 Contrastación de Hipótesis.

En la contratación de la hipótesis se ha realizado mediante el software Minitab, utilizando un análisis de regresión lineal con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. este análisis estadístico adoptado en el valor de significancia (pvalor), estableciendo que si pvalor < 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

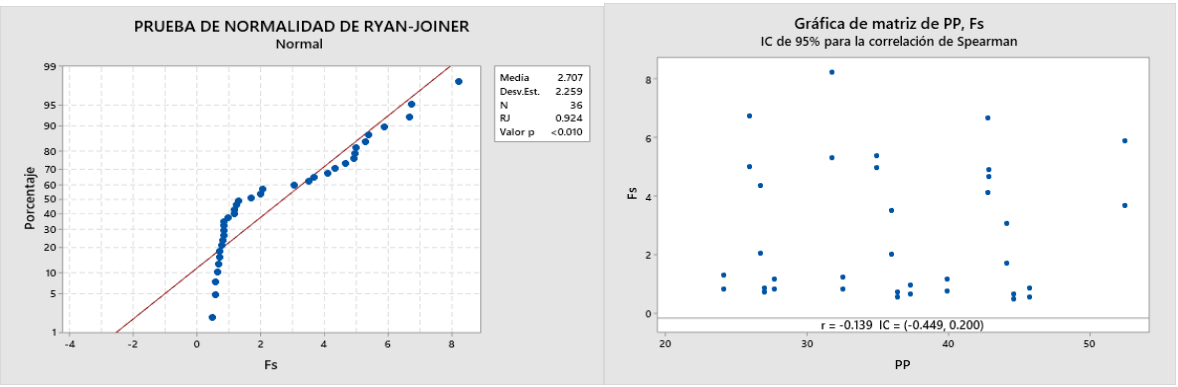
- ✓ Hipótesis alternativa (Hi): El incremento progresivo de humedad en el perfil del suelo, generado por las precipitaciones sucesivas, influye significativamente en la estabilidad de los taludes, al reducir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo frente a los esfuerzos actuantes sobre la masa de suelo y disminuir el factor de seguridad a 1.25.
- ✓ Hipótesis nula (H_0): El incremento progresivo de humedad en el perfil del suelo, generado por las precipitaciones sucesivas, no influye significativamente en la estabilidad de los taludes, por lo que no produce una reducción significativa de la resistencia al esfuerzo cortante ni una disminución del factor de seguridad a 1.25.

La prueba de normalidad de Ryan-Joiner presentó un pvalor = 0.01, valor menor a 0.05. indicando que los datos del factor de seguridad no siguen una distribución normal, debido a la no normalidad de datos, en la correlación de datos mediante Spearman mostro un coeficiente de correlación r = -0.139, lo que representa una relación inversa débil entre la precipitación y el factor de seguridad, evidenciando que el incremento de la precipitación tiende a reducir la estabilidad del talud; sin embargo, la magnitud de esta relación es baja y no permite establecer una influencia estadísticamente significativa en los taludes. Con respecto al análisis de regresión lineal presentó un p-valor = 0.761 valor mayor al nivel de significancia de 0.05 y un coeficiente de determinación $R^2 = 0.27$ % indicando que la precipitación explica únicamente el 0.27 % de la variabilidad del factor de seguridad, estos nos indica que el modelo de regresión no es estadísticamente significativo y que la precipitación, por sí sola, no explica el comportamiento de la estabilidad del talud. Los resultados obtenidos mediante el

modelamiento geotécnico muestran que, a medida que se incrementan los escenarios de precipitación, también aumentan el contenido de humedad y la presión de poros, mientras que la resistencia al esfuerzo cortante y el factor de seguridad tienden a disminuir, siendo este comportamiento particularmente evidente en el Talud 1; no obstante, la prueba estadística aplicada no permite demostrar una influencia estadísticamente significativa de la precipitación sobre la variabilidad del factor de seguridad.

Figura 30

Gráficos de análisis de normalidad y de correlación



Nota. La figura nos muestra la prueba de normalidad de pvalor = 0.010 y el análisis de correlación de Spearman que muestra un coeficiente de correlación r=-0.139.

Tabla 24

Análisis de regresión de la significancia de la precipitación en el Fs

S	*R-cuad.*	*R-cuad. (ajustado)*	*R-cuad. (pred)*
8.13499	**0.27%**	0.00%	0.00%

Tabla 25

Análisis de varianza de la precipitación sobre el factor de seguridad del talud

Fuente	*GL*	*SC Ajust.*	*MC Ajust.*	*Valor F*	*Valor p*
Regresión	1	6.20	6.199	0.09	**0.761**
Fs	1	6.20	6.199	0.09	0.761
Error	34	2250.06	66.178		
Total	35	2256.26			

Figura 31

Grafico de los residuos para la precipitación

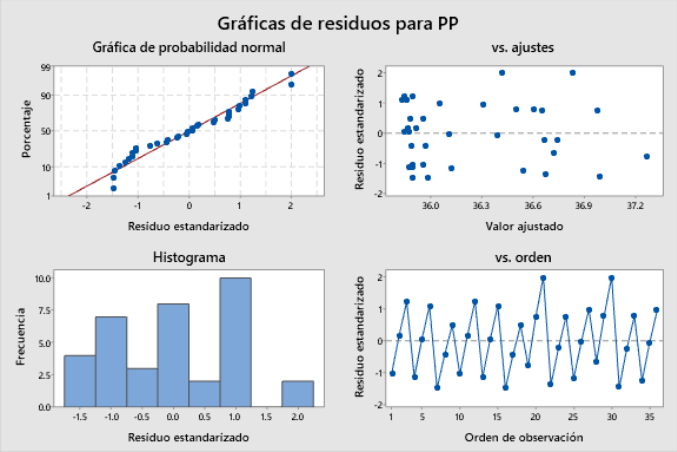


Tabla 26

Datos para análisis en Minitab

TALUD	SECIONES	Método	TR	PP	W	Fs
1	S1	Bishop	2	27.639	49%	1.173
1	S1	Bishop	10	37.276	58%	0.958
1	S1	Bishop	50	45.724	66%	0.844
1	S2	Bishop	2	26.951	50%	0.846
1	S2	Bishop	10	36.348	58%	0.718
1	S2	Bishop	50	44.586	65%	0.636
1	S3	Bishop	2	24.101	59%	0.829
1	S3	Bishop	10	32.504	66%	0.806
1	S3	Bishop	50	39.87	72%	0.771
1	S1	Janbu	2	27.639	49%	0.838
1	S1	Janbu	10	37.276	58%	0.666
1	S1	Janbu	50	45.724	66%	0.566
1	S2	Janbu	2	26.951	50%	0.705
1	S2	Janbu	10	36.348	58%	0.563
1	S2	Janbu	50	44.586	65%	0.479
1	S3	Janbu	2	24.101	59%	1.301
1	S3	Janbu	10	32.504	66%	1.246
1	S3	Janbu	50	39.87	72%	1.166
2	S1	Bishop	2	31.72	59%	8.256
2	S1	Bishop	10	42.779	68%	6.684
2	S1	Bishop	50	52.475	76%	5.903
2	S2	Bishop	2	25.899	56%	5.02
2	S2	Bishop	10	34.929	66%	4.987
2	S2	Bishop	50	42.845	75%	4.923
2	S3	Bishop	2	26.655	54%	2.048
2	S3	Bishop	10	35.948	62%	1.998
2	S3	Bishop	50	44.094	69%	1.693
2	S1	Janbu	2	31.72	49%	5.316
2	S1	Janbu	10	42.779	58%	4.112
2	S1	Janbu	50	52.475	66%	3.677
2	S2	Janbu	2	25.899	50%	6.754
2	S2	Janbu	10	34.929	58%	5.396
2	S2	Janbu	50	42.845	65%	4.658
2	S3	Janbu	2	26.655	59%	4.348
2	S3	Janbu	10	35.948	66%	3.513
2	S3	Janbu	50	44.094	72%	3.058

4.3 Discusión de resultados

Al evaluar la influencia de la precipitación en la estabilidad de los taludes de la carretera Chota-Samangay 2025. En este estudio se evidencio que la infiltración de la precipitación incrementa el contenido de humedad generando un aumento de presión de poros y reducción de la resistencia al corte del suelo generando valores de factor de seguridad inferiores a 1.25, condición que representa un estado de inestabilidad. Los resultados muestran que, bajo escenarios máximos de precipitación asociados a tiempos de retorno de 2, 10 y 50 años, se registró una disminución del factor de seguridad que alcanzó reducciones de hasta 75.63 % en el talud 01 y 72.78 % en el talud 02, comportamiento atribuido al incremento de la presión de poros y la consecuente pérdida de resistencia al corte del suelo y una alta probabilidad de falla en el talud 1.

Lalbay (2024), en su estudio muestra resultados consistentes determinando un comportamiento similar ante la presencia de precipitaciones, indicando que eventos de deslizamiento en suelos antropogénicos estuvieron directamente relacionados con precipitaciones ocurridas en días previos, lo que resalta la influencia del historial de lluvias en la generación de inestabilidad.

La variación del contenido de humedad en los taludes en función de los datos de precipitación obtenidos en la estación meteorológica de Chota. Los resultados evidencian que las precipitaciones generan un impacto de aumento en el contenido de humedad de manera progresiva alcanzando niveles de humedad de hasta un 66% en el talud 1 y 69 % en el talud 2 en escenario de precipitaciones de 50 años, para escenarios de 10 años 52 % y 61% respectivamente, indicándonos que a mayor precipitación el contenido de humedad es mayor. Desde la parte técnica los resultados se explican por el proceso de infiltración, mediante el cual el agua de lluvia ingresa al suelo a través de sus poros, incrementando el grado de saturación.

A medida que la precipitación es más intensa o prolongada, la capacidad de drenaje del suelo se ve superada, favoreciendo la acumulación de agua y elevando el contenido de humedad.

En concordancia, Ignacio (2024) reporta condiciones críticas de estabilidad asociadas a precipitaciones de 53.06 mm/h, las cuales generaron un aumento del grado de saturación de 40 %, mostrando que este parámetro se incrementa en función de la intensidad de la precipitación. Por otra parte, con Hao Wang et al., (2024), quienes obtuvieron resultados similares, quienes señalan que la infiltración de precipitación y el incremento del contenido de agua generan deformaciones progresivas hasta la falla del talud

El efecto del aumento de humedad en la resistencia al corte del suelo, considerando la cohesión y el ángulo de fricción interna en muestras representativas de los taludes. Las precipitaciones incrementan el contenido de humedad del suelo, lo que conlleva a un aumento de la presión de los poros. Los resultados obtenidos evidencian que, a medida que se incrementa dicha presión, la resistencia al corte del suelo disminuye, tal como se observa en las Figuras 19 y 20 para el Talud 01, y en las Figuras 21 y 22 para el Talud 02.

Estos resultados concuerdan con Yuan et al., (2021), quienes señalan que, ante lluvias prolongadas, la infiltración del agua reduce la resistencia del suelo y favorece la propagación de grietas, las cuales pueden evolucionar hasta formar superficies de falla. Este comportamiento evidencia que el incremento del contenido de humedad eleva la presión de poros, generando una reducción significativa de la resistencia al corte, mostrando comportamientos similares con los resultados obtenidos en la investigación.

El impacto de la infiltración generada por precipitaciones en la presión de poro del suelo. Los resultados obtenidos para ambos taludes evidencian un incremento progresivo y significativo de la presión de poros en función de la intensidad de la precipitación, siendo más pronunciado en escenarios de 10 y 50 años. En el Talud 01, las presiones alcanzan valores

máximos de hasta 1346.507 kPa en la Sección 03, mientras que en el Talud 02 se registran valores de hasta 1053.329 kPa en la Sección 01, lo que confirma una alta sensibilidad de ambos frente a la precipitación. Este comportamiento se explica por la infiltración de agua al suelo bajo condiciones de flujo transitorio, el cual incrementa el contenido de humedad y eleva el grado de saturación. A medida que el suelo se aproxima a condiciones saturadas, la presión de poros se incrementa considerablemente, disminuyendo la resistencia al corte. Asimismo, las variaciones observadas entre secciones responden a diferencias en la estratigrafía y geometría de los taludes.

Flores et al., (2024) reportan un comportamiento similar, donde para lluvias de menor intensidad y mayor duración (24 h), el índice de poros y la permeabilidad controlan la ocurrencia de la falla en periodos de retorno bajos (5 y 10 años). En cambio, para periodos mayores (25 y 50 años), estos parámetros presentan una relación inversa con el tiempo de falla. Para eventos de alta intensidad y corta duración (12 h), el comportamiento se mantiene, aunque con menor influencia, en concordancia con los resultados obtenidos. La teoría de Suárez Díaz (2009, p. 79) y Zuluaga (2016), establece que, durante eventos de lluvia de alta intensidad, las presiones de poros pueden incrementarse significativamente en suelos de baja permeabilidad. Este incremento de la presión de poros (u) reduce los esfuerzos normales efectivos entre partículas, disminuyendo la resistencia al corte por fricción. En concordancia con los autores, el aumento de la presión de poros conlleva a una reducción del factor de seguridad.

La saturación del suelo influye en el factor de seguridad de los taludes, considerando distintos escenarios de precipitación mediante el software SLOPE/W. Los resultados obtenidos muestran que la estabilidad de ambos taludes se ve significativamente afectada por la infiltración inducida por precipitaciones, mostrando una reducción progresiva del factor de seguridad (FS) conforme aumenta el periodo de retorno (2, 10 y 50 años). En condiciones sin precipitación, los taludes presentan factores de seguridad estables; sin embargo, al incorporar

escenarios de lluvia, se registran reducciones críticas, alcanzando valores de hasta 75.63 % en el Talud 01 y 72.78 % en el Talud 02, siendo el talud 01 el que se encuentra en un estado más crítico. Este comportamiento se explica por el incremento de la presión de poros generado por la infiltración bajo condiciones de flujo transitorio modelado en SEEP/W, lo que eleva el contenido de humedad y el grado de saturación, reduciendo la resistencia al corte del suelo, lo cual genera disminución del factor de seguridad en los métodos aplicados (Bishop y Janbu). Asimismo, las variaciones entre las secciones analizadas se deben a diferencias en la geometría y propiedades del suelo.

En concordancia, Huascupe (2021), reporta resultados similares con el talud 1, concluyendo que los taludes alcanzan condiciones críticas de estabilidad cuando el suelo se aproxima o alcanza la saturación, esto debido al incremento de la presión de poros y la consecuente reducción de la resistencia al corte. De manera complementaria, Chávez (2024), identifica a las precipitaciones como uno de los principales factores desencadenantes de la inestabilidad en taludes, al inducir una disminución significativa del factor de seguridad.

Por otra parte, Pauccara (2024), describe que la estabilidad del talud depende de las propiedades físicas – mecánicas e hidráulicas del suelo y geometría del talud, siendo los suelos arenosos más susceptibles ante la presencia de precipitación, indicándonos comportamientos similares a los resultados en el talud 2, en el cual el factor de seguridad se reduce sin llegar a una estabilidad crítica al incrementar la precipitación, humedad y saturación del suelo, eso se debe a la mejor geometría, propiedades mecánicas y presencia de vegetación en el suelo, los cuales son factores que influyen en la estabilidad del talud tales como indica Bozhou et al., (2023), describiendo qué zonas donde se ve presencia de árboles existe una estabilidad mayor en comparación con taludes sin vegetación, siendo la cobertura arbórea un factor que mejora la resistencia del suelo y consigo presenta factores de seguridad estables con riesgo de deslizamientos bajo en presencia de la precipitación.

En la estimación de la probabilidad de falla de los taludes empleando el método probabilístico de Rosenblueth, considerando variaciones en la precipitación y propiedades del suelo. Los resultados del Talud 01 evidencian un comportamiento altamente crítico frente a la infiltración inducida por precipitaciones, reflejado en una transición de condiciones muy estables (FS > 3) a estados de inestabilidad (FS < 1.25) en todos los puntos evaluados. En el punto 01, el factor de seguridad disminuye de valores entre 2.768 a 2.322 a rangos de 1.173 – 0.566, generando probabilidades de falla elevadas (0% – 95%). En el punto 02 el FS se reduce hasta 0.479, alcanzando probabilidades de falla de hasta 98%, lo que evidencia una mayor probabilidad de falla. En el punto 03, se muestra un estado de alta probabilidad de falla entre (0% - 81%) bajo escenarios extremos (Tr = 50 años). Este comportamiento se explica por el incremento de la presión de poros debido a la infiltración, que eleva el grado de saturación y, en consecuencia, disminuye la resistencia al corte y factor de seguridad. En el Talud 02 presenta un comportamiento más estable, con probabilidades de falla bajas en la mayoría de los puntos analizados. En el punto 01, se registran probabilidades de falla entre 0% - 13% evidenciando una estabilidad. En el punto 02 la probabilidad de falla esta entre un 4% a 15%, y en el punto 03, los valores de la probabilidad de falla (Pf) son entre 3% -33%. Este comportamiento se atribuye a mejores propiedades del suelo, vegetación y geometrías más favorables.

Los resultados obtenidos muestran probabilidades de falla significativamente más elevadas en el Talud 1 (hasta 96%) similar a Tao Deng et al., (2026), quienes obtuvieron resultados donde a una precipitación menor a 50 mm presentan Factores de seguridad estables y al incrementar las precipitaciones mayores a 100 mm generan reducciones significativas del factor de seguridad generando probabilidades de falla cercanas a 100%, debiéndose a que la humedad es mayor a medida que la PP se incrementa. Asimismo, en contraste, los resultados del Talud 02, con probabilidades de falla bajas (hasta 33%), presentan un comportamiento más cercano a condiciones estables, aunque aún influenciadas por la precipitación.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La precipitación no presentó una influencia estadísticamente significativa sobre el factor de seguridad de los taludes de la carretera Chota–Samangay. Sin embargo, el análisis geotécnico mediante escenarios de precipitación de 49.5 mm, 66.7 mm y 81.9 mm en periodos de retorno de 2, 10, 50 años lo cual se evidenció que el incremento de la lluvia produce cambios progresivos en el contenido de humedad, la infiltración, la presión de poros y las condiciones de estabilidad, principalmente en el Talud 1. En este talud se obtuvieron factores de seguridad inferiores a 1.25, alcanzando valores mínimos de 0.507 y 0.683 en determinadas condiciones, mientras que el Talud 2 presentó valores superiores a 1.693.

1. El contenido de humedad del suelo aumenta progresivamente conforme se incrementa la precipitación infiltrada, existiendo una relación directa entre la intensidad del evento de lluvia y el nivel de saturación del suelo. En el Talud 1, la humedad final alcanzó valores de 66% en suelo tipo ML, 65% en suelo tipo CH y 72% en suelo tipo CL; mientras que en el Talud 2 se registraron valores máximos de 76% en suelo tipo CL, 75% en suelo tipo ML y 69% en suelo tipo CH, se evidencia que eventos de mayor periodo de retorno generan los mayores niveles de saturación del suelo.

2. El incremento del contenido de humedad reduce significativamente la resistencia al corte del suelo, existiendo una relación inversa entre la humedad y la resistencia mecánica del suelo. En el Talud 1, la resistencia al corte pasó de 44.138 kPa a 1.096 kPa en el suelo ML, de 46.794 kPa a 0.530 kPa en el CH y de 47.602 kPa a 1.143 kPa en el CL. La mayor pérdida de resistencia se presentó en el suelo CH. Si bien las muestras se caracterizaron por presentar un elevado porcentaje de arena y cantidades

variables de gravas, la reducción de la resistencia estuvo principalmente relacionada con los cambios en las condiciones de humedad y en los parámetros de resistencia del suelo, particularmente la cohesión y el ángulo de fricción interna.

3. La infiltración generada por las precipitaciones incrementa significativamente la presión de poros del suelo por agua, existiendo una relación directa entre la infiltración y el aumento de la presión interna del suelo reduciendo la estabilidad del talud. En el Talud 1 se obtuvieron tasas de infiltración de 2.85 mm/h para el suelo ML, 2.68 mm/h para el CH y 2.08 mm/h para el CL, alcanzándose presiones máximas de poros de 309.933 kPa, 441.292 kPa y 1346.507 kPa, respectivamente. En el Talud 2, las tasas de infiltración fueron de 4.12 mm/h en el suelo CL, 2.44 mm/h en el ML y 2.61 mm/h en el CH, mientras que las presiones máximas de poros alcanzaron 1053.329 kPa, 1044.507 kPa y 778.582 kPa, evidenciando que la respuesta del suelo frente a la precipitación está relacionada con sus características hidráulicas y con las condiciones particulares del perfil y del talud.

4. La saturación del suelo reduce significativamente el factor de seguridad, mostrando una relación inversa entre el nivel de saturación y la estabilidad del talud. En el Talud 1, los factores de seguridad descendieron por debajo de 1.25 alcanzando un valor mínimo de 0.479 en el suelo CH, lo que corresponde a una condición de alta inestabilidad. El Talud 2 mantuvo factores de seguridad superiores a 1.25, con un valor mínimo de 1.693. Este comportamiento evidencia que el incremento de la humedad y de la presión de poros modifica las condiciones resistentes del suelo y puede generar una reducción del factor de seguridad.

5. El análisis probabilístico mediante el método de Rosenblueth permitió identificar una mayor probabilidad de falla en el Talud 1, con valores comprendidos entre 91 % y 98

%, mientras que en el Talud 2 las probabilidades fueron menores, variando entre 0 % y 33 %. Estos resultados muestran que la probabilidad de falla no depende exclusivamente de la precipitación, sino de la combinación de la precipitación con la variabilidad de las propiedades geotécnicas e hidráulicas del suelo. En consecuencia, el Talud 1 presenta una condición de mayor vulnerabilidad ante escenarios de incremento de humedad y reducción de resistencia, mientras que el Talud 2 presenta un comportamiento relativamente más estable.

Teniendo en cuenta las conclusiones de esta investigación y considerando una evaluación adecuada de las propiedades mecánicas del suelo que incluya análisis de infiltración acoplados, presión poro, saturación y estabilidad del talud, así como el diseño eficiente de sistemas de drenaje según criterios técnicos y reglamentarios; se garantiza un comportamiento más seguro y estable en los taludes de la carretera Chota-Samangay. Esto reduce considerablemente el riesgo de fallos, mejora la forma en que se diseñan las intervenciones y ayuda a proponer mejores soluciones geotécnicas más sostenibles y duraderas. También reduce los costes de mantenimiento y reduce los efectos de los deslizamientos tanto a corto como a medio plazo.

5.2 Recomendaciones

Teniendo en cuenta los objetivos, así como las conclusiones de la investigación recomendamos lo siguiente:

1. Implementar sistemas de drenaje superficial como cunetas, zanjas de coronación, entre otros con el fin de controlar la infiltración del agua de la precipitación y reducir el incremento de humedad y la generación de aumento de presión de poros, principal factor identificado en la disminución de la resistencia al corte del suelo.
2. No subestimar los parámetros de resistencia al corte en condiciones saturadas en análisis de estabilidad de taludes, especialmente en suelos de alta plasticidad, para propuestas, estudios y diseños más eficientes.
3. Realizar estudios geotécnicos e hidráulicos complementarios orientados a la evaluación y comparación de alternativas de estabilización de taludes, con el fin de seleccionar la técnica más eficiente considerando las condiciones del terreno y los resultados obtenidos en la investigación,
4. Una estrategia de estabilización de taludes económicamente viable y ambientalmente sostenible, permite incrementar el factor de seguridad hasta en 34.75% en su condición más eficiente, con un aumento promedio del 18%. Esta solución es adaptable a pendientes pronunciadas y a diferentes tipos de suelo. Ver Anexo H.
5. La entidad competente debe realizar intervenciones en el talud 01 el cual se encuentra en un estado más crítico de inestabilidad con una probabilidad de falla elevada mostrando un factor de seguridad menor a 1.25 según lo recomendado por norma Técnica Peruana C.020.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

Alpaca, A. D., & Cahuana, R. (2022). ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DEL TRAMO 23+710, CARRETERA YAURISQUE - RANRACASA - PARURO Y PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN, CUSCO, 2022". Repositorio UAC. https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/9394108

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica.* Episteme.

Ayay Chilon, A., & Condor Vilcas, M. L. (2020). *Análisis geotécnico en la estabilidad de taludes de la carretera tramo Otuzco - Combayo distrito Encañada provincia de Cajamarca, 2020.* UPN-Institucional. https://hdl.handle.net/11537/28719

Baecher, G. B., & Christian, J. T. (2003). *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering.* British Library. https://www.researchgate.net/publication/247385445

Bordoli, S., Shaikh, J., Horák, J., Garg, A., Sreedeep, S., & Sarmah, A. (2021). Avances en la contaminación química, la gestión ambiental y la protección ambiental. *7*, 93-106. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.apmp.2021.08.004

Bozhou, C., Wei, S., Yuanmeng, L., & Ruyue, D. (2023). Análisis de la estabilidad de taludes con diferentes tipos de vegetación bajo la influencia de las precipitaciones. *Forests, 14*(9). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f14091865

Braja, D. (2013). *Fundamentos de Ingenieria Geotécnica* (Cuarta ed.). CENGAGE Learning.

Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations* . New York John Wiley and Sons.

Caicedo, J. E., Chisag, E. R., & Haro, A. F. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, V*(2), 956. https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927

Castro, L. F., & Ramón, J. A. (2015). *Estudio de los efectos de las precipitaciones en la estabilidad de los taludes mediante métodos computacionales.* Universidad Industrial de Santander. https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/33382

Cavala, B., & Núñez, S. (1999). *ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE LA REGIÓN SUROCCIDENTAL DEL PERÚ.* INGEMMAT. https://hdl.handle.net/20.500.12544/276

Celestino M., J. (2025, Marzo 28). *Bogota - Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climatico.* https://www.idiger.gov.co/rmovmasa

Cervera, L. A. (25 de Enero de 2023). *Máster en Geotecnia y Cimentaciones de la escuela EADIC*. Estabilidad de un talud. Factores que influyen: https://eadic.com/blog/entrada/estabilidad-de-un-talud-factores-que-influyen/

Chavez, G. C. (2023). *Incremento de la estabilidad de taludes utilizando pasto Vetiver (Chryzopogon Zizanioides) aplicado al centro poblado Ajípampa, distrito de Lajas – Chota.* Chiclayo: Repositorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. http://hdl.handle.net/20.500.12423/6214

Chávez, I., & Rojas, R. (2024). *Estrategias de control del deslizamiento para la estabilidad del talud Llarillaco en la carretera Chota – La Palma, provincia de Chota.* Repositorio. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA.

http://hdl.handle.net/20.500.14142/536

Copons, R., & Tallada, A. (2009). MOVIMIENTOS DE LADERA. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 3*(17.3), 284-294. https://www.researchgate.net/publication/254492112_Movimientos_de_ladera

Crespo, C. (2004). *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES.* LIMUSA S.A de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES. https://biblioteca.unfv.edu.pe/bib/59824

Delgadillo, Ó., & Pérez, L. (2016). *Medición de la infiltración del agua en el suelo.* Google Academia.

Díaz, I. (2020, Julio 14). *Estabilización de taludes en suelo y rocas con sistemas flexibles.* https://www.geobrugg.com/es/webinar-estabilizacion-de-taludes-14-7-2020-175040.html

Editorial. (Disiembre de 2020). *Importancia de la Lluvia*. https://significado.com/im-lluvia/

EGG Consulting. (05 de Agosto de 2024). *Taludes en carreteras: Tipos, Técnicas de Protección, y Mantenimiento*. https://egcconsulting.net/taludes-en-carreteras-tipos-tecnicas-de-proteccion-y-mantenimiento/

Escobar, C. E., & Duque, G. (2017). Geotecnia. In *Geotecnia para el trópico andino* (pp. 15-73). Repositorio_UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Fernández, M. (26 de Marzo de 2024). *DIario de Sevilla.* Investigación y Tecnología: https://www.diariodesevilla.es/salud/investigacion-tecnologia/lluvia-beneficios-salud_0_1888011361.html

Fierro, F. (2023). *Evaluación de riesgos ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi - Huariños - Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea - Huánuco, 2021*. Universidad Continental- FACULTAD DE INGENIERÍA. https://hdl.handle.net/20.500.12394/13453

Flores Aguilar, E., & Román Segura, Á. (2021). *Análisis de estabilidades de taludes entre los kilómetros 51 al 55 en la carretera Trujillo - Huamachuco.* CONCYTEC. https://hdl.handle.net/20.500.12692/70079

Flores, I., Echemandía, O., Jacobo, O., González, Y., & García, J. (2023). Efecto de la porosidad y la permeabilidad en la estabilidad de taludes bajo el efecto de la lluvia. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, 44*(3), 31-43. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10076054

Flores, L. E., & Pizarro, B. J. (2022). *Análisis de estabilidad del talud en condiciones estáticas y pseudoestáticas para determinar el nivel de seguridad en la Costa Verde.* Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma. https://hdl.handle.net/20.500.14138/6992

Gabriels, D., Lobo L., D., & Pulido M., M. (2006). Métodos para determinar la conductividad hidráulica saturada y no saturada de los suelos. *Venesuelos, 14*, 7-22. https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/980

Gesenhues, L. (2020). *Advanced Methods for Finite Element Simulation of Rheology* . Doctoral dissertation, Aachen University.

Hao Wang, J., Jie Xu, W., & Xiao Liu, X. (2024). Un método de análisis de estabilidad de taludes que considera el proceso hidrológico de la lluvia. *ScienceDirect*, *343*(107775), 0013-7952. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107775

Hernández, R. (2024). *Metodología de la Investigación.* Mexico: Punta Santa Fe. https://doi.org/04/14

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación.* 6ª ed. Mc Graw Hill Education.

Huascupe C., M. (2021). *Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021.* Academia.edu.

Huat, B., Ali, F., & Abdullah, A. (2005). *Residual Soils of Various Weathering Grades.* Shear Strength Parameters of Unsaturated Tropical.

Ignacio, E. R. (2024). *EFECTO DE LOS UMBRALES DE PRECIPITACIÓN EN EL RIESGO A DESLIZAMIENTO DE TALUDES NATURALES, ASOCIACIÓN TÚPAC AMARU II, HUANCAYO - 2023.* Universidad Nacional del Centro del Peru. http://hdl.handle.net/20.500.12894/10986

Jiménez, C. A. (2017). *Análisis de metodologías para la inclusión de parámetros hidrológicos en la estabilidad de taludes.* Repositorio Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59107

Jui Pin, W., & Duruo, H. (2012). A Microsoft Excel-based program for the Rosenblueth point estimate method and an application in slope stability analysis. *Computers & Geosciences*(48), 224-243. https://doi.org/10.1016/

Lalbay L., D. F. (2024). *Impacto de las precipitaciones en la estabilidad de taludes en los andes del sur de Ecuador.* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27096

López D., A. K., & Sernaqué R, Y. T. (2023). *Análisis determinístico de la estabilidad de taludes de la carretera Puente Cumbil, Cajamarca, Perú.* CONCYTEC. https://hdl.handle.net/11042/6344

López Hernández, C. (2024, Noviembre 14). Asturias necesita cuanto antes un mapa y un boletín de avisos por argayos. (Cadena SER, Interviewer)

Manual de Taludes. (1986). *Geotecnia.* Instituto Geologico y Minero de España.

Ministerio de Interior España. (2020). *Dirección General de Protección Civil y Emergencias.* https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-riesgos/geologicos/movimientos-terreno

Morales, K. L. (2019). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos y capacidad portante para la construcciñon de viviendas unifamiliares en la ciudad Satelite-Huacho 2019.* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3232

Moreno Merino, L., & De la Losa Román, A. (2015). *Estudio Científico-Técnico de las inundaciones en Es Pla de Sant Jordi, Palma de Mallorca, Islas Baleares. España.* Instituto Geológico y Minero de España.

MTC. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

Muelas, A. (2015). *Manual de Mecanica de suelos y cimentaciones.* Editor Independiente.

Mujica, J. C., & Reymundo, J. E. (2022). *Análisis de estabilidad de taludes desde el puente Posanca hasta el poblado Licahuasi de la carretera LM 111 en el distrito de Arahuay.* Repositorio Institucional UTP.

https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12867/6737

Niño Montes, J. J. (2017). *Análisis Probabilístico para el Diseño de Taludes en Explotación Minera a Cielo Abierto.* Bogotá D.C, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60957

NORMA CE 0.20. (2016). *SUELOS Y TALUDES.* Plataforma del Estado Peruano.

NORMA E.050. (2018). *SUELOS Y CIMENTACIONES.* Plataforma del Estado Peruano.

Ñaupas T., F. P., & Torrejón U., S. R. (2021). *Estudio de vulnerabilidad ante precipitaciones extremas del tramo de la carretera ruta nacional N°PE-08 del km 40+000 al km 60+000 en la región Cajamarca.* Universidad Ricardo Palma - URP. https://hdl.handle.net/20.500.14138/4700

Oliva Gonzáles, A. O. (2015). *ESTABILIDAD DE TALUDES Y LADERAS. ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO.* España: ITEICO Euroamerica. https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.34340.74885

Pauccara C., W. (2024). *Evaluación de deslizamiento de taludes conformados por suelos arenosos saturados en la carretera tramo puente Santo Domingo, Totora Pata.* CONCYTEC. http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/7571

Pazán, C. (2024, Junio 16). *Cuenca: Piedras y lodo en la vía por las intensas lluvias*. https://www.extra.ec/noticia/provincias/cuenca-piedras-lodo-intensas-lluvias-106339.html

Pérez, C. (08 de Octubre de 2021). *GNDIARIO Medio Ambiente*. Descubre el origen de la lluvia y sus beneficios: https://www.gndiario.com/lluvia-importancia-beneficios-consecuencias-ODS

Pérez, D. E. (2018). *Análisis de la tipología del suelo del distribuidor de tráfico bella india aplicando el sistema unificado de clasificación de suelos.* Machala : Universidad Técnica de Machala. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12674

Pincay, R. (2020). *Propuesta para evaluación de estabilidad de taludes en rellenos* . [Tesis de grado, .

Quinde, A. (2024, Enero 29). *Servicios Integrada a la Geotecnia*.

https://sam-servicios.com/suelos-y-rocas-la-base-de-la-geotecnia/

Ravichandran, N., & Vickneswaran, T. (2025). Un marco basado en la probabilidad para evaluar la falla de pendientes bajo lluvia mediante análisis de elementos finitos acoplados. *Geoscience*, *15*(118), 1-24. https://doi.org/10.3390

Rodriguez, G. (2025, Febrero 12). *Centro Geotécnico Internacional (CGI)*. https://www.centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/

Romero, M. M. (2021). *Análisis de estabilidad del talud compuesto de puzolana ubicado entre las progresivas 57+110 a la 57+200 de la vía PE - 34 entre las regiones de Arequipa y Puno.* Arequipa: CONCYREC. https://hdl.handle.net/20.500.12394/12337

Rosas, J. C. (2025). *Mecánica de suelos.* https://www.integracimentaciones.com/blog/que-es-la-mecanica-de-suelos

Rosenblueth, E. (1075). Point estimates for probability moments. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 72*(10), 3813-3814.

Ruiz S., H. (2022). *Evaluación geotécnica de los taludes críticos de la carretera Comprendida entre el puente el Obispo-Huangamarca, Distrito de Bambamarca.* CONCYTEC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/5123

Sáez, E. (2010). *Fundamentos de Geotecnia ICE-1603.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. Departamento de Ingenieríıa Estructural y Geotéecnica. https://hdl.handle.net/11537/25434

SafetyCulture. (2024, Enero 15). Coeficiente de seguridad en el diseño y el uso. *Factor de seguridad*. https://safetyculture.com/es/temas/factor-de-seguridad/#importancia-del-factor-de-seguridad

San Martín, L. L. (2022). *EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTRÓMETROS COMO ALTERNATIVA DE MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA.* UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR .

Schosinsky, G. (2000). Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. *Escuela Centroamericana de Geología*(23), 43-55.

https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rgac.v0i23.8579

Schosinsky, G. (2006). CÁLCULO DE LA RECARGA POTENCIAL DE ACUÍFEROS MEDIANTE UN BALANCE HÍDRICO DE SUELOS. *REALYC*, 13-30. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45437342002

Senamhi. (2019). *Movimiento de Masa por Lluvias intensas en el peru.* Plataforma del Estado Peruano.

Silvia, A., & Garibay, M. (2020). *Teoría de resistencia al corte de suelos.*

Suárez, J. (2009). *Deslizamientos* (Vol. 1). Universidad Industrial de Santander.

Tao Deng, Kegang Li, Chengliang Zhang, & Xiaoqiang Zhang. (2026). Estudio sobre la estabilidad de taludes inducida por lluvias no saturadas y la probabilidad de falla basada en GA-LSTM-MC. *ScienceDirect, 135*, 353-370.

https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aej.2025.12.057

Tarakanav, V. (23 de Abril de 2024). *Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA).* https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo

Ttito, D. C. (2018). Análisis de estabilidad de taludes de la zona “Los baluartes” en el Parque Arqueológico de Saqsayhuamán. *Rev Yachay, 7*(1), 322-333.

https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Yachay/article/view/80/71

Tuesta R., J. (2025). *Análisis de estabilidad en taludes de la carretera Caclic-Luya-Lamud aplicando el sistema Soil Nailing, 2023.* CONCYTEC.

https://hdl.handle.net/20.500.14077/4629

Universidad Autónoma del Perú. (2020). *Código de ética en la Investigación.* Autónoma.

Valverde, E. (2010). *Análisis de la influencia de la precipitación en el esfuerzo de succión y la estabilidad de un talud.* Repositorio TEC. https://hdl.handle.net/2238/6140

Valverde, J. (2007). *Riego y Drenaje. San José, Costa Rica.* Universidad Estatal a Distancia. S.N.

Villón, M. (2002). *Hidrologia.* Editorial Villón.

Zmora G., A. I. (2019). *Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del terreno del Colegio "San Carlos" - Bambamarca.* Cajamarca. CONCYTEC. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2903

Zuluega, D. (2016). *Análisis de estabilidad de talud 3D considenrando efectos de la infiltración por precipitación.* Universidad Nacional Autónoma de México. http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/12050

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

ANEXO A

Matriz de consistencia del proyecto de tesis

<table>
<tr><th colspan="5">MATRIZ DE CONSISTENCIA</th></tr>
<tr><td>Pregunta general
¿Como influye la precipitación en la estabilidad de taludes de la carretera Chota-Samangay?</td><td>Objetivo general
Evaluar la influencia de la precipitación en la estabilidad de los taludes de la carretera Chota-Samangay 2025.</td><td rowspan="2">Tipos y nivel de investigación
↓
Según su objetivo:
Aplicada
↓
Según las fuentes de datos:
Campo, laboratorio
↓
Según su enfoque:
Cuantitativa
↓
Según su alcance:
Explicativo
↓
Según la manipulación de variables:
No experimental
↓
Según su temporalidad:
Transversal-Longitudinal</td><td>Técnicas de recolección de datos</td><td>Instrumentos de recolección de datos</td></tr>
<tr><td>Preguntas especificas
PE1: ¿Cuál es la relación entre la precipitación y el incremento del contenido de humedad en los taludes de la carretera Chota-Samangay?
PE2: ¿Cómo afectan los cambios del contenido de humedad en la resistencia al corte del suelo en los taludes de la carretera?
PE3: ¿Cómo varía la presión de poro en el talud ante diferentes escenarios de precipitación simulados mediante modelos de flujo transitorio en SEEP/W?
PE4: ¿Qué efecto tiene la saturación del suelo, inducida por las precipitaciones, en el factor de seguridad de los taludes según los análisis realizados en SLOPE/W?
PE5: ¿Cuál es la probabilidad de falla de los taludes de la carretera Chota-Samangay en función de escenarios de precipitación, considerando el método probabilístico de Rosenblueth?</td><td>Objetivos específicos
OE1: Calcular la variación del contenido de humedad en los taludes en función de los datos de precipitación obtenidos en la estación meteorológica Chotano – Lajas.
OE2: Determinar el efecto del aumento de humedad en la resistencia al corte del suelo, considerando la cohesión y el ángulo de fricción interna en muestras representativas de los taludes.
OE3: Analizar el impacto de la infiltración generada por precipitaciones en la presión de poro del suelo, aplicando modelos de flujo transitorio en el software SEEP/W.
OE4: Evaluar cómo la saturación del suelo influye en el factor de seguridad de los taludes, considerando distintos escenarios de precipitación mediante el software SLOPE/W.
OE5: Estimar la probabilidad de falla de los taludes empleando el método probabilístico de Rosenblueth, considerando variaciones en la precipitación y propiedades del suelo.</td><td>✓ Observación
✓ Estudio topográfico
✓ Precipitaciones
✓ Estudio geotécnico
✓ Análisis de estabilidad</td><td>✓ Cuaderno de campo
✓ Secciones topográficas
✓ Datos precipitaciones
✓ Informe geotécnico
✓ Modelo SEEP/W-SLOPE/W
✓ Matriz de Comparación</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Obtención de datos</td><td>✓ Ubicación del lugar
✓ Levantamiento topográfico
✓ Ensayo SPT con extracción de muestra y calicatas
✓ Estudio de mecánica de suelos
✓ Solicitar datos precipitación
✓ Infiltrometro doble anillo
✓ Análisis de estabilidad de taludes y probabilidad de falla.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Procesamiento de la Información</td><td>✓ Civil 3D
✓ Microsoft Excel 2021
✓ SEEP/W
✓ SLOPE/W</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Análisis de la información</td><td>Minitab 21</td></tr>
</table>

ANEXO B

Panel fotográfico trabajo de Gabinete

Fotografía 1. Vista frontal del talud 1 en Negropampa -La torre



Fotografía 2. Vista frontal del talud 2 en Quinuamayo



Fotografía 4. Realización del levantamiento topográfico en el **TALUD 1** Negropampa -La Torre



Fotografía 5. Levantamiento topográfico borde del talud



Fotografía 6. Levantamiento topográfico cuerpo del talud 1



Fotografía 7. Realización del levantamiento topográfico en el **TALUD 2 -** Quinuamayo



Fotografía 8. Levantamiento topográfico del cuerpo del talud 2



Fotografía 9. Levantamiento topográfico del cuerpo del talud 2



Fotografía 10. Equipo de trabajo para el ensayo de Penetración Estándar (SPT) tesistas y equipo de GSE laboratorio.



Fotografía 11. Limpieza del terreno a una profundidad de 45cm primer punto.



Fotografía 12. Instalación del equipo SPT primer punto.



Fotografía 13. Muestreo de suelo mediante SPT-01 **TALUD 2.**



Foto 1. Recuperación de muestra 1 a 0.65 – 1.00m



Foto 2. Recuperación de muestra 2 a 1.65 – 2.00m



Foto 3. Recuperación de muestra 3 a 2.65 – 3.00m



Foto 4. Finalización del ensayo SPT primer punto



Fotografía 14. Muestreo de suelo mediante SPT-02 TALUD **2**.



Foto 1. Recuperación de muestra 1 a 0.65 – 1.00m



Foto 2. Recuperación de muestra 2 a 1.65 – 2.00m



Foto 3. Recuperación de muestra 3 a 2.65 – 3.00m



Foto 4. Finalización del ensayo SPT segundo punto



Fotografía 15. Muestreo de suelo mediante SPT-03 TALUD **2.**



Foto 1. Recuperación de muestra a 0.65 – 1.00m

Foto 2. Recuperación de muestra a 1.65 – 2.00m



Foto 3. Cambio de punto de muestreo por recencia de roca



Foto 4. Finalización del ensayo SPT segundo punto





Fotografía 16. Verificación de la medida de la varilla para los 3 metros – primer punto.



Fotografía 17. Verificación de la medida de la varilla para los 3 metros – segundo punto.



Fotografía 11. Muestreo de suelo mediante Calicata de C-01 m TALUD 1**.**



Foto 1. Recuperación de muestra a 0.75m



Foto 2. Recuperación de muestra a 1.50m



Foto 3. Recuperación de muestra a 2m



Foto 4. Medición de profundidad de la calicata



Fotografía 11. Muestreo de suelo mediante Calicata de C-02 m TALUD 1**.**



Foto 1. Recuperación de muestra a 0.75m



Foto 2. Recuperación de muestra a 1.50m



Foto 3. Recuperación de muestra a 2 m



Foto 4. Medición de profundidad de la calicata



Fotografía 11. Muestreo de suelo mediante Calicata de C-03 m TALUD 1**.**



Foto 1. Recuperación de muestra a 0.75

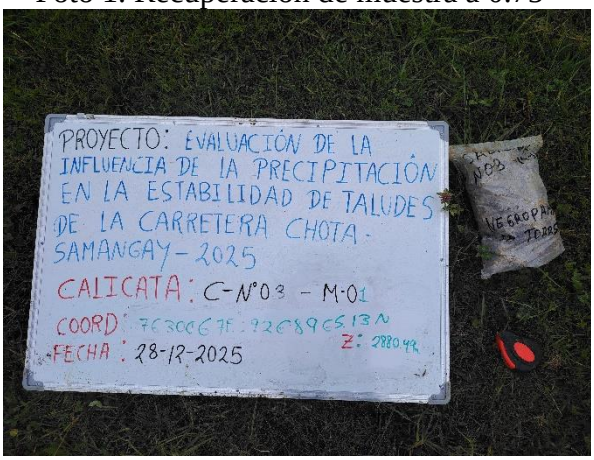


Foto 2. Recuperación de muestra a 1.50

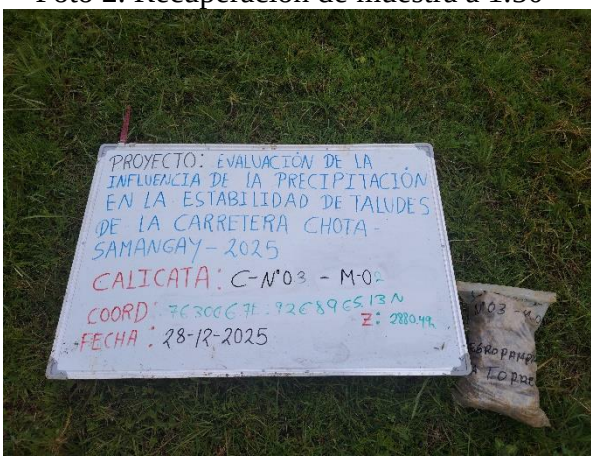
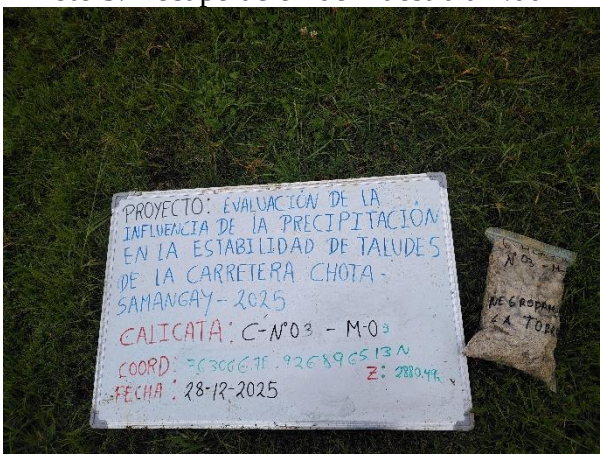


Foto 3. Recuperación de muestra a 2.00m



Fotografía 12. Medición de la infiltración **PRIMER PUNTO** talud 1m



Fotografía 13. Medición de la infiltración **SEGUNDO PUNTO** talud 1m



Fotografía 14. Medición de la infiltración **TERCER PUNTO** talud 1m



Fotografía 15. Medición de la infiltración **PRIMER PUNTO** talud 2m



Fotografía 16. Medición de la infiltración **SEGUNDO PUNTO** talud 2m



Fotografía 17. Medición de la infiltración **TERCER PUNTO** talud 2m



ANEXO C

Panel fotográfico trabajo en laboratorio

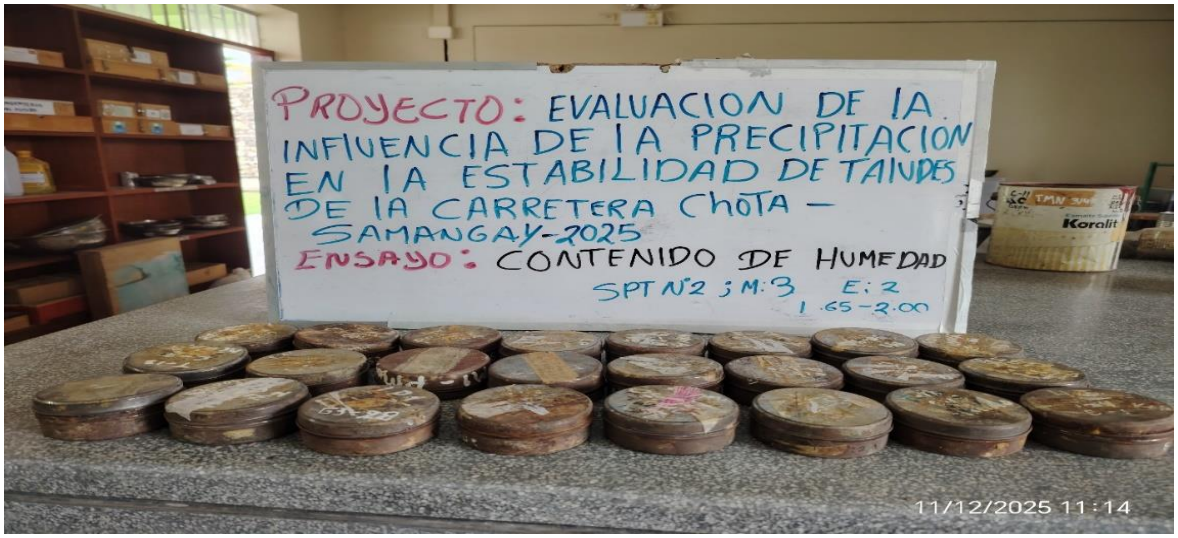
Fotografía 18 Muestras representativas a ensayar en laboratorio **TALUD 1**



Fotografía 19 Muestras representativas a ensayar en laboratorio **TALUD 2**



Fotografía 20 Taras con material para determinación del contenido de humedad.



Fotografía 21. trituración de las muestras de suelo



Fotografía 22. Trituración de las muestras



Fotografía 23. Realización método de cuarteo de la muestra para ensayos posteriores.



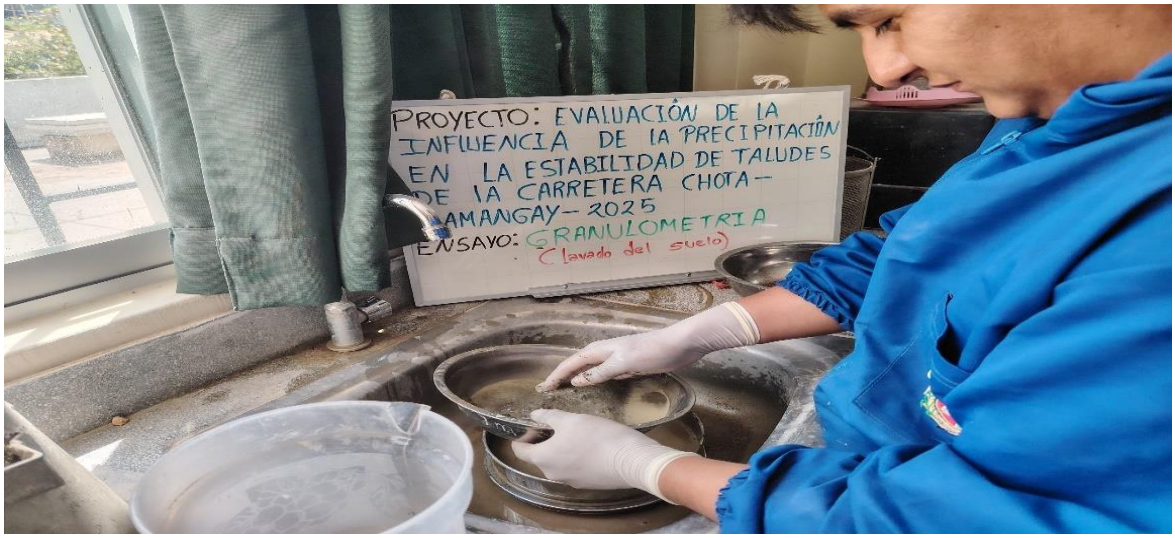
Fotografía 24. Muestras trituradas



Fotografía 25.



Fotografía 25. Lavado del suelo con agua destilada



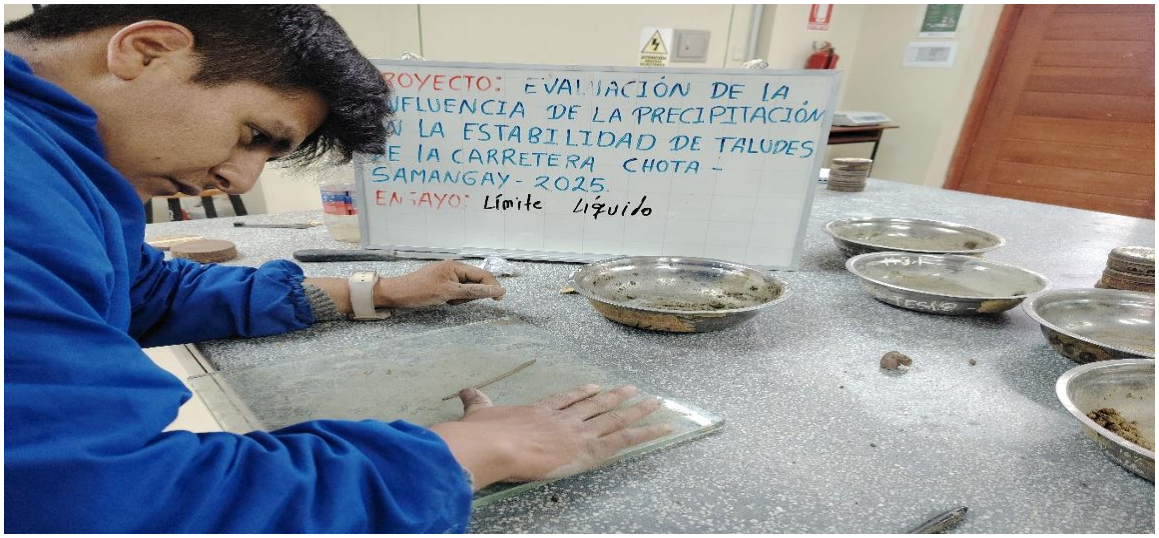
Fotografía 27. Tamizado meconio de suelos



Fotografía 28. Realización de limite líquido en la máquina de Casagrande



Fotografía 29. Realización de rollitos de 2mm para determinar los limite plástico



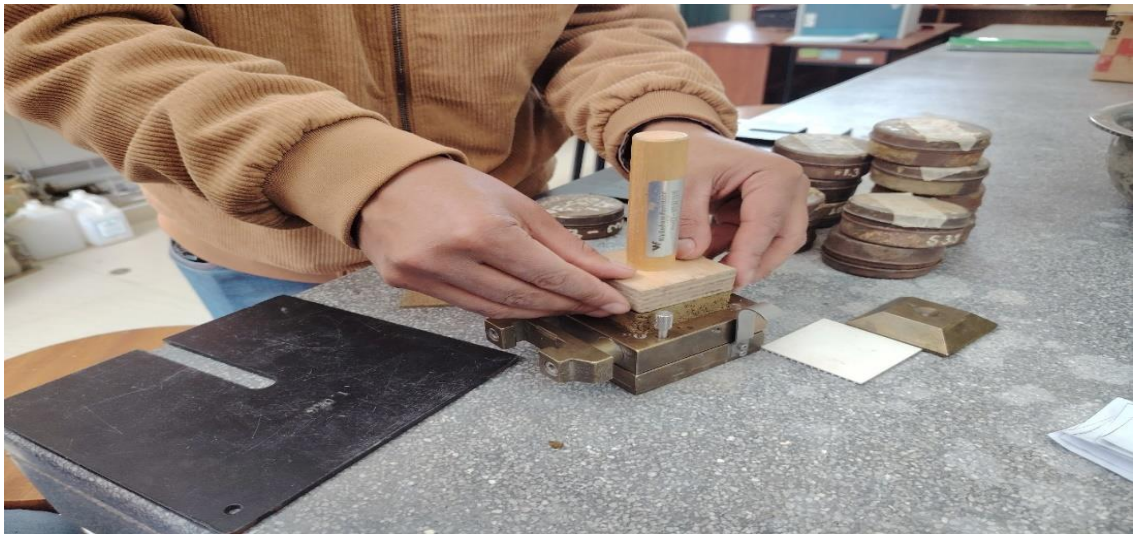
Fotografía 30. Secado de muestras en estufa a 110 °C



Fotografía 31. Determinación de pesos de limites líquidos y limites plásticos



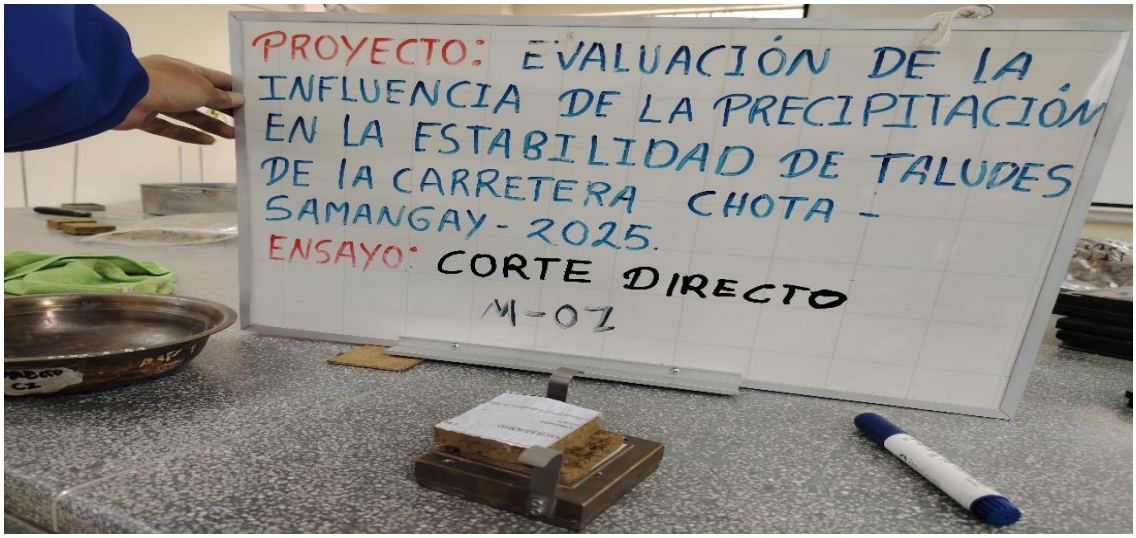
Fotografía 32. Colocación del espécimen en la caja de corte.



Fotografía 33. Colocación de la caja de corte a la máquina de corte directo.



Fotografía 34. Espécimen después del corte directo



ANEXO D

Puntos topográficos de los taludes

Tabla 1. Data topográfica del talud 1 Negropampa -La torre

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9268961.71	763033.236	2893.228	BM
2	9268968.61	763039.44	2892.775	Árbol
3	9268962.33	763045.554	2893.845	POSTE
4	9268953.69	763048.469	2894.595	Árbol
5	9268945.06	763079.167	2890.889	Árbol
6	9268943.99	763082.628	2890.235	Árbol
7	9268942.81	763088.081	2888.596	Árbol
8	9268947.59	763087.856	2888.813	Árbol
9	9268950.12	763083.289	2890.072	Árbol
10	9268955.61	763084.167	2889.148	Árbol
11	9268957.27	763086.085	2888.171	Árbol
12	9268961.76	763084.658	2888.084	Árbol
13	9268966.22	763082.879	2888.306	Árbol
14	9268965.56	763077.99	2889.782	Árbol
15	9268971.89	763083.648	2887.978	Árbol
16	9268976.03	763083.499	2888.191	TN
17	9268980.08	763084.395	2887.544	TN
18	9268987.68	763084.905	2886.207	TN
19	9268991.4	763085.693	2885.639	TN
20	9268994.06	763085.904	2884.803	Árbol
21	9268994.64	763090.559	2883.032	Árbol
22	9268994.6	763081.071	2885.457	Árbol
23	9268996.09	763079.689	2884.924	Árbol
24	9268999.41	763078.712	2883.692	Árbol
25	9268999.43	763078.782	2883.72	Árbol
26	9268999.38	763078.684	2883.669	Árbol
27	9268995.64	763075.008	2885.208	TN
28	9268995.6	763074.969	2885.246	TN
29	9268995.6	763074.972	2885.249	TN
30	9268994.21	763070.968	2885.868	TN
31	9268993.07	763066.659	2886.435	TN
32	9268988.18	763071.268	2887.292	TN
33	9268987.03	763078.378	2886.799	UBS
34	9268984.32	763079.202	2887.024	UBS
35	9268984.74	763082.337	2886.82	UBS
36	9268987.74	763081.691	2886.591	UBS
37	9268980.27	763077.554	2888.132	UBS
38	9268976.07	763075.294	2889.825	UBS
39	9268970.84	763074.374	2890.417	UBS
40	9268965.71	763073.618	2891.217	UBS
41	9268959.05	763066.461	2892.337	TN
42	9268963.03	763064.658	2892.376	TN
43	9268970.46	763063.881	2891.381	TN
44	9268973.36	763060.582	2891.393	Árbol
45	9268978.77	763062.683	2891.031	Árbol
46	9268977.78	763063.854	2890.964	Árbol
47	9268980.98	763063.7	2890.6	Árbol
48	9268983.68	763064.712	2890.1	Árbol
49	9268985.23	763063.547	2890.167	Árbol
50	9268990.8	763063.976	2888.413	TN
51	9268989.26	763061.157	2889.889	VIVIENDA

52	9268992.12	763059.618	2889.405	VIVIENDA
53	9268985.41	763060.619	2890.592	VIVIENDA
54	9268975.81	763056.902	2891.081	VIVIENDA
55	9268983.33	763039.974	2890.14	VIVIENDA
56	9268993.8	763043.274	2888.782	VIVIENDA
57	9268994.01	763056.614	2888.913	BORDE TALUD
58	9268996	763045.664	2887.673	BORDE TALUD
59	9268995.69	763042.716	2887.131	BORDE TALUD_Árbol
60	9268994.1	763041.307	2887.002	Árbol
61	9268994.81	763037.607	2885.923	BORDE TALUD
62	9268993.02	763036.178	2886.205	BORDE TALUD
63	9268989.59	763034.772	2886.683	BORDE TALUD
64	9268987.56	763031.586	2887.072	BORDE TALUD
65	9268986.63	763026.749	2886.803	BORDE TALUD
66	9268983.89	763026.367	2887.469	BORDE TALUD
67	9268981.26	763025.846	2888.188	BORDE TALUD
68	9268978.01	763022.417	2888.489	BORDE TALUD
69	9268971.04	763020.32	2889.851	BORDE TALUD
70	9268963.3	763023.564	2892.172	BORDE TALUD
71	9268959.81	763023.029	2892.782	BORDE TALUD
72	9268963.75	763026.652	2892.628	BORDE TALUD
73	9268967.85	763030.091	2892.187	BORDE TALUD
74	9268972.21	763034.347	2891.77	BORDE TALUD
75	9268976.94	763039.073	2891.118	BORDE TALUD
76	9268975.05	763044.089	2891.641	BORDE TALUD
77	9268969.53	763042.486	2892.485	BORDE TALUD
78	9268965.19	763041.612	2893.13	BORDE TALUD
79	9268958.56	763039.748	2893.943	BORDE TALUD
80	9268951.49	763034.417	2894.754	BORDE TALUD
81	9268948.11	763038.4	2895.232	TN
82	9268947.56	763042.849	2895.5	TN
83	9268942.99	763044.554	2895.922	TN
84	9268926.99	763043.295	2896.296	TN
85	9268925.22	763030.956	2894.661	TN
86	9268926.31	763023.565	2893.348	TN
87	9268928.05	763010.286	2891.58	TN
88	9268927.85	763005.978	2890.622	TN
89	9268927.19	762999.32	2889.275	TN
90	9268931.5	762999.169	2888.83	Árbol
91	9268928.83	762992.597	2888.218	Árbol
92	9268933.57	762992.914	2887.53	TN
93	9268934.82	762997.594	2888.077	Árbol
94	9268937.39	762997.378	2887.732	Árbol
95	9268941.08	762996.813	2887.127	TN
96	9268943.23	762996.233	2886.687	TN
97	9268946.64	762996.126	2886.355	TN
98	9268944.7	762992.144	2885.344	TN
99	9268948.74	762991.496	2884.528	TN
100	9268952.68	762987.572	2883.423	TN
101	9268954.53	762989.45	2883.074	TN
102	9268956.08	762983.911	2882.557	TN
103	9268959.54	762981.331	2881.27	TN
104	9268960.96	762986.294	2881.414	TN
105	9268964.35	762985.606	2880.362	TN
106	9268966.28	762984	2879.741	TN
107	9268966.67	762977.54	2878.747	TN
108	9268970.29	762983.211	2878.665	TN
109	9268974.9	762979.25	2877.154	TN

110	9268969.54	762979.237	2878.282	TN
111	9268968.62	762975.752	2876.54	TN
112	9268972.94	762976.414	2876.121	TN
113	9268971.16	762971.133	2875.876	TN
114	9268973.92	762968.809	2874.342	TN
115	9268976.2	762971.876	2873.771	TN
116	9268979.12	762975.663	2873.723	TN
117	9268982.28	762973.402	2872.116	TN
118	9268980.12	762968.654	2871.674	TN
119	9268981.11	762965.024	2871.763	TN
120	9268982.55	762965.725	2870.111	TN
121	9268985.78	762963.805	2869.294	TN
122	9268988.2	762966.46	2868.218	TN
123	9268988.45	762968.951	2868.672	TN
124	9268986.33	762971.548	2870.384	TN
125	9268987.51	762973.047	2872.365	TN
126	9268989.57	762973.23	2873.055	BORDE TALUD
127	9268991.56	762974.12	2872.269	BORDE TALUD
128	9268987.5	762979.998	2873.72	BORDE TALUD
129	9268985.17	762975.425	2874.263	BORDE TALUD
130	9268981.42	762976.965	2875.254	BORDE TALUD
131	9268982.33	762981.492	2875.307	Árbol
132	9268970.39	762986.123	2880.229	TN
133	9268974.91	762988.075	2881.521	TN
134	9268973.65	762991.245	2882.117	TN
135	9268960.22	762992.966	2883.209	TN
136	9268956.04	762993.538	2884.604	TN
137	9268952.54	762997.281	2886.474	TN
138	9268957.95	762997.056	2885.92	TN
139	9268965.83	762996.524	2884.763	TN
140	9268970.34	762999.135	2885.419	BORDE TALUD
141	9268972	762997.191	2884.212	BORDE TALUD
142	9268976.37	762994.857	2883.197	BORDE TALUD
143	9268981.22	762992.764	2882.336	BORDE TALUD
144	9268984.18	762989.612	2881.212	BORDE TALUD
145	9268980.56	762989.611	2882.143	TN
146	9268974.12	762992.52	2883.028	TN
147	9268968.22	762994.2	2883.649	TN
148	9268969.78	763003.746	2886.124	TN
149	9268964.95	763002.46	2886.873	TN
150	9268961.59	763002.238	2886.708	TN
151	9268959.07	763000.393	2887.034	TN
152	9268955.41	763001.629	2887.803	TN
153	9268961.49	763009.47	2888.303	BORDE TALUD
154	9268955.42	763012.203	2889.792	BORDE TALUD
155	9268951.19	763011.129	2890.305	TN
156	9268945.35	763006.906	2889.689	TN
157	9268937.77	763013.216	2891.538	TN
158	9268943.33	763017.284	2891.995	TN
159	9268950.16	763017.162	2892.179	TN
160	9268956.48	763016.517	2891.571	BORDE TALUD
161	9268958.13	763020.927	2892.792	BORDE TALUD
162	9268953.12	763028.052	2892.995	BORDE TALUD
163	9268947.76	763033.367	2894.998	TN
164	9268960.55	763012.993	2886.911	TN
165	9268960.91	763015.597	2887.122	TN
166	9268958.18	763013.803	2887.85	TALUD
167	9268964.21	763013.423	2885.074	TALUD

168	9268963.91	763011.523	2885.215	TALUD
169	9268966.5	763015.328	2884.911	TALUD
170	9268973.5	763014.022	2882.925	TALUD
171	9268975.5	763016.691	2883.016	TALUD
172	9268972.23	763009.714	2882.952	TALUD
173	9268972.41	763006.243	2882.409	TALUD
174	9268972.84	763003.75	2882.568	TALUD
175	9268968.8	763008.944	2883.36	TALUD
176	9268974.6	763012.649	2881.59	TALUD
177	9268976.39	763013.091	2880.083	TALUD
178	9268977.69	763015.753	2880.502	TALUD
179	9268980.18	763016.049	2880.543	TALUD
180	9268980.31	763013.676	2878.616	TALUD
181	9268978.39	763010.382	2877.491	TALUD
182	9268975.51	763007.584	2878.283	TALUD
183	9268978.1	763005.565	2876.477	TALUD
184	9268979.09	763003.581	2876.484	TALUD
185	9268976.12	763001.541	2878.387	TALUD
186	9268973.61	763000.435	2880.359	TALUD
187	9268974.5	762997.989	2880.26	TALUD
188	9268977.17	762997.849	2879.157	TALUD
189	9268976.17	762999.972	2878.87	TALUD
190	9268978.89	763001.213	2877.055	TALUD
191	9268981.11	762998.666	2876.506	TALUD
192	9268985.58	762997.437	2875.604	TALUD
193	9268985.7	763001.085	2875.132	TALUD
194	9268984.77	763003.814	2874.552	TALUD
195	9268985.46	763007.403	2874.508	TALUD
196	9268986.4	763012.051	2874.949	TALUD
197	9268986.08	763014.425	2876.213	TALUD
198	9268989.68	763016.2	2874.664	TALUD
199	9268989.35	763012.803	2874.254	TALUD
200	9268992.37	763011.153	2872.893	TALUD
201	9268990.29	763008.284	2872.156	TALUD
202	9268990.57	763004.527	2872.418	TALUD
203	9268990.39	762998.277	2871.895	TALUD
204	9268988.75	762994.947	2874.583	TALUD
205	9268986.22	762990.273	2875.466	TALUD
206	9268987.03	762988.357	2874.429	TALUD
207	9268992.39	762988.384	2872.066	TALUD
208	9268991.91	762991.864	2873.301	TALUD
209	9268994.7	762994.165	2871.986	TALUD
210	9268997.18	762991.868	2870.751	TALUD
211	9268997.61	762986.895	2868.48	TALUD
212	9268994.86	762984.178	2868.636	TALUD
213	9268991.93	762983.031	2869.282	TALUD
214	9268989.7	762982.748	2869.984	TALUD
215	9268988.68	762985.656	2871.888	TALUD
216	9268991.6	762998.034	2871.016	TALUD
217	9268994.47	762996.96	2869.042	TALUD
218	9268997.29	762999.911	2868.706	TALUD
219	9268999.17	763001.396	2868.597	TALUD
220	9268996.64	763013.589	2871.193	TALUD
221	9268997.14	763020.382	2871.893	TALUD
222	9269000.61	763016.817	2869.545	TALUD
223	9268999.99	763022.751	2870.979	TALUD
224	9268998.19	763021.671	2871.697	TALUD
225	9269006.85	763025.053	2868.921	TALUD

226	9269004.32	763029.367	2872.053	TALUD
227	9269007.61	763024.726	2868.575	TALUD
228	9269005.17	763019.174	2866.732	TALUD
229	9269003.09	763016.462	2868.279	TALUD
230	9269002.38	763013.833	2867.949	TALUD
231	9269001.39	763008.147	2868.306	TALUD
232	9269004.95	763005.817	2864.798	TALUD
233	9269006.01	763004.41	2864.096	BORDE TALUD
234	9269005.29	763001.218	2863.839	BORDE TALUD
235	9269004.48	762998.136	2863.719	BORDE TALUD
236	9269003.89	762995.012	2863.631	BORDE TALUD
237	9269003.09	762990.786	2862.812	BORDE TALUD
238	9269002.39	762986.661	2862.513	BORDE TALUD
239	9268999.78	762981.761	2862.838	TALUD
240	9269001.06	762980.065	2861.904	BORDE TALUD
241	9269000.33	762976.538	2861.643	BORDE TALUD
242	9268997.95	762975.296	2862.736	TALUD
243	9268999.29	762971.637	2861.26	BORDE TALUD
244	9268997.98	762965.264	2860.855	BORDE TALUD
245	9268995.72	762965.636	2862.166	TALUD
246	9268997.03	762960.829	2860.494	TALUD
247	9268996.17	762956.635	2860.137	BORDE TALUD
248	9269009.16	762951.595	2860.028	BORDE TALUD
249	9269009.16	762951.595	2860.028	BORDE IZ VIA
250	9269010.68	762959.104	2860.633	BORDE IZ VIA
251	9269013.23	762971.143	2861.542	BORDE IZ VIA
252	9269015.04	762971.389	2861.316	BORDE IZ VIA
253	9269015.59	762977.174	2862.131	BORDE IZ VIA
254	9269014.35	762977.306	2862.074	BORDE IZ VIA
255	9269017.88	762988.29	2862.931	BORDE IZ VIA
256	9269016.67	762988.472	2862.921	BORDE IZ VIA
257	9269019.79	762996.973	2863.583	BORDE IZ VIA
258	9269018.56	762997.366	2863.603	BORDE IZ VIA
259	9269021.55	763005.264	2864.27	BORDE IZ VIA
260	9269020.37	763005.552	2864.251	BORDE IZ VIA
261	9269024.96	763018.958	2865.227	BORDE IZ VIA
262	9269023.75	763019.448	2865.288	BORDE IZ VIA
263	9269026.54	763028.873	2865.923	BORDE IZ VIA
264	9269027.98	763028.757	2865.794	BORDE IZ VIA
265	9269031.5	763038.472	2866.63	BORDE IZ VIA
266	9269030.05	763039.009	2866.773	BORDE IZ VIA
267	9269034.93	763047.563	2867.561	BORDE IZ VIA
268	9269033.85	763048.26	2867.562	BORDE IZ VIA
269	9269042.24	763061.945	2868.79	BORDE IZ VIA
270	9269041.17	763062.523	2868.854	BORDE IZ VIA
271	9269029.82	763068.849	2869.421	BORDE TALUD
272	9269027.07	763069.14	2868.733	TALUD
273	9269025.32	763070.441	2867.997	TALUD
274	9269025.7	763063.731	2869.014	BORDE TALUD
275	9269023.81	763060.17	2868.696	BORDE TALUD
276	9269021.37	763055.27	2868.34	BORDE TALUD
277	9269019.63	763057.932	2869.86	TALUD
278	9269017.6	763054.742	2869.618	TALUD
279	9269016.77	763051.035	2868.817	TALUD
280	9269019.97	763052.204	2868.081	BORDE TALUD
281	9269018	763047.459	2867.733	BORDE TALUD
282	9269016	763048.714	2869.227	TALUD
283	9269016.58	763044.412	2867.736	BORDE TALUD

284	9269012.82	763032.396	2866.555	BORDE TALUD
285	9269010.31	763033.084	2868.322	TALUD
286	9269008.63	763034.168	2870.311	TALUD
287	9269009.44	763029.995	2868.364	TALUD
288	9269012.22	763030.277	2866.397	BORDE TALUD
289	9269011	763025.661	2866.062	BORDE TALUD
290	9269009.59	763020.362	2865.611	BORDE TALUD
291	9269008.21	763014.308	2865.049	BORDE TALUD
292	9269007.35	763015.161	2865.157	TALUD
293	9269024.73	763063.658	2870.39	BORDE TALUD
294	9269023.85	763064.615	2870.562	TALUD
295	9269022.75	763061.645	2871.672	BORDE TALUD
296	9269021.9	763062.62	2871.851	BORDE TALUD
297	9269018.65	763059.714	2873.153	BORDE TALUD
298	9269017.06	763062.558	2875.189	TALUD
299	9269021.68	763065.473	2875.005	BORDE TALUD
300	9269018.58	763066.606	2875.43	BORDE TALUD
301	9269019.54	763068.048	2875.371	BORDE TALUD
302	9269016.58	763071.305	2877.093	BORDE TALUD
303	9269013.61	763070.864	2877.764	BORDE TALUD
304	9269012.02	763074.806	2876.192	BORDE TALUD
305	9269009.68	763075.827	2876.382	BORDE TALUD
306	9269007.71	763076.24	2877.017	BORDE TALUD
307	9269006.4	763077.35	2875.863	BORDE TALUD
308	9269005.23	763080.074	2876.02	BORDE TALUD
309	9269016.23	763066.759	2879.077	BORDE TALUD
310	9269014.37	763067.379	2880.062	Árbol
311	9269012.48	763068.395	2880.666	Árbol
312	9269011.39	763068.037	2881.302	Árbol
313	9269012.56	763062.63	2879.836	BORDE TALUD
314	9269009.57	763064.491	2881.759	BORDE TALUD
315	9269008.52	763068.846	2882.669	Árbol
316	9269004.99	763071.312	2883.428	Árbol
317	9269000.83	763068.366	2884.261	BORDE TALUD
318	9269000.84	763067.313	2883.437	TALUD
319	9268999.73	763064.227	2883.487	TALUD
320	9268996.78	763060.443	2884.383	TALUD
321	9268998.84	763058.44	2883.443	TALUD
322	9268997.31	763056.286	2884.863	TALUD
323	9269000.4	763055.861	2883.345	TALUD
324	9269000.38	763052.61	2882.965	TALUD
325	9268998.75	763051.605	2883.682	TALUD
326	9268999.06	763047.634	2884.542	TALUD
327	9268997.76	763047.24	2885.145	TALUD
328	9269002.79	763048.467	2882.507	TALUD
329	9269005.09	763049.164	2881.541	TALUD
330	9269004.3	763052.313	2881.253	TALUD
331	9269005.93	763054.532	2880.618	TALUD
332	9269007.67	763056.366	2878.963	TALUD
333	9269007.45	763058.543	2879.149	TALUD
334	9269009.14	763061.81	2879.755	TALUD
335	9269009.47	763060.035	2878.163	TALUD
336	9269009.83	763058.783	2876.974	TALUD
337	9269006.09	763064.243	2881.565	TALUD
338	9269003.72	763061.143	2881.214	TALUD
339	9269001.49	763064.351	2882.76	TALUD
340	9268998.49	763068.374	2884.772	TALUD
341	9268994.09	763071.262	2885.904	TN

342	9268989.72	763086.988	2885.659	TN
343	9268990.13	763099.905	2883.529	TN
344	9268991.28	763104.59	2882.722	TN
345	9268996.33	763102.585	2881.76	TN
346	9268998.99	763096.904	2880.272	TN
347	9268993.61	763097.816	2882.513	TN
348	9268992.61	763094.748	2883.266	TN
349	9268986.46	763107.328	2882.447	TN
350	9268986.97	763110.861	2881.831	TN
351	9268978.88	763104.768	2883.451	TN
352	9268976.22	763099.148	2884.304	TN
353	9268972.46	763097.702	2884.763	TN
354	9268976.18	763091.824	2885.936	TN
355	9268976.39	763087.51	2887.465	TN
356	9268971.62	763074.11	2890.437	TN
357	9268970.31	763067.217	2891.13	TN
358	9268971.84	763063.653	2891.249	TN
359	9268966.06	763056.128	2892.863	TN
360	9268967.34	763051.087	2892.946	TN
361	9268969.39	763044.817	2892.482	TN
362	9268966.58	763040.472	2892.866	TN
363	9268973.63	763033.26	2891.137	TN
364	9268979.11	763033.813	2889.73	TN
365	9268982.98	763034.257	2888.796	TN
366	9268984.99	763037.181	2888.873	TN
367	9268976.64	763029.096	2889.611	TN
368	9268972.19	763026.978	2890.401	TN
369	9268969.95	763028.375	2891.393	TN
370	9268967.49	763025.142	2891.329	TN
371	9268965.99	763026.614	2892.112	TN
372	9268960.82	763026.126	2892.956	TN
373	9268948.49	763022.324	2893.145	TN
374	9268940.41	763022.205	2892.876	TN
375	9268934.14	763019.141	2892.544	TN
376	9268935.56	763026.712	2893.695	TN
377	9268942.6	763027.948	2894.108	TN
378	9268940.58	763034.23	2895.207	TN
379	9268932.48	763036.097	2895.574	TN
380	9268938.43	763040.419	2896.026	TN
381	9268941.59	763049.012	2895.653	TN
382	9268946.46	763054.451	2894.766	TN
383	9268937.41	763055.903	2895.062	TN
384	9268936.62	763063.993	2893.945	TN
385	9268942.5	763067.94	2892.884	TN
386	9268935.19	763072.143	2892.952	TN
387	9268934.25	763065.156	2893.725	TN
388	9268928.99	763064.205	2893.889	TN
389	9268926.81	763070.272	2893.309	TN
390	9268919.57	763070.764	2893.451	TN
391	9268913.94	763071.474	2893.637	TN
392	9268918.76	763064.642	2894.31	TN
393	9268921.85	763059.222	2894.851	TN
394	9268926.43	763061.466	2894.304	TN
395	9268932.22	763058.119	2894.756	TN
396	9268934.81	763053.851	2895.35	TN
397	9268928.78	763052.227	2895.728	TN
398	9268923.28	763049.167	2895.962	TN
399	9268933.13	763046.604	2896.096	TN

Tabla 2. Data topográfica del talud 2 Quinuamayo

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9269795.72	763881.148	2788.826	BM
2	9269796.57	763881.068	2788.788	TN
3	9269857.83	763865.798	2766.825	TN
4	9269855.56	763865.351	2766.809	TN
5	9269855.83	763868.328	2768.443	TN
6	9269858.24	763868.461	2767.795	TN
7	9269859.94	763868.803	2768.316	TN
8	9269860.16	763871.377	2769.812	TN
9	9269861.91	763867.676	2769.273	TN
10	9269863.62	763868.131	2769.206	TN
11	9269859.22	763872.966	2770.535	TN
12	9269855.83	763872.686	2771.476	TN
13	9269849.52	763868.779	2772.277	TN
14	9269852.15	763867.432	2771.401	B_T
15	9269848.81	763866.675	2771.698	B_T
16	9269845.88	763866.898	2772.739	B_T
17	9269842.16	763866.076	2773.543	B_T
18	9269842.03	763868.577	2774.343	B_T
19	9269838.17	763864.333	2775	B_T
20	9269834.15	763862.971	2775.998	B_T
21	9269831.21	763862.392	2776.702	B_T
22	9269827.7	763861.272	2777.453	B_T
23	9269826.18	763861.461	2777.82	B_T
24	9269822.64	763866.999	2779.484	B_T
25	9269827.38	763865.83	2778.125	B_T
26	9269831.86	763868.242	2777.304	B_T
27	9269835.6	763872.437	2776.798	TN
28	9269832.93	763873.523	2778	TN
29	9269835.14	763878.273	2778.851	TN
30	9269837.48	763876.335	2777.208	TN
31	9269839.94	763880.762	2777.119	TN
32	9269845.09	763881.952	2774.761	TN
33	9269849.31	763883.159	2774.533	TN
34	9269853.75	763885.723	2773.904	TN
35	9269851.57	763891.423	2775.49	TN
36	9269849.61	763896.096	2776.69	TN
37	9269841.59	763890.016	2777.195	TN
38	9269839.75	763894.582	2778.439	TN
39	9269843.63	763899.874	2778.701	TN
40	9269839.18	763902.747	2779.989	TN
41	9269839.92	763907.083	2780.495	TN
42	9269831.99	763906.606	2781.87	TN
43	9269832.54	763900.189	2781.362	TN
44	9269833.94	763892.45	2781.19	TN
45	9269830.71	763888.73	2783.249	TN
46	9269829.97	763884.401	2783.028	TN
47	9269828.11	763882.468	2782.376	TN
48	9269825.98	763885.625	2783.86	TN
49	9269828.09	763892.323	2784.061	TN
50	9269825.26	763895.111	2784.565	TN
51	9269822.47	763893.126	2785.755	TN
52	9269819.09	763889.139	2786.254	TN
53	9269815.54	763889.54	2787.265	TN
54	9269813.27	763890.167	2787.752	TN
55	9269813.88	763895.924	2788.375	TN

56	9269814.52	763900.765	2787.909	TN
57	9269820.62	763901.149	2786.028	TN
58	9269818.53	763907.581	2786.322	TN
59	9269819.53	763911.355	2785.873	TN
60	9269823.22	763912.194	2784.195	TN
61	9269825.46	763916.482	2783.456	TN
62	9269820.92	763918.238	2785.136	TN
63	9269815.89	763919.97	2786.719	TN
64	9269814.62	763914.181	2787.226	TN
65	9269810.93	763916.907	2788.225	TN
66	9269810.1	763921.705	2788.201	TN
67	9269806.09	763922.968	2789.234	TN
68	9269800.86	763923.15	2790.437	TN
69	9269797.54	763922.733	2790.979	TN
70	9269799.45	763916.657	2790.987	TN
71	9269794.97	763910.358	2792.225	TN
72	9269796.75	763905.21	2792.245	TN
73	9269801.57	763903.066	2791.638	TN
74	9269805.42	763905.618	2790.66	TN
75	9269805.51	763899.441	2790.874	TN
76	9269811.36	763894.961	2789.725	TN
77	9269810.69	763891.45	2788.973	TN
78	9269806.26	763892.985	2789.858	TN
79	9269802.96	763888.784	2788.979	TN
80	9269808.93	763885.777	2787.414	TN
81	9269815.98	763870.62	2781.709	B_T
82	9269814.19	763866.992	2780.744	B_T
83	9269816.08	763863.502	2778.427	B_T
84	9269819.79	763866.697	2778.021	B_T
85	9269817.86	763865.109	2777.857	B_T
86	9269821.77	763863.789	2776.463	B_T
87	9269818.63	763863.098	2776.091	B_T
88	9269822.34	763861.066	2774.333	B_T
89	9269820.24	763860.755	2773.798	B_T
90	9269817.11	763860.297	2773.902	B_T
91	9269817	763857.942	2772.359	B_T
92	9269814.35	763858.916	2773.373	B_T
93	9269812.09	763856.991	2772.533	B_T
94	9269811.06	763854.679	2771.437	B_T
95	9269808.57	763854.311	2772.959	B_T
96	9269807.37	763856.205	2774.729	B_T
97	9269806.09	763852.747	2773.694	B_T
98	9269806.58	763850.57	2771.643	B_T
99	9269808.44	763849.445	2769.96	B_T
100	9269811.57	763850.511	2769.542	B_T
101	9269813.27	763852.943	2769.384	B_T
102	9269816.71	763850.716	2768.213	B_T
103	9269813.16	763849.793	2767.65	B_T
104	9269819.74	763851.79	2767.562	B_T
105	9269821.1	763853.959	2768.771	B_T
106	9269825.06	763855.306	2769.713	B_T
107	9269823.46	763858.124	2772.287	B_T
108	9269821.61	763861.11	2774.239	B_T
109	9269812.53	763867.413	2781.001	B_T
110	9269811.19	763865.266	2780.616	B_T
111	9269808.3	763862.455	2781.992	B_T
112	9269807.42	763865.913	2783.009	B_T
113	9269804.33	763863.987	2783.276	B_T

114	9269804.61	763862.009	2782.09	B_T
115	9269804.31	763860.02	2781.389	B_T
116	9269802.02	763857.48	2781.44	B_T
117	9269799.85	763858.288	2782.708	B_T
118	9269799.93	763861.792	2784.238	B_T
119	9269796.26	763857.394	2784.306	B_T
120	9269789.86	763857.405	2785.634	B_T
121	9269789.88	763861.874	2786.353	B_T
122	9269787.07	763856.267	2785.168	B_T
123	9269782.5	763858.189	2784.184	B_T
124	9269785.83	763854.503	2784.556	B_T
125	9269782.14	763855.399	2783.274	B_T
126	9269782.62	763852.345	2782.754	B_T
127	9269778.95	763852.856	2780.495	B_T
128	9269780.49	763850.18	2780.807	B_T
129	9269778.99	763847.932	2779.519	B_T
130	9269775.55	763849.353	2779.169	B_T
131	9269776.43	763847.561	2778.707	B_T
132	9269777.17	763845.199	2777.818	B_T
133	9269775.14	763844.64	2776.69	B_T
134	9269773.22	763845.481	2778.135	B_T
135	9269771.22	763844.597	2778.338	B_T
136	9269771.05	763841.481	2777.059	B_T
137	9269769.31	763838.752	2775.896	B_T
138	9269771.64	763846.761	2779.416	B_T
139	9269770.86	763849.708	2780.875	B_T
140	9269770.11	763852.116	2782.341	B_T
141	9269766.26	763850.939	2783.144	B_T
142	9269765.42	763847.372	2783.372	B_T
143	9269763.19	763847.162	2782.192	B_T
144	9269761.9	763849.783	2784.133	B_T
145	9269759.64	763848.245	2784.575	B_T
146	9269759.89	763844.969	2783.477	B_T
147	9269757.95	763842.48	2783.665	B_T
148	9269756.28	763842.877	2783.794	B_T
149	9269757.23	763848.006	2784.719	B_T
150	9269759.11	763855.022	2783.954	B_T
151	9269764.12	763855.048	2783.224	B_T
152	9269768.06	763858.707	2782.411	B_T
153	9269761.56	763862.277	2783.009	B_T
154	9269763.15	763866.458	2782.968	B_T
155	9269768.3	763865.082	2782.563	B_T
156	9269772.77	763866.473	2782.595	B_T
157	9269776.44	763863.984	2782.876	B_T
158	9269782.28	763863.344	2784.822	B_T
159	9269782.15	763868.68	2785.656	B_T
160	9269782.15	763868.683	2785.663	TN
161	9269788.74	763864.976	2786.955	TN
162	9269792.12	763869.539	2787.566	TN
163	9269789.48	763872.659	2788.04	TN
164	9269781.58	763873.588	2786.441	TN
165	9269778.3	763875.604	2785.327	TN
166	9269772.4	763877.233	2785.002	TN
167	9269769.58	763872.852	2783.644	TN
168	9269773.77	763870.641	2783.421	TN
169	9269764.94	763874.67	2784.099	TN
170	9269766.05	763879.864	2785.502	TN
171	9269767.06	763888.146	2786.965	TN

172	9269773.6	763885.756	2786.71	TN
173	9269774.15	763880.95	2786.358	TN
174	9269781.32	763879.076	2787.588	TN
175	9269781.76	763882.317	2788.015	TN
176	9269767.2	763888.679	2787.103	TN
177	9269767.72	763895.936	2787.353	TN
178	9269769.02	763904.555	2788.7	TN
179	9269771.83	763917.104	2789.877	TN
180	9269776.58	763916.568	2790.635	TN
181	9269775.4	763911.421	2790.624	TN
182	9269773.79	763905.407	2790.27	TN
183	9269774.02	763901.721	2789.289	TN
184	9269773.88	763895.234	2788.523	TN
185	9269773.93	763890.805	2787.927	TN
186	9269780.02	763887.554	2788.883	TN
187	9269781.41	763892.133	2790.038	TN
188	9269783.5	763898.31	2791.63	TN
189	9269784.57	763904.198	2791.859	TN
190	9269785.09	763910.971	2791.846	TN
191	9269784.13	763917.335	2791.381	TN
192	9269789.1	763916.254	2791.856	TN
193	9269790.6	763906.717	2792.011	TN
194	9269793.95	763902.226	2792.041	TN
195	9269786.77	763897.277	2792.03	TN
196	9269790.92	763894.288	2791.93	TN
197	9269786.13	763889.972	2790.599	TN
198	9269792.35	763886.187	2790.396	TN
199	9269787.23	763880.729	2789.02	TN
200	9269792.77	763877.158	2788.444	TN
201	9269797.62	763875.213	2787.405	TN
202	9269799.4	763881.792	2788.21	TN
203	9269805.84	763885.301	2787.302	TN
204	9269804.78	763879.366	2785.95	TN
205	9269804.08	763872.655	2784.869	TN
206	9269812.02	763877.369	2784.074	TN
207	9269763	763889.819	2787.029	TN
208	9269763	763889.822	2787.029	TN
209	9269757.98	763894.373	2786.55	TN
210	9269751.11	763893.226	2784.831	TN
211	9269752.8	763899.064	2785.261	TN
212	9269757.54	763901.702	2786.679	TN
213	9269761.84	763904.722	2786.844	TN
214	9269747.81	763895.425	2784.856	TN
215	9269743.89	763893.058	2785.256	TN
216	9269743.3	763896.655	2785.223	TN
217	9269738.01	763895.394	2786.007	TN
218	9269740.41	763887.819	2786.043	TN
219	9269733.32	763885.906	2787.123	TN
220	9269731.61	763878.534	2787.263	TN
221	9269736.78	763874.013	2786.564	TN
222	9269743.63	763872.777	2785.492	TN
223	9269752.8	763869.748	2784.287	TN
224	9269752.09	763875.269	2784.113	TN
225	9269754.87	763876.472	2783.864	TN
226	9269759.76	763877.705	2784.415	TN
227	9269761.68	763873.319	2783.701	TN
228	9269759.9	763870.35	2783.276	TN
229	9269760.77	763863.646	2783.23	TN

230	9269750.64	763861.331	2785.009	TN
231	9269747.27	763851.277	2785.481	TN
232	9269750.62	763849.428	2785.463	TN
233	9269755	763845.918	2784.687	TN
234	9269753.48	763841.694	2782.877	ÁRBOL
235	9269749.51	763843.908	2782.688	ÁRBOL
236	9269744.73	763845.727	2782.421	TN
237	9269742.86	763843.042	2780.205	TN
238	9269746.17	763839.072	2778.852	TN
239	9269749.57	763836.47	2778.473	TN
240	9269752.01	763836.319	2777.853	TN
241	9269748.95	763833.895	2776.374	TN
242	9269747.83	763831.076	2774.152	TN
243	9269742.42	763834.59	2774.497	ÁRBOL
244	9269738.95	763838.509	2774.984	ÁRBOL
245	9269734.39	763838.057	2773.773	ÁRBOL
246	9269733.19	763842.449	2777.486	ÁRBOL
247	9269733.13	763836.668	2772.941	ÁRBOL
248	9269728.54	763837.537	2772.894	ÁRBOL
249	9269725.61	763835.86	2771.984	TN
250	9269729.74	763831.422	2770.158	TN
251	9269723.93	763829.658	2769.697	TN
252	9269724.83	763829.328	2769.696	TN
253	9269729.35	763845.875	2779.883	TN
254	9269733.96	763852.151	2784.254	TN
255	9269740.29	763856.998	2785.1	TN
256	9269736.11	763861.469	2785.493	TN
257	9269730.78	763863.449	2785.887	TN
258	9269728.35	763870.483	2785.97	TN
259	9269721.71	763875.924	2786.211	TN
260	9269722.24	763869.203	2785.453	TN
261	9269714.15	763872.458	2785.739	TN
262	9269710.5	763877.392	2784.535	TN
263	9269707.57	763870.019	2784.645	ÁRBOL
264	9269705.67	763861.976	2782.979	ÁRBOL
265	9269711.52	763861.47	2785.203	TN
266	9269712.95	763856.468	2785.802	TN
267	9269721.23	763853.701	2783.886	ÁRBOL
268	9269721.59	763847.084	2780.893	ÁRBOL
269	9269721.55	763847.088	2780.985	ÁRBOL
270	9269717.43	763846.027	2779.694	ÁRBOL
271	9269716.9	763848.252	2780.805	ÁRBOL
272	9269709.63	763850.301	2784.903	ÁRBOL
273	9269705.09	763847.69	2783.539	ÁRBOL
274	9269702.55	763851.481	2782.064	TN
275	9269698.04	763844.447	2781.676	ÁRBOL
276	9269695.08	763844.895	2780.759	TN
277	9269694.75	763839.581	2780.052	ÁRBOL
278	9269689.36	763837.742	2778.58	TN
279	9269690.11	763833.784	2776.494	TN
280	9269695.43	763834.729	2777.112	ÁRBOL
281	9269698.93	763835.991	2777.806	ÁRBOL
282	9269703.15	763839.129	2778.363	ÁRBOL
283	9269705.01	763843.208	2780.09	ÁRBOL
284	9269709.38	763845.884	2780.527	ÁRBOL
285	9269694.72	763833.515	2776.402	ÁRBOL
286	9269691.25	763832.751	2775.929	TN
287	9269694.09	763830.704	2774.495	ÁRBOL

288	9269699.23	763831.877	2774.394	ÁRBOL
289	9269704.53	763831.575	2772.028	ÁRBOL
290	9269705.94	763827.965	2769.701	TN
291	9269700.56	763826.129	2770.021	TN
292	9269696.38	763823.966	2769.863	TN
293	9269697.02	763819.65	2769.431	TN
294	9269700.19	763819.924	2769.396	TN
295	9269705.39	763820.921	2769.455	TN
296	9269710.39	763821.702	2769.093	TN
297	9269709.31	763831.125	2769.611	TN
298	9269714.66	763833.42	2771.397	TN
299	9269720.57	763830.185	2769.403	TN
300	9269716.07	763825.644	2768.611	TN
301	9269714.75	763821.002	2768.468	TN
302	9269720.78	763819.654	2767.852	TN
303	9269727.85	763816.829	2767.631	TN
304	9269730	763824.438	2767.997	TN
305	9269735.13	763824.012	2768.92	TN
306	9269743.97	763822.819	2769.935	TN
307	9269740.73	763818.668	2767.29	TN
308	9269743.9	763816.077	2766.396	TN
309	9269746.89	763818.642	2766.452	TN
310	9269737.3	763812.032	2766.653	TN
311	9269733.83	763807.12	2766.584	TN
312	9269732.96	763805.361	2766.667	B_T
313	9269738.17	763811.6	2766.406	B_T
314	9269738.97	763810.585	2766.393	B_T
315	9269740.93	763813.428	2766.279	B_T
316	9269745.13	763816.242	2766.121	B_T
317	9269751.5	763819.754	2765.851	B_T
318	9269751.71	763821.183	2766.104	B_T
319	9269755.8	763821.888	2765.488	B_T
320	9269759.47	763823.934	2765.221	B_T
321	9269766.44	763826.907	2765.149	B_T
322	9269772.65	763828.549	2765.109	B_T
323	9269779.12	763831.046	2764.848	B_T
324	9269776.29	763833.207	2765.891	B_T
325	9269776.22	763835.833	2767.563	B_T
326	9269778.94	763835.088	2768.066	B_T
327	9269778.63	763837.965	2770.417	B_T
328	9269781.8	763837.115	2767.976	B_T
329	9269785.93	763838.604	2767.311	B_T
330	9269785.82	763834.339	2764.524	B_T
331	9269790.59	763835.856	2764.389	B_T
332	9269787.6	763837.519	2766.021	B_T
333	9269787.73	763840.679	2768.391	TALUD
334	9269789.7	763840.701	2768.825	TALUD
335	9269790.48	763843.872	2771.513	TALUD
336	9269789.33	763844.452	2772.411	TALUD
337	9269786.81	763845.137	2771.994	TALUD
338	9269785.2	763841.874	2769.976	TALUD
339	9269782.78	763844.787	2773.877	TALUD
340	9269780.13	763845.393	2775.725	TALUD
341	9269790.42	763846.388	2773.54	TALUD
342	9269791.25	763848.65	2775.935	TALUD
343	9269791.4	763851.921	2778.196	TALUD
344	9269795.58	763849.095	2776.744	TALUD
345	9269799.25	763850.553	2778.085	TALUD

346	9269799.17	763849.007	2777.652	TALUD
347	9269799.1	763848.531	2777.419	TALUD
348	9269797.26	763845.37	2775.439	TALUD
349	9269795.34	763842.38	2773.481	TALUD
350	9269793.26	763841.018	2772.141	TALUD
351	9269795.65	763837.34	2764.459	B_T
352	9269807.97	763842.157	2764.137	B_T
353	9269815.54	763845.188	2763.877	B_T
354	9269815.23	763846.018	2763.933	TALUD
355	9269825.57	763849.019	2763.715	B_T
356	9269824.9	763849.871	2763.93	TALUD
357	9269824.05	763850.9	2764.92	TALUD
358	9269820.68	763850.651	2765.992	TALUD
359	9269830.3	763850.765	2763.59	B_T
360	9269839.19	763854.186	2763.458	B_T
361	9269848.9	763857.771	2763.379	B_T
362	9269859.45	763861.724	2763.289	B_T
363	9269873.74	763865.599	2763.249	B_T
364	9269873.17	763866.571	2764.31	TALUD
365	9269874.51	763868.971	2764.899	TALUD
366	9269873.35	763873.24	2766.36	TALUD
367	9269878.37	763854.984	2762.669	VIA Derecha
368	9269866.56	763852.195	2762.931	VIA Derecha
369	9269859.99	763850.192	2763.054	VIA Derecha
370	9269859.06	763848.31	2762.836	VIA Derecha
371	9269843.27	763843.344	2763.326	VIA Derecha
372	9269842.9	763844.465	2763.349	VIA Derecha
373	9269830.62	763839.864	2763.663	VIA Derecha
374	9269830.51	763838.584	2763.666	VIA Derecha
375	9269820.49	763835.97	2763.892	VIA Derecha
376	9269820.73	763834.734	2763.89	VIA Derecha
377	9269807.78	763831.092	2764.214	VIA Derecha
378	9269808.07	763829.914	2764.165	VIA Derecha
379	9269793.25	763825.463	2764.596	VIA Derecha
380	9269793.29	763824.147	2764.551	VIA Derecha
381	9269775.29	763818.56	2765.066	VIA Derecha
382	9269775.55	763817.375	2765.042	VIA Derecha
383	9269760.3	763811.868	2765.383	VIA Derecha
384	9269760.77	763810.74	2765.367	VIA Derecha
385	9269752.03	763806.674	2765.532	VIA Derecha
386	9269744.58	763800.882	2765.659	VIA Derecha
387	9269740.34	763796.98	2765.856	VIA Derecha
388	9269742.79	763821.459	2768.885	TALUD
389	9269742.36	763825.357	2769.931	B_T
390	9269748.13	763825.958	2772.311	B_T
391	9269748.65	763830.559	2774.142	TN
392	9269751.09	763835.293	2777.597	TN
393	9269757.64	763839.478	2781.48	TN

|

ANEXO E

Certificados de calibración de equipos utilizados

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Mantenimiento general OK	Reparación	Operatividad OK	Garantía 1 año	NUEVO

DATOS DEL EQUIPO

Nombre : GPS DIFERENCIAL	**Especificaciones de Precicion (RMS) 1 2 3**	
Marca : CHCNAV	En tiempo Real cinemática (RTK)	· Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS
Modelo : i93		
Colectora Serie: 6310300357 **Modelo No**: HCE600	Estática de Post-procesamiento	· Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS
Receptor ROVER Serie: 3801314 **Receptor BASE Serie:** 3801387	· Tiempo de observación: Va de 4 a 30 minutos en función de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales . Modelo de antena: i93	

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro. : 008-00183
Fecha : 11/08/2025

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

▫ Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 4 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. La zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento

COSOLA GROUP S.A.C. bajo la acreditación de SGS ISO 9001-2008 certifica que el instrumento identificado ha sido verificado en concordancia con los procedimientos de verificación establecida por el fabricante

OPERATIVIDAD Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Operatividad	Próxima Operatividad	Observación
11/08/2025	X	X	1 AÑO	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	RUC
COSOLA GROUP S.A.C.	**CONSTRUSERVIS MAFER E.I.R.L.**	**20612102598**
TÉCNICA GEODÉSICO & OTROS COSOLA GROUP SONIA ANDIA GIRAU		

GARMIN MAGELLAN SPECTRA PRECISION SOUTH Leica Geosystems

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Mantenimiento general OK	Reparación	Operatividad OK	Garantía 1 año	NUEVO

DATOS DEL EQUIPO

Nombre : GPS DIFERENCIAL	**Especificaciones de Precicion (RMS) 1 2 3**	
Marca : CHCNAV	En tiempo Real cinemática (RTK)	· Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS
Modelo : i93		
Colectora Serie: 6311302244 **Modelo No**: HCE600	Estática de Post-procesamiento	· Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS
Receptor ROVER Serie: 3833181	· Tiempo de observación: Va de 4 a 30 minutos en función de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales . Modelo de antena: i93	

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro. : 008-00184
Fecha : 11/08/2025

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

▫ Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 4 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. La zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento

COSOLA GROUP S.A.C. bajo la acreditación de SGS ISO 9001-2008 certifica que el instrumento identificado ha sido verificado en concordancia con los procedimientos de verificación establecida por el fabricante

OPERATIVIDAD Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Operatividad	Próxima Operatividad	Observación
11/08/2025	X	X	1 AÑO	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	RUC
COSOLA GROUP S.A.C.	**RAMFERS INGENIEROS E.I.R.L.**	**20608411306**
		

GARMIN MAGELLAN SPECTRA PRECISION SOUTH Leica Geosystems

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachín Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-L-1888-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

1.	**Expediente**	0043
2.	**Solicitante**	**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C**
3.	**Dirección**	JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA
4.	**Equipo calibrado**	**EQUIPO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)**
	Marca	NO INDICA
	Número de Serie	NO INDICA
	Modelo	NO INDICA
	Procedencia	NO INDICA
	Identificación	GSE-SPT-001
5.	**Fecha de Calibración**	2025-07-10

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 validos 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.

CALIBRATEC 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.

Fecha de Emisión

2025-07-17

REPUBLICA DEL PERU
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ASTETE SORIANO LUCIO FIR 42817545 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/07/2025 16:54:13-0500

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Jefe de Laboratorio

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-L-1888-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas del recipiente, según las especificaciones de la norma NTP 339.143

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Suelos y Pavimentos de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C ubicado en Jr. Anaximandro Vega Nro. 865 Cajamarca - Chota - Chota

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17,9 °C	18,2 °C
Humedad Relativa	57 %	59 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	Pie de rey con una incertidumbre de 29 µm	DM24-C-0172
METROIL	Cinta métrica con una incertidumbre de 0,4 mm	1AD-0865-2025

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el item calibrado indicado en la página 1.

GSE LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-L-1888-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

11. Resultados

Masa de impacto

Peso kg
65,0

Dimensiones de la caña partida

Diámetro Interno mm	Longitud mm	Diametro de zapata Guía mm
38,96	499,00	34,97

Incertidumbre expandida : *0,74 mm*

Dimensiones de la varilla de penetración

Diámetro mm	Altura m	Peso kg
45,27	150,18	13,03

Incertidumbre expandida : *0,34 mm*

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

OTROS

Carta De Compromiso De Libre Acceso Para Trabajos De Campo

Yo, Olivorio Mejía Díaz....., identificado(a) con DNI N° 16461356, en adelante **LA PARTE AUTORIZANTE**, me comprometo a brindar libre pase, acceso y uso del área correspondiente de mi propiedad, ubicada en El Tinche -....., del distrito de Chota, Provincia de Chota del departamento Cajamarca, con la finalidad de permitir la ejecución de los trabajos de campo y actividades técnicas necesarias, tales como: inspecciones visuales, levantamientos topográficos, sondeos y calicatas, ensayos básicos de suelos, mediciones de campo u otras labores requeridas por los tesistas para lograr su estudio de investigación ***"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025.***

Declaro que el acceso será libre y sin impedimentos, durante el periodo que sea necesario, permitiendo el ingreso seguro del equipo técnico y/o investigador(es) responsable del estudio.

Chota, 27 de noviembre del 2025

Atentamente

Firma

Carta De Compromiso De Libre Acceso Para Trabajos De Campo

Yo, Victoriano Ruiz Cobas, identificado(a) con DNI N° 27365084 en adelante **LA PARTE AUTORIZANTE**, me comprometo a brindar libre pase, acceso y uso del área correspondiente de mi propiedad, ubicada en Sector Quincamayo – CP Negropampa del distrito de Chota, Provincia de Chota del departamento Cajamarca, con la finalidad de permitir la ejecución de los trabajos de campo y actividades técnicas necesarias, tales como: inspecciones visuales, levantamientos topográficos, sondeos y calicatas, ensayos básicos de suelos, mediciones de campo u otras labores requeridas por los tesistas para lograr su estudio de investigación ***"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025***.

Declaro que el acceso será libre y sin impedimentos, durante el periodo que sea necesario, permitiendo el ingreso seguro del equipo técnico y/o investigador(es) responsable del estudio.

Chota, 27 de noviembre del 2025

Atentamente

Firma

Gmail **Anibal R.M <aruizmejia212@gmail.com>**

TESISTA ANIBAL RUIZ MEJIA – WILDER CUBAS BUSTAMANTE.

2 mensajes

Luis Felipe Gamarra Chávarry (UACGD) <lgamarra@senamhi.gob.pe> 10 de marzo de 2026 a las 10:34 a.m.
Para: "aruizmejia212@gmail.com" <aruizmejia212@gmail.com>, Miriam Serrano <mserrano@senamhi.gob.pe>, "Milagros Del Pilar Martinez Tabraj (UACGD)" <mmartinez@senamhi.gob.pe>, "Carmen Rosa Sulca Guzman (UACGD)" <csulca@senamhi.gob.pe>

TESISTA ANÍBAL RUIZ MEJIA – WILDER CUBAS BUSTAMANTE:

Reciba el cordial saludo del SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI, a fin de remitirle los datos de las estaciones comprendidas en el expediente N° 003447 a escala MENSUAL, período (1996 - 2025); cabe indicar que bajo la modalidad de servicio gratuito es por única vez. A la espera de su confirmación en cuanto a la recepción del presente y hacerle recordar que una vez concluida y aprobada su TESIS/INVESTIGACIÓN hacer llegar un ejemplar para nuestra biblioteca especializada, saludos.

Cabe indicar que de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Directiva Nº 003-2016-SENAMHI-SG-OPP-UM, para la atención a estudiantes, tesistas e investigadores bajo la modalidad de servicio gratuito, dichos usuarios firman una DECLARACIÓN JURADA, que tiene un firme compromiso LEGAL de entregar un ejemplar de su tesis para nuestra biblioteca. En ese sentido la Srta. Carmen Sulca (csulca@senamhi.gob.pe), estará atenta al cumplimiento de dicho acuerdo, saludos.

Nota: Se envía solo lo disponible.

Expediente: 2026-0003447

--

Ing. Luis Felipe Gamarra Chavarry
DIRECTOR DE PLANEAMIENTO, COORDINACION Y CONTROL
GERENCIA GENERAL
SENAMHI - PERÚ

D: Jr. Cahuide 785, Jesús María - Lima
T:01 6141414 Anexo -
C: -
E: lgamarra@senamhi.gob.pe
W: www.senamhi.gob.pe

CHOTANO LAJAS_M_1996-2025.xlsx
14K

Anibal R.M <aruizmejia212@gmail.com> 10 de marzo de 2026 a las 1:04 p.m.
Para: "Luis Felipe Gamarra Chávarry (UACGD)" <lgamarra@senamhi.gob.pe>

Confirmación de recepción de información – Expediente N° 2026-0003447

Estimados señores del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI:

Reciban un cordial saludo.

Por medio del presente confirmamos la recepción de la información remitida correspondiente a los datos de las estaciones a escala mensual para el período 1996–2025, asociados al Expediente N° 2026-0003447. Agradecemos sinceramente el apoyo brindado por su institución al facilitarnos estos datos bajo la modalidad de servicio gratuito, los cuales serán de gran utilidad para el desarrollo de nuestra investigación.

Asimismo, tomamos conocimiento de lo establecido en la Directiva N.º 003-2016-SENAMHI-SG-OPP-UM y del compromiso asumido mediante la Declaración Jurada. En ese sentido, nos comprometemos a remitir un ejemplar de nuestra tesis a la biblioteca especializada del SENAMHI una vez que ésta haya sido culminada y aprobada.

Agradecemos nuevamente su valiosa colaboración y quedamos atentos ante cualquier coordinación adicional que sea necesaria.

Atentamente,

Aníbal Ruiz Mejía

Wilder Cubas Bustamante
Tesistas
Universidad Nacional Autónoma de Chota
Ingenieria Civil

[Texto citado oculto]

ANEXO F

Análisis estadístico de precipitaciones de la estación Chotano Lajas

UNIDAD DE ATENCION AL CIUDADANO Y GESTION DOCUMENTAL

ESTACIÓN: CHOTANO LAJAS/153235/DZ02 ALT: 2163.4 MSNM LONG: 78° 44' 54''

LAT: 6° 33' 35'' DPTO: CAJAMARCA

PT202 PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

T Traza (precipitación menor a 0.1 mm)

S/D SIN DATO

CODIGO	PLANILLA	VARIABLE	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
153235	50	PT202	1996	19.3	22.7	20.5	17.9	10	15	2.1	10.4	21.7	31.1	17.5	5.8
153235	50	PT202	1997	10.7	28.6	23	25.5	6.1	10.7	0.4	0.3	6.6	14.5	14.2	48.3
153235	50	PT202	1998	28.1	28.6	36.8	63.4	28.2	0.3	5.1	16.6	18.5	29.1	19.2	69.1
153235	50	PT202	1999	32	32.4	37.2	15	7.8	41.4	9	8.1	27.7	53.3	16.7	19.2
153235	50	PT202	2000	18.7	18.6	17	35.4	24.5	27.5	0.9	13	7.7	3.3	9	29.1
153235	50	PT202	2001	22.7	11.8	36.5	42.5	27.1	1.7	6.9	0	20	21	15	16.5
153235	50	PT202	2002	20.9	35.5	26.6	24.2	24	1.9	3	1.3	11.7	24.3	24.2	39.5
153235	50	PT202	2003	32.5	27.9	26	32.6	9.6	29.1	4.5	4.3	17.5	18.6	21.1	27.4
153235	50	PT202	2004	26.2	18	27	17.6	43.3	0.8	14.7	1.2	29	18.8	27.7	19.3
153235	50	PT202	2005	7.5	22.1	37.5	25	4	13.6	1.4	5.2	28.5	22.2	29.6	15.8
153235	50	PT202	2006	29.6	36.2	42.4	30.3	1.2	9.2	13.6	10.1	37.1	18.4	32.4	26.7
153235	50	PT202	2007	25.3	11.2		34.4	25.2	0	4.7	12.2	12.3	41.2	32.7	12.9
153235	50	PT202	2008	49	35	20.4	11.8	12.7	10.8	2.6	17.6	35.5	43.4	26.2	8.2
153235	50	PT202	2009	24	20.1	43.9	29.9	23.2	15.6	1.4	4.1	36.2	26.4	54.1	27.2
153235	50	PT202	2010	15.1	57.7	34.2	33.5	13.5	10.3	16.9	12.4	19.4	20	8.6	13.1
153235	50	PT202	2011	12.3	20.2	19.8	14.3	19.5	0.8	8.2	3.4	17.8	11.8	11.6	28.8
153235	50	PT202	2012	26.7	48.5	36.4	47.6	18.9	0.6	4.8	0.6	15.8	23.1	31.4	35.7
153235	50	PT202	2013	50.4	14.6	25.7	18.4	36.1	5.9	18.8	17.6	6	17.8	5.7	10.3
153235	50	PT202	2014	16.6	22.1	24.1	16.8	34.6	3.1	8.7	11.9	11.1	17.7	40	16.5
153235	50	PT202	2015	35	18	31.4	19	30.8	16.7	3.2	2.5	3.5	41.1	37.4	19.7
153235	50	PT202	2016	20.3	32.4	37.5	31.5	19.6	29.4	0	0	26.7	15.8	16.8	17
153235	50	PT202	2017	29.2	18.7	41.8	22.2	23.3	25.4	0	33.4	14	24.4	32	18
153235	50	PT202	2018	34.4	40	20	38	19.5	5.8	0	0	32	35.7	46.5	12.4
153235	50	PT202	2019	16.7	41.1	18.9	48.8	41.9	5.1	6.5	0	16.4	21.8	16	27
153235	50	PT202	2020	6.7	25.5	23.6	44	18.1	21.4	27.9	5.5	21.9	34.5	34.8	59.5
153235	50	PT202	2021	25.3	41.9	40.9	25.6	24.8	26.2	5.1	16.5	7.1	57.7	52.2	23.7
153235	50	PT202	2022	16	34.6	51	18	25.7	13.8	13.7	22.4	13.4	12.2	7.8	25.4
153235	50	PT202	2023	25.3	18	23.8	41.9	14	25.4	11.3	6.9	7.9	21.4	44.6	33
153235	50	PT202	2024	45.2	51.6	43.2	36.1	19.9	28.1	3	3.7	8.7	8.2	8.6	26
153235	50	PT202	2025	22.2	31	66.3	25.2	26.8	15.2	0	20.4	26.4	29.8	34.1	

COMPLETACIÓN DE DATOS FALTANTES -PROMEDIO ARITMÉTICO					
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	**ASESORES:**	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

DATOS COMPLETADOS-PRECIPITACIONES MAX 24HR												ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	
ESTACIÓN :	**CHOTANO LAJAS**					**LATITUD :**	**6° 33' 35"**					**DPTO.**	**CAJAMARCA**	
CODIGO :	**153235**					**LONGITUD :**	**78° 44' 54"**					**PROV.**	**CHOTA**	
VARIABLE:	**PT202**					**ALTITUD:**	**2163.4 MSNM**					**DIST.**	**CHOTA**	
AÑOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**TOTAL**	**P MAX**
1996	19.30	22.70	20.50	17.90	10.00	15.00	2.10	10.40	21.70	31.10	17.50	5.80	194.00	31.10
1997	10.70	28.60	23.00	25.50	6.10	10.70	0.40	0.30	6.60	14.50	14.20	48.30	188.90	48.30
1998	28.10	28.60	36.80	63.40	28.20	0.30	5.10	16.60	18.50	29.10	19.20	69.10	343.00	69.10
1999	32.00	32.40	37.20	15.00	7.80	41.40	9.00	8.10	27.70	53.30	16.70	19.20	299.80	53.30
2000	18.70	18.60	17.00	35.40	24.50	27.50	0.90	13.00	7.70	3.30	9.00	29.10	204.70	35.40
2001	22.70	11.80	36.50	42.50	27.10	1.70	6.90	0.00	20.00	21.00	15.00	16.50	221.70	42.50
2002	20.90	35.50	26.60	24.20	24.00	1.90	3.00	1.30	11.70	24.30	24.20	39.50	237.10	39.50
2003	32.50	27.90	26.00	32.60	9.60	29.10	4.50	4.30	17.50	18.60	21.10	27.40	251.10	32.60
2004	26.20	18.00	27.00	17.60	43.30	0.80	14.70	1.20	29.00	18.80	27.70	19.30	243.60	43.30
2005	7.50	22.10	37.50	25.00	4.00	13.60	1.40	5.20	28.50	22.20	29.60	15.80	212.40	37.50
2006	29.60	36.20	42.40	30.30	1.20	9.20	13.60	10.10	37.10	18.40	32.40	26.70	287.20	42.40
2007	25.30	11.20	32.19	34.40	25.20	0.00	4.70	12.20	12.30	41.20	32.70	12.90	244.29	41.20
2008	49.00	35.00	20.40	11.80	12.70	10.80	2.60	17.60	35.50	43.40	26.20	8.20	273.20	49.00
2009	24.00	20.10	43.90	29.90	23.20	15.60	1.40	4.10	36.20	26.40	54.10	27.20	306.10	54.10
2010	15.10	57.70	34.20	33.50	13.50	10.30	16.90	12.40	19.40	20.00	8.60	13.10	254.70	57.70
2011	12.30	20.20	19.80	14.30	19.50	0.80	8.20	3.40	17.80	11.80	11.60	28.80	168.50	28.80
2012	26.70	48.50	36.40	47.60	18.90	0.60	4.80	0.60	15.80	23.10	31.40	35.70	290.10	48.50
2013	50.40	14.60	25.70	18.40	36.10	5.90	18.80	17.60	6.00	17.80	5.70	10.30	227.30	50.40
2014	16.60	22.10	24.10	16.80	34.60	3.10	8.70	11.90	11.10	17.70	40.00	16.50	223.20	40.00
2015	35.00	18.00	31.40	19.00	30.80	16.70	3.20	2.50	3.50	41.10	37.40	19.70	258.30	41.10
2016	20.30	32.40	37.50	31.50	19.60	29.40	0.00	0.00	26.70	15.80	16.80	17.00	247.00	37.50
2017	29.20	18.70	41.80	22.20	23.30	25.40	0.00	33.40	14.00	24.40	32.00	18.00	282.40	41.80
2018	34.40	40.00	20.00	38.00	19.50	5.80	0.00	0.00	32.00	35.70	46.50	12.40	284.30	46.50
2019	16.70	41.10	18.90	48.80	41.90	5.10	6.50	0.00	16.40	21.80	16.00	27.00	260.20	48.80
2020	6.70	25.50	23.60	44.00	18.10	21.40	27.90	5.50	21.90	34.50	34.80	59.50	323.40	59.50
2021	25.30	41.90	40.90	25.60	24.80	26.20	5.10	16.50	7.10	57.70	52.20	23.70	347.00	57.70
2022	16.00	34.60	51.00	18.00	25.70	13.80	13.70	22.40	13.40	12.20	7.80	25.40	254.00	51.00
2023	25.30	18.00	23.80	41.90	14.00	25.40	11.30	6.90	7.90	21.40	44.60	33.00	273.50	44.60
2024	45.20	51.60	43.20	36.10	19.90	28.10	3.00	3.70	8.70	8.20	8.60	26.00	282.30	51.60
2025	22.20	31.00	66.30	25.20	26.80	15.20	0.00	20.40	26.40	29.80	34.10	25.21	322.61	66.30
MEDIA	**24.80**	**28.82**	**32.19**	**29.55**	**21.13**	**13.69**	**6.61**	**8.72**	**18.60**	**25.29**	**25.59**	**25.21**	**260.20**	**46.37**
MAX	**50.40**	**57.70**	**66.30**	**63.40**	**43.30**	**41.40**	**27.90**	**33.40**	**37.10**	**57.70**	**54.10**	**69.10**	**347.00**	**69.10**
MINI	**6.70**	**11.20**	**17.00**	**11.80**	**1.20**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.50**	**3.30**	**5.70**	**5.80**	**168.50**	**28.80**
DESVI.	**10.87**	**11.80**	**11.16**	**12.17**	**10.46**	**11.25**	**6.69**	**8.27**	**9.75**	**12.60**	**13.64**	**14.22**	**44.74**	**9.74**

ANALISIS DE PRECIPITACIÓN MAX 24 Hr

PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	ASESORES:	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr

ESTACIÓN : CHOTANO LAJAS — LATITUD : 6° 33' 35" — DPTO. CAJAMARCA
CODIGO : 153235 — LONGITUD : 78° 44' 54" — PROV. CHOTA
VARIABLE: PT202 — ALTITUD (msnm) 2163.4 MSNM — DIST. CHOTA

N°	AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	P MAX
1	1996	19.30	22.70	20.50	17.90	10.00	15.00	2.10	10.40	21.70	31.10	17.50	5.80	**194.00**	**31.10**
2	1997	10.70	28.60	23.00	25.50	6.10	10.70	0.40	0.30	6.60	14.50	14.20	48.30	**188.90**	**48.30**
3	1998	28.10	28.60	36.80	63.40	28.20	0.30	5.10	16.60	18.50	29.10	19.20	69.10	**343.00**	**69.10**
4	1999	32.00	32.40	37.20	15.00	7.80	41.40	9.00	8.10	27.70	53.30	16.70	19.20	**299.80**	**53.30**
5	2000	18.70	18.60	17.00	35.40	24.50	27.50	0.90	13.00	7.70	3.30	9.00	29.10	**204.70**	**35.40**
6	2001	22.70	11.80	36.50	42.50	27.10	1.70	6.90	0.00	20.00	21.00	15.00	16.50	**221.70**	**42.50**
7	2002	20.90	35.50	26.60	24.20	24.00	1.90	3.00	1.30	11.70	24.30	24.20	39.50	**237.10**	**39.50**
8	2003	32.50	27.90	26.00	32.60	9.60	29.10	4.50	4.30	17.50	18.60	21.10	27.40	**251.10**	**32.60**
9	2004	26.20	18.00	27.00	17.60	43.30	0.80	14.70	1.20	29.00	18.80	27.70	19.30	**243.60**	**43.30**
10	2005	7.50	22.10	37.50	25.00	4.00	13.60	1.40	5.20	28.50	22.20	29.60	15.80	**212.40**	**37.50**
11	2006	29.60	36.20	42.40	30.30	1.20	9.20	13.60	10.10	37.10	18.40	32.40	26.70	**287.20**	**42.40**
12	2007	25.30	11.20	32.19	34.40	25.20	0.00	4.70	12.20	12.30	41.20	32.70	12.90	**244.29**	**41.20**
13	2008	49.00	35.00	20.40	11.80	12.70	10.80	2.60	17.60	35.50	43.40	26.20	8.20	**273.20**	**49.00**
14	2009	24.00	20.10	43.90	29.90	23.20	15.60	1.40	4.10	36.20	26.40	54.10	27.20	**306.10**	**54.10**
15	2010	15.10	57.70	34.20	33.50	13.50	10.30	16.90	12.40	19.40	20.00	8.60	13.10	**254.70**	**57.70**
16	2011	12.30	20.20	19.80	14.30	19.50	0.80	8.20	3.40	17.80	11.80	11.60	28.80	**168.50**	**28.80**
17	2012	26.70	48.50	36.40	47.60	18.90	0.60	4.80	0.60	15.80	23.10	31.40	35.70	**290.10**	**48.50**
18	2013	50.40	14.60	25.70	18.40	36.10	5.90	18.80	17.60	6.00	17.80	5.70	10.30	**227.30**	**50.40**
19	2014	16.60	22.10	24.10	16.80	34.60	3.10	8.70	11.90	11.10	17.70	40.00	16.50	**223.20**	**40.00**
20	2015	35.00	18.00	31.40	19.00	30.80	16.70	3.20	2.50	3.50	41.10	37.40	19.70	**258.30**	**41.10**
21	2016	20.30	32.40	37.50	31.50	19.60	29.40	0.00	0.00	26.70	15.80	16.80	17.00	**247.00**	**37.50**
22	2017	29.20	18.70	41.80	22.20	23.30	25.40	0.00	33.40	14.00	24.40	32.00	18.00	**282.40**	**41.80**
23	2018	34.40	40.00	20.00	38.00	19.50	5.80	0.00	0.00	32.00	35.70	46.50	12.40	**284.30**	**46.50**
24	2019	16.70	41.10	18.90	48.80	41.90	5.10	6.50	0.00	16.40	21.80	16.00	27.00	**260.20**	**48.80**
25	2020	6.70	25.50	23.60	44.00	18.10	21.40	27.90	5.50	21.90	34.50	34.80	59.50	**323.40**	**59.50**
26	2021	25.30	41.90	40.90	25.60	24.80	26.20	5.10	16.50	7.10	57.70	52.20	23.70	**347.00**	**57.70**
27	2022	16.00	34.60	51.00	18.00	25.70	13.80	13.70	22.40	13.40	12.20	7.80	25.40	**254.00**	**51.00**
28	2023	25.30	18.00	23.80	41.90	14.00	25.40	11.30	6.90	7.90	21.40	44.60	33.00	**273.50**	**44.60**
29	2024	45.20	51.60	43.20	36.10	19.90	28.10	3.00	3.70	8.70	8.20	8.60	26.00	**282.30**	**51.60**
30	2025	22.20	31.00	66.30	25.20	26.80	15.20	0.00	20.40	26.40	29.80	34.10	25.21	**322.61**	**66.30**
MEDIA		**26.81**	**30.18**	**24.14**	**15.94**	**15.67**	**14.58**	**52.07**	**58.57**	**65.80**	**71.63**	**25.59**	**25.21**	**260.20**	**46.37**
MAX		**57.70**	**66.30**	**66.30**	**63.40**	**57.70**	**57.70**	**347.00**	**347.00**	**347.00**	**347.00**	**54.10**	**69.10**	**347.00**	**69.10**
DESV.		**11.43**	**11.68**	**13.32**	**12.98**	**11.92**	**11.93**	**81.80**	**85.48**	**88.37**	**92.93**	**13.64**	**14.22**	**44.74**	**9.74**

SELECCIÓN DE PERIODOS DE RETORNO

PERIODO	PROBABILIDAD	VIDA U.	RIESGO
(T)	(P)	AÑOS	(R)
2	**50%**	25	100%
5	**20%**	25	100%
10	**10%**	25	93%
25	**4%**	25	64%
50	**2%**	25	40%
75	**1%**	25	29%
100	**1%**	25	22%

ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS HIDROLOGICOS -MODELO DE DISTIBUCIÓN

Prueba de bondad y ajuste Smirnov-Kolmogarov_Distribución normal

m	PP.MAX 24h	PP.Mx.24 r,a+	P(x)=m/(n+1)	Z	F(Z)	P(X)-F(Z)
1	31.10	25.60	0.032	-1.91	0.03	0.004
2	48.30	28.80	0.065	-1.61	0.05	0.010
3	69.10	31.10	0.097	-1.39	0.08	0.014
4	53.30	32.60	0.129	-1.24	0.11	0.022
5	35.40	35.40	0.161	-0.97	0.17	0.004
6	42.50	37.50	0.194	-0.77	0.22	0.027
7	39.50	37.50	0.226	-0.77	0.22	0.005
8	32.60	39.50	0.258	-0.58	0.28	0.024
9	43.30	40.00	0.290	-0.53	0.30	0.008
10	37.50	41.10	0.323	-0.42	0.34	0.013
11	42.40	41.20	0.355	-0.41	0.34	0.015
12	41.20	41.80	0.387	-0.36	0.36	0.026
13	49.00	42.40	0.419	-0.30	0.38	0.037
14	54.10	42.50	0.452	-0.29	0.39	0.065
15	57.70	43.30	0.484	-0.21	0.42	0.068
16	28.80	44.60	0.516	-0.09	0.47	0.051
17	48.50	46.50	0.548	0.10	0.54	0.010
18	50.40	48.30	0.581	0.27	0.61	0.025
19	40.00	48.50	0.613	0.29	0.61	0.001
20	41.10	48.80	0.645	0.32	0.62	0.021
21	37.50	49.00	0.677	0.34	0.63	0.046
22	41.80	50.40	0.710	0.47	0.68	0.028
23	46.50	51.00	0.742	0.53	0.70	0.040
24	48.80	53.30	0.774	0.75	0.77	0.001
25	59.50	54.10	0.806	0.83	0.80	0.011
26	57.70	57.70	0.839	1.17	0.88	0.041
27	51.00	57.70	0.871	1.17	0.88	0.009
28	44.60	59.50	0.903	1.35	0.91	0.008
29	25.60	66.30	0.935	2.00	0.98	0.042
30	66.30	69.10	0.968	2.27	0.99	0.021
promedio		**45.50**			Δc	0.0678
desv. Estar		**10.396**			Δt	0.2483
		Δc	**<**	**Δt**		
		CUNPLE				

Prueba de bondad y ajuste Smirnov-Kolmogorov-Distribución **LOG Normal Dos Parámetros**

m	PP.MAX 24h	PP.Max. 24h ln(ppmx24h)	P(x)=m/(n+1)	Z	F(Z)	P(X)-F(Z)
1	25.60	3.24	0.03	-2.35	0.01	0.02
2	28.80	3.36	0.06	-1.84	0.03	0.03
3	31.10	3.44	0.10	-1.52	0.06	0.03
4	32.60	3.48	0.13	-1.31	0.09	0.03
5	35.40	3.57	0.16	-0.96	0.17	0.01
6	37.50	3.62	0.19	-0.72	0.24	0.04
7	37.50	3.62	0.23	-0.72	0.24	0.01
8	39.50	3.68	0.26	-0.49	0.31	0.05
9	40.00	3.69	0.29	-0.44	0.33	0.04
10	41.10	3.72	0.32	-0.32	0.37	0.05
11	41.20	3.72	0.35	-0.31	0.38	0.02
12	41.80	3.73	0.39	-0.25	0.40	0.01
13	42.40	3.75	0.42	-0.19	0.42	0.00
14	42.50	3.75	0.45	-0.18	0.43	0.02
15	43.30	3.77	0.48	-0.10	0.46	0.02
16	44.60	3.80	0.52	0.02	0.51	0.01
17	46.50	3.84	0.55	0.20	0.58	0.03
18	48.30	3.88	0.58	0.37	0.64	0.06
19	48.50	3.88	0.61	0.38	0.65	0.04
20	48.80	3.89	0.65	0.41	0.66	0.01
21	49.00	3.89	0.68	0.43	0.67	0.01
22	50.40	3.92	0.71	0.55	0.71	0.00
23	51.00	3.93	0.74	0.60	0.73	0.02
24	53.30	3.98	0.77	0.79	0.78	0.01
25	54.10	3.99	0.81	0.85	0.80	0.00
26	57.70	4.06	0.84	1.13	0.87	0.03
27	57.70	4.06	0.87	1.13	0.87	0.00
28	59.50	4.09	0.90	1.26	0.90	0.01
29	66.30	4.19	0.94	1.72	0.96	0.02
30	69.10	4.24	0.97	1.90	0.97	0.00
	μ	**3.79193**			Δc	0.0619
	σ	**0.23403**			ΔTabla	0.2483
		CUNPLE				

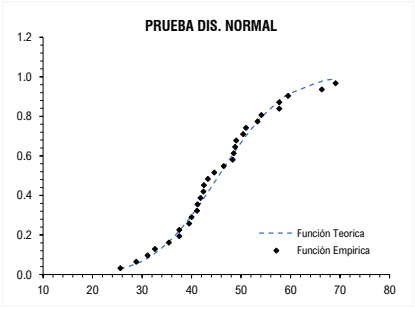
Prueba de bondad y ajuste Smirnov- Kolmogorov-Gumbel

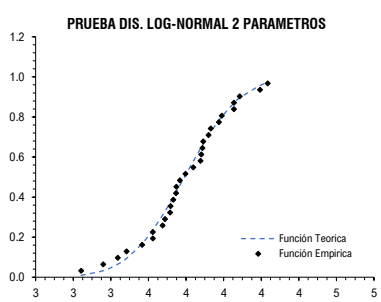
m	PP.Max. 24h r,a+	P(x)=m/(n+1)	F(Y)	P(X)-F(Y)
1	25.60	0.032	0.001	0.031
2	28.80	0.065	0.012	0.052
3	31.10	0.097	0.036	0.061
4	32.60	0.129	0.063	0.066
5	35.40	0.161	0.142	0.019
6	37.50	0.194	0.222	0.028
7	37.50	0.226	0.222	0.004
8	39.50	0.258	0.308	0.050
9	40.00	0.290	0.330	0.040
10	41.10	0.323	0.380	0.058
11	41.20	0.355	0.385	0.030
12	41.80	0.387	0.412	0.025
13	42.40	0.419	0.439	0.020
14	42.50	0.452	0.443	0.008
15	43.30	0.484	0.479	0.005
16	44.60	0.516	0.534	0.018
17	46.50	0.548	0.609	0.060
18	48.30	0.581	0.672	0.091
19	48.50	0.613	0.678	0.066
20	48.80	0.645	0.688	0.043
21	49.00	0.677	0.694	0.017
22	50.40	0.710	0.736	0.026
23	51.00	0.742	0.752	0.010
24	53.30	0.774	0.807	0.033
25	54.10	0.806	0.823	0.017
26	57.70	0.839	0.883	0.044
27	57.70	0.871	0.883	0.012
28	59.50	0.903	0.905	0.002
29	66.30	0.935	0.958	0.022
30	69.10	0.968	0.970	0.002
x	45.503		Δteorico	0.0913
S	10.396		ΔTabla	0.2483
α	8.105		**CUNPLE**	
μ	40.825			

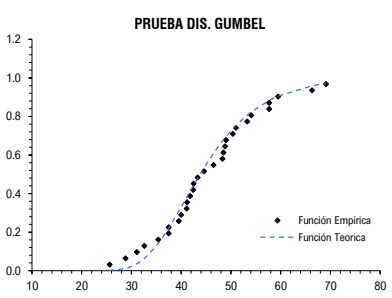
ANALISIS DE PRECIPITACIÓN MAX 24 Hr

	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
	ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	ASESORES:	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
	FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

GRAFICAS DE DISTRIBUCIONES







Z

PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

PP - DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$PP_{24H} = \bar{X} + K_T * Z$$
$$X_{t.corregido} = 1.13 \times X_t$$

T(años)	p	K_T	PP 24h	P.Corr
2	0.50	0.00	45.50	**51.42**
5	0.80	0.84	54.25	**61.31**
10	0.90	1.28	58.83	**66.47**
25	0.96	1.75	63.70	**71.98**
50	0.98	2.05	66.85	**75.54**
75	0.99	2.22	68.54	**77.45**
100	0.99	2.33	69.69	**78.75**

PP - DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL

$$PP_{24hr} = e^{(\mu+\sigma*Z)}$$

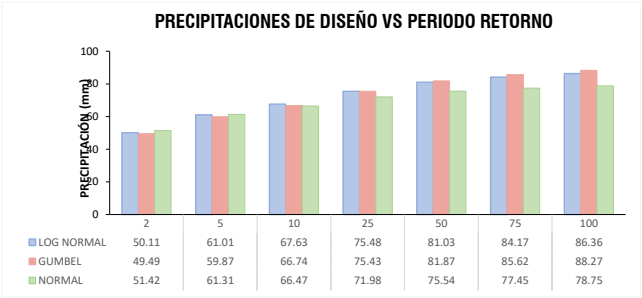
T(años)	p	K_T	PP 24h	P.Corr
2	0.50	0.00	44.34	**50.11**
5	0.80	0.84	53.99	**61.01**
10	0.90	1.28	59.85	**67.63**
25	0.96	1.75	66.80	**75.48**
50	0.98	2.05	71.71	**81.03**
75	0.99	2.22	74.49	**84.17**
100	0.99	2.33	76.43	**86.36**

PP - DISTRIBUCIÓN GUMBEL

$$PP_{24hr} = \mu + \alpha * Z$$

T(años)	p	Y_T	PP 24h	P.Corr
2	0.50	0.37	43.80	**49.49**
5	0.80	1.50	52.98	**59.87**
10	0.90	2.25	59.07	**66.74**
25	0.96	3.20	66.75	**75.43**
50	0.98	3.90	72.45	**81.87**
75	0.99	4.31	75.77	**85.62**
100	0.99	4.60	78.11	**88.27**

T(años)	PP max Elegida
	PP - DISTRIBUCIÓN GUMBEL
	0.0913
2	**49.49**
5	**59.87**
10	**66.74**
25	**75.43**
50	**81.87**
75	**85.62**
100	**88.27**



ANALISIS DE PRECIPITACIÓN MAX 24 Hr -DICK PESCHKE						
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
	ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	**ASESORES:**	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal
	FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

Preriodo de retorno	2	5	10	25	50	75	100
PP Max 24 hr DE DISEÑO ELEGIDAS	**49.5**	**59.9**	**66.7**	**75.4**	**81.9**	**85.6**	**88.3**

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 24hr SEGÚN FORMULA DE DICK-PESCHKE

$$P_d = P_{24h}\left(\frac{d}{1440}\right)^{0.507}$$

Pd = Presipitación total (mm)
d = Duración (min)
P24h = Preci. max 24h (mm)

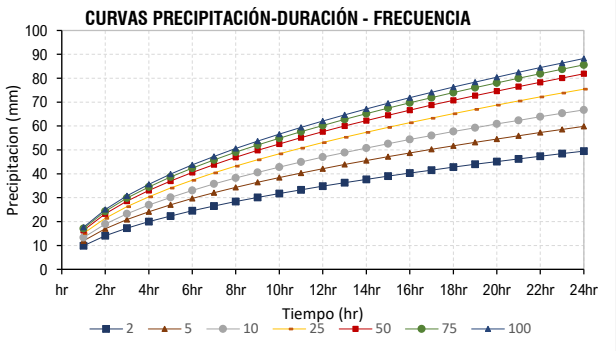
Duración (hr)	Duración (min)	Ppmax 24hr (mm)						
		49.5	59.9	66.7	75.4	81.9	85.6	88.3
		Periodo de retorno (Años)						
		2	5	10	25	50	75	100
		Precipitación máxima (mm)						
1hr	60	9.9	12.0	13.3	15.1	16.3	17.1	17.6
2hr	120	14.0	17.0	18.9	21.4	23.2	24.3	25.0
3hr	180	17.2	20.9	23.3	26.3	28.5	29.8	30.8
4hr	240	20.0	24.1	26.9	30.4	33.0	34.5	35.6
5hr	300	22.3	27.0	30.1	34.1	37.0	38.7	39.8
6hr	360	24.5	29.6	33.0	37.4	40.5	42.4	43.7
7hr	420	26.5	32.1	35.7	40.4	43.8	45.8	47.3
8hr	480	28.4	34.3	38.2	43.2	46.9	49.1	50.6
9hr	540	30.1	36.4	40.6	45.9	49.8	52.1	53.7
10hr	600	31.8	38.4	42.8	48.4	52.5	54.9	56.6
11hr	660	33.3	40.3	44.9	50.8	55.1	57.6	59.4
12hr	720	34.8	42.1	47.0	53.1	57.6	60.2	62.1
13hr	780	36.3	43.9	48.9	55.3	60.0	62.7	64.7
14hr	840	37.7	45.6	50.8	57.4	62.3	65.1	67.2
15hr	900	39.0	47.2	52.6	59.4	64.5	67.5	69.6
16hr	960	40.3	48.7	54.3	61.4	66.7	69.7	71.9
17hr	1020	41.6	50.3	56.0	63.3	68.7	71.9	74.1
18hr	1080	42.8	51.7	57.7	65.2	70.8	74.0	76.3
19hr	1140	44.0	53.2	59.3	67.0	72.7	76.1	78.4
20hr	1200	45.1	54.6	60.9	68.8	74.6	78.1	80.5
21hr	1260	46.2	56.0	62.4	70.5	76.5	80.0	82.5
22hr	1320	47.4	57.3	63.9	72.2	78.3	81.9	84.5
23hr	1380	48.4	58.6	65.3	73.8	80.1	83.8	86.4
24hr	1440	49.5	59.9	66.7	75.4	81.9	85.6	88.3

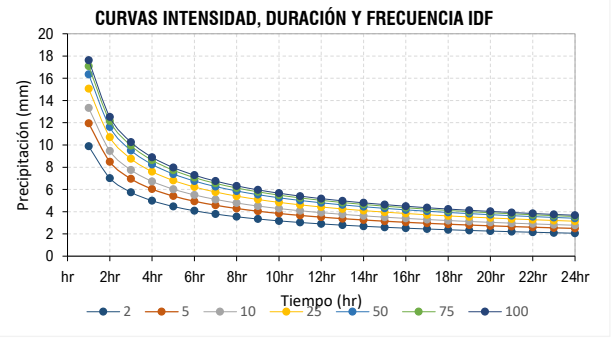
INTENSIDAD MAXIMA DE PRECIPITACIÓN

$$I = \frac{P}{Td}$$

I = Intensidad maxima de precipitación(mm/hr)
P Precipitación maxima (mm)
Td = Duración

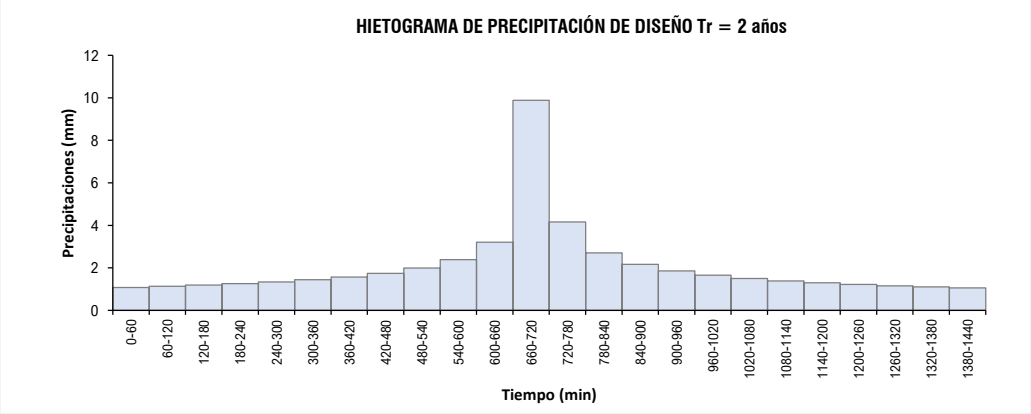
Duración (hr)	Duración (min)	Intensidad máxima de Precipitación (mm/hr)						
		Periodo de retorno (Años)						
		2	5	10	25	50	75	100
1hr	60	9.9	12.0	13.3	15.1	16.3	17.1	17.6
2hr	120	7.0	8.5	9.5	10.7	11.6	12.1	12.5
3hr	180	5.7	7.0	7.8	8.8	9.5	9.9	10.3
4hr	240	5.0	6.0	6.7	7.6	8.3	8.6	8.9
5hr	300	4.5	5.4	6.0	6.8	7.4	7.7	8.0
6hr	360	4.1	4.9	5.5	6.2	6.8	7.1	7.3
7hr	420	3.8	4.6	5.1	5.8	6.3	6.5	6.8
8hr	480	3.5	4.3	4.8	5.4	5.9	6.1	6.3
9hr	540	3.3	4.0	4.5	5.1	5.5	5.8	6.0
10hr	600	3.2	3.8	4.3	4.8	5.3	5.5	5.7
11hr	660	3.0	3.7	4.1	4.6	5.0	5.2	5.4
12hr	720	2.9	3.5	3.9	4.4	4.8	5.0	5.2
13hr	780	2.8	3.4	3.8	4.3	4.6	4.8	5.0
14hr	840	2.7	3.3	3.6	4.1	4.4	4.7	4.8
15hr	900	2.6	3.1	3.5	4.0	4.3	4.5	4.6
16hr	960	2.5	3.0	3.4	3.8	4.2	4.4	4.5
17hr	1020	2.4	3.0	3.3	3.7	4.0	4.2	4.4
18hr	1080	2.4	2.9	3.2	3.6	3.9	4.1	4.2
19hr	1140	2.3	2.8	3.1	3.5	3.8	4.0	4.1
20hr	1200	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	3.9	4.0
21hr	1260	2.2	2.7	3.0	3.4	3.6	3.8	3.9
22hr	1320	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	3.7	3.8
23hr	1380	2.1	2.5	2.8	3.2	3.5	3.6	3.8
24hr	1440	2.1	2.5	2.8	3.1	3.4	3.6	3.7





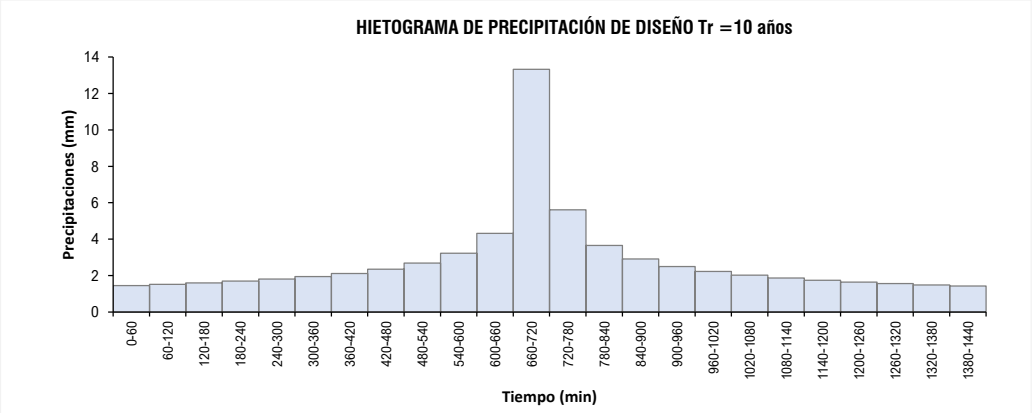
HIETOGRAMA A PARTIR DE INTENSIDAD DICK-PESCHKE						
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
	ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	**ASESORES:**	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal
	FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
D	I	Prof. Acum.	Prof. Increm.	Tiempo	PP
min	**mm/hr**	**mm**	**mm**	**min**	**mm**
60	9.9	9.9	9.9	0-60	1.08
120	7.0	14.0	4.2	60-120	1.13
180	5.7	17.2	3.2	120-180	1.19
240	5.0	20.0	2.7	180-240	1.26
300	4.5	22.3	2.4	240-300	1.34
360	4.1	24.5	2.2	300-360	1.44
420	3.8	26.5	2.0	360-420	1.57
480	3.5	28.4	1.9	420-480	1.74
540	3.3	30.1	1.7	480-540	1.99
600	3.2	31.8	1.7	540-600	2.39
660	3.0	33.3	1.6	600-660	3.20
720	2.9	34.8	1.5	660-720	9.88
780	2.8	36.3	1.4	720-780	4.16
840	2.7	37.7	1.4	780-840	2.71
900	2.6	39.0	1.3	840-900	2.16
960	2.5	40.3	1.3	900-960	1.86
1020	2.4	41.6	1.3	960-1020	1.65
1080	2.4	42.8	1.2	1020-1080	1.50
1140	2.3	44.0	1.2	1080-1140	1.39
1200	2.3	45.1	1.2	1140-1200	1.30
1260	2.2	46.2	1.1	1200-1260	1.22
1320	2.2	47.4	1.1	1260-1320	1.16
1380	2.1	48.4	1.1	1320-1380	1.10
1440	2.1	49.5	1.1	1380-1440	1.06



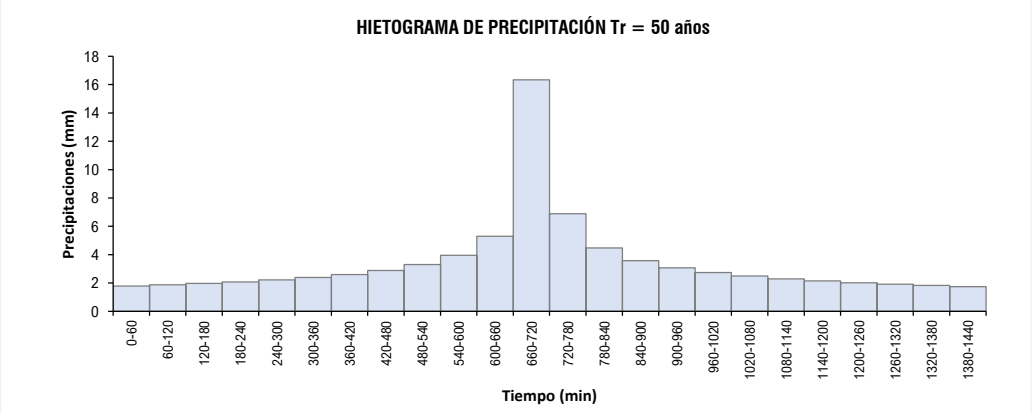
HIETOGRAMA A PARTIR DE INTENSIDAD DICK-PESCHKE						
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
	ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	**ASESORES:**	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal
	FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
D	I	Prof. Acum.	Prof. Increm.	Tiempo	PP
min	**mm/hr**	**mm**	**mm**	**min**	**mm**
60	13.3	13.3	13.3	0-60	1.5
120	9.5	18.9	5.6	60-120	1.5
180	7.8	23.3	4.3	120-180	1.6
240	6.7	26.9	3.7	180-240	1.7
300	6.0	30.1	3.2	240-300	1.8
360	5.5	33.0	2.9	300-360	1.9
420	5.1	35.7	2.7	360-420	2.1
480	4.8	38.2	2.5	420-480	2.4
540	4.5	40.6	2.4	480-540	2.7
600	4.3	42.8	2.2	540-600	3.2
660	4.1	44.9	2.1	600-660	4.3
720	3.9	47.0	2.0	660-720	13.3
780	3.8	48.9	1.9	720-780	5.6
840	3.6	50.8	1.9	780-840	3.7
900	3.5	52.6	1.8	840-900	2.9
960	3.4	54.3	1.7	900-960	2.5
1020	3.3	56.0	1.7	960-1020	2.2
1080	3.2	57.7	1.6	1020-1080	2.0
1140	3.1	59.3	1.6	1080-1140	1.9
1200	3.0	60.9	1.6	1140-1200	1.7
1260	3.0	62.4	1.5	1200-1260	1.6
1320	2.9	63.9	1.5	1260-1320	1.6
1380	2.8	65.3	1.5	1320-1380	1.5
1440	2.8	66.7	1.4	1380-1440	1.4



HIETOGRAMA A PARTIR DE INTENSIDAD DICK-PESCHKE						
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
	ESTACIÓN:	CHOTANO LAJAS	**ASESORES:**	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal
	FECHA DE ANALISIS:	10/02/2026		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante		Cubas Bustamante, Wilder

MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO					
D	I	Prof. Acum.	Prof. Increm.	Tiempo	PP
min	**mm/hr**	**mm**	**mm**	**min**	**mm**
60	16.3	16.3	16.3	0-60	1.8
120	11.6	23.2	6.9	60-120	1.9
180	9.5	28.5	5.3	120-180	2.0
240	8.3	33.0	4.5	180-240	2.1
300	7.4	37.0	4.0	240-300	2.2
360	6.8	40.5	3.6	300-360	2.4
420	6.3	43.8	3.3	360-420	2.6
480	5.9	46.9	3.1	420-480	2.9
540	5.5	49.8	2.9	480-540	3.3
600	5.3	52.5	2.7	540-600	4.0
660	5.0	55.1	2.6	600-660	5.3
720	4.8	57.6	2.5	660-720	16.3
780	4.6	60.0	2.4	720-780	6.9
840	4.4	62.3	2.3	780-840	4.5
900	4.3	64.5	2.2	840-900	3.6
960	4.2	66.7	2.1	900-960	3.1
1020	4.0	68.7	2.1	960-1020	2.7
1080	3.9	70.8	2.0	1020-1080	2.5
1140	3.8	72.7	2.0	1080-1140	2.3
1200	3.7	74.6	1.9	1140-1200	2.1
1260	3.6	76.5	1.9	1200-1260	2.0
1320	3.6	78.3	1.8	1260-1320	1.9
1380	3.5	80.1	1.8	1320-1380	1.8
1440	3.4	81.9	1.7	1380-1440	1.7



ANEXO G

Estudio de mecánica de suelos de los taludes

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre	TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE 763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E1-M1		NORTE 9268984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025		

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 0.75m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen			*Dimenciones del Espécimen*			*Dimenciones del Espécimen*		
Lado (Lo)	cm	5.90	Lado (Lo)	cm	5.90	Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90	Altura	cm	1.90	Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.81	Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.14	Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)			*Humeda Inicial (Especimen)*			*Humeda Inicial (Especimen)*		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.30	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	202.30	Masa húmeda + molde	g	203.30	Masa húmeda + molde	g	200.40
Masa húmedad	g	143.1	Masa húmedad	g	144	Masa húmedad	g	141.2
Contenido de Humedad			*Contenido de Humedad*			*Contenido de Humedad*		
Masa del recipiente	g	71.90	Masa del recipiente	g	71.90	Masa del recipiente	g	71.90
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	212.80	Masa del suelo húmedo +recipiente	g	213.20	Masa del suelo húmedo +recipiente	g	210.00
Masa del suelo seco + recipiente	g	185.90	Masa del suelo seco + recipiente	g	187.90	Masa del suelo seco + recipiente	g	183.30
Contenido de Humedad	%	23.60%	Contenido de Humedad	%	21.81%	Contenido de Humedad	%	23.97%
Peso Unitario			*Peso Unitario*			*Peso Unitario*		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.16	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.18	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.13
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.75	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.79	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.72

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75	W PESAS	Kg	3.5	W PESAS	Kg	5.25
Tiempo de Ensayo	hr/mi/s	0 : 4 : 49	Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 : 4 : 49	Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 : 4 : 49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.49	34.81	0.503	0.158
00:00:10	0.004	0.126	5.48	34.81	0.503	0.158
00:00:20	0.288	0.190	12.82	34.64	0.505	0.370
00:00:30	0.938	0.202	12.39	34.26	0.511	0.362
00:00:40	1.609	0.211	12.08	33.86	0.517	0.357
00:00:50	2.260	0.223	19.50	33.48	0.523	0.583
00:01:00	2.856	0.223	24.14	33.12	0.528	0.729
00:01:10	3.480	0.211	27.14	32.76	0.534	0.828
00:01:20	4.136	0.175	29.23	32.37	0.541	0.903
00:01:30	4.784	0.117	30.74	31.99	0.547	0.961
00:01:40	5.461	0.071	31.80	31.59	0.554	1.007
00:01:50	6.129	-0.001	32.49	31.19	0.561	1.041
00:02:00	6.785	-0.065	32.83	30.81	0.568	1.066
00:02:10	7.463	-0.114	32.94	30.41	0.576	1.083
00:02:20	8.152	-0.158	32.59	30.00	0.583	1.086
00:02:30	8.837	-0.215	32.27	29.60	0.591	1.090
00:02:40	9.497	-0.250	31.86	29.21	0.599	1.091
00:02:50	10.163	-0.321	31.62	28.81	0.607	1.097
00:03:00	10.839	-0.362	31.46	28.41	0.616	1.107
00:03:10	11.517	-0.402	31.04	28.01	0.625	1.108
00:03:20	12.211	-0.442	30.64	27.61	0.634	1.110
00:03:30	12.879	-0.484	30.29	27.21	0.643	1.113
00:03:40	13.548	-0.526	29.91	26.82	0.653	1.115
00:03:50	14.224	-0.569	29.68	26.42	0.662	1.124
00:04:00	14.909	-0.608	29.38	26.01	0.673	1.129
00:04:10	15.570	-0.649	29.12	25.62	0.683	1.137
00:04:20	16.224	-0.675	29.03	25.24	0.693	1.150
00:04:30	16.873	-0.691	28.78	24.85	0.704	1.158
00:04:40	17.555	-0.713	28.33	24.45	0.716	1.158
00:04:49	18.173	-0.732	27.87	24.09	0.727	1.157

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.83	34.81	1.005	0.168
00:00:10	0.006	0.072	5.81	34.81	1.006	0.167
00:00:20	0.303	0.141	17.90	34.63	1.011	0.517
00:00:30	0.965	0.163	17.75	34.24	1.022	0.518
00:00:40	1.626	0.164	16.41	33.85	1.034	0.485
00:00:50	2.268	0.165	25.23	33.47	1.046	0.754
00:01:00	2.849	0.165	33.18	33.13	1.056	1.002
00:01:10	3.474	0.161	38.23	32.76	1.068	1.167
00:01:20	4.183	0.153	40.97	32.34	1.082	1.267
00:01:30	4.809	0.128	42.49	31.97	1.095	1.329
00:01:40	5.482	0.096	42.75	31.58	1.108	1.354
00:01:50	6.162	0.060	43.20	31.17	1.123	1.386
00:02:00	6.831	0.028	43.20	30.78	1.137	1.404
00:02:10	7.508	-0.006	43.39	30.38	1.152	1.428
00:02:20	8.201	-0.046	43.41	29.97	1.168	1.449
00:02:30	8.863	-0.077	42.90	29.58	1.183	1.450
00:02:40	9.529	-0.106	42.55	29.19	1.199	1.458
00:02:50	10.195	-0.121	41.76	28.79	1.215	1.451
00:03:00	10.858	-0.131	41.72	28.40	1.232	1.469
00:03:10	11.539	-0.137	41.17	28.00	1.250	1.470
00:03:20	12.214	-0.159	40.57	27.60	1.268	1.470
00:03:30	12.868	-0.174	40.18	27.22	1.286	1.476
00:03:40	13.557	-0.184	39.26	26.81	1.305	1.464
00:03:50	14.238	-0.193	38.69	26.41	1.325	1.465
00:04:00	14.918	-0.200	38.05	26.01	1.346	1.463
00:04:10	15.601	-0.204	37.38	25.61	1.367	1.460
00:04:20	16.263	-0.211	36.75	25.21	1.388	1.457
00:04:30	16.941	-0.217	36.04	24.81	1.410	1.453
00:04:40	17.613	-0.217	35.48	24.42	1.433	1.453
00:04:49	18.225	-0.217	35.09	24.06	1.455	1.458

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.81	34.81	1.508	0.167
00:00:10	0.004	0.267	5.85	34.81	1.508	0.168
00:00:20	0.189	0.362	16.84	34.70	1.513	0.485
00:00:30	0.798	0.412	21.53	34.34	1.529	0.627
00:00:40	1.439	0.417	19.64	33.96	1.546	0.578
00:00:50	2.069	0.452	28.11	33.59	1.563	0.837
00:01:00	2.681	0.465	35.33	33.23	1.580	1.063
00:01:10	3.314	0.481	39.70	32.85	1.598	1.208
00:01:20	3.952	0.502	42.29	32.48	1.616	1.302
00:01:30	4.623	0.515	43.61	32.08	1.636	1.359
00:01:40	5.294	0.524	44.08	31.69	1.657	1.391
00:01:50	5.962	0.528	44.39	31.29	1.678	1.419
00:02:00	6.652	0.532	44.86	30.89	1.700	1.453
00:02:10	7.311	0.545	45.02	30.50	1.722	1.476
00:02:20	7.999	0.550	45.02	30.09	1.745	1.496
00:02:30	8.687	0.565	44.70	29.68	1.769	1.506
00:02:40	9.361	0.571	44.16	29.29	1.793	1.508
00:02:50	10.015	0.583	43.73	28.90	1.817	1.513
00:03:00	10.698	0.606	43.61	28.50	1.842	1.530
00:03:10	11.377	0.626	43.38	28.10	1.868	1.544
00:03:20	12.060	0.635	43.30	27.69	1.896	1.564
00:03:30	12.748	0.644	43.35	27.29	1.924	1.589
00:03:40	13.416	0.643	43.14	26.89	1.952	1.604
00:03:50	14.095	0.643	42.63	26.49	1.982	1.609
00:04:00	14.758	0.655	42.27	26.10	2.011	1.619
00:04:10	15.438	0.665	41.80	25.70	2.043	1.627
00:04:20	16.103	0.666	41.54	25.31	2.074	1.641
00:04:30	16.782	0.666	41.22	24.91	2.108	1.655
00:04:40	17.441	0.684	40.84	24.52	2.141	1.665
00:04:49	18.054	0.705	40.33	24.16	2.173	1.669

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR. ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE	763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E1-M1		NORTE	9268984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

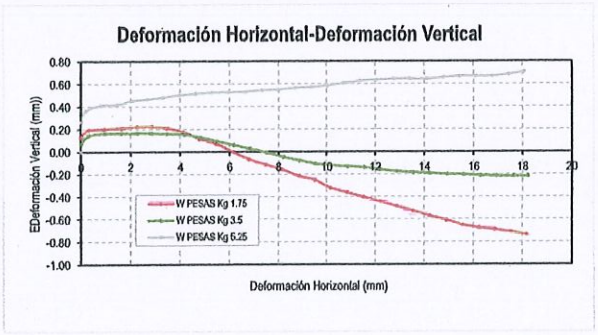
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

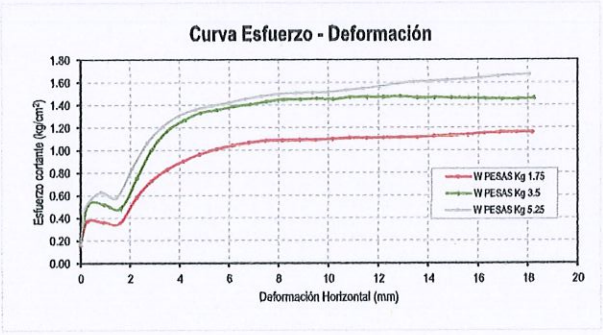
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	23.60%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.16
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.75
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.17
Velocidad de corte	mm/min	3.77
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.946

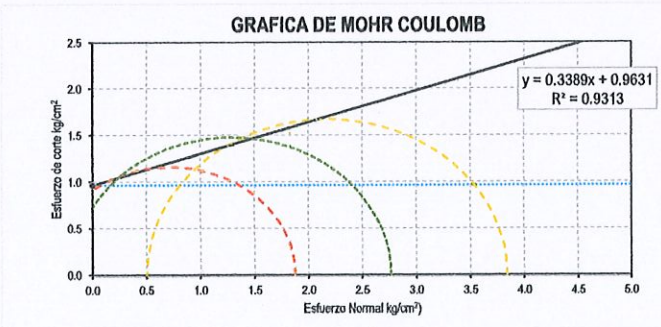
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.30
Contenido de Humedad	%	21.81%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.18
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.79
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.23
Velocidad de corte	mm/min	3.78
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	1.247

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	23.97%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.13
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.72
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.05
Velocidad de corte	mm/min	3.75
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	1.293

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.72 Kg/cm^2	1.158 Kg/cm^2	0.963 Kg/cm^2	18.72°
2	1.29 Kg/cm^2	1.476 Kg/cm^2		
3	2.17 Kg/cm^2	1.669 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR. ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E2-M2		NORTE	9268984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	0.75 - 1.50m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.30
Masa húmeda + molde	g	165.70
Masa húmedad	g	106.4
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	86.00
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	188.80
Masa del suelo seco + recipiente	g	170.60
Contenido de Humedad	%	21.51%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.61
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.32

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.30
Masa húmeda + molde	g	173.20
Masa húmedad	g	113.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	86.00
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	197.50
Masa del suelo seco + recipiente	g	177.10
Contenido de Humedad	%	22.39%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.41

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.40
Masa húmeda + molde	g	173.40
Masa húmedad	g	114
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	86.00
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	195.10
Masa del suelo seco + recipiente	g	176.40
Contenido de Humedad	%	20.69%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.43

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/s	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.78	34.81	0.503	0.166
00:00:10	0.007	0.543	5.74	34.81	0.503	0.165
00:00:20	0.233	0.612	12.44	34.67	0.505	0.359
00:00:30	0.854	0.659	12.84	34.31	0.510	0.374
00:00:40	1.488	0.673	12.15	33.93	0.516	0.358
00:00:50	2.129	0.742	16.42	33.55	0.522	0.489
00:01:00	2.798	0.809	18.89	33.16	0.528	0.570
00:01:10	3.468	0.877	20.06	32.76	0.534	0.612
00:01:20	4.122	0.919	20.82	32.38	0.540	0.643
00:01:30	4.788	0.951	21.31	31.99	0.547	0.666
00:01:40	5.475	0.994	21.62	31.58	0.554	0.685
00:01:50	6.152	1.007	21.70	31.18	0.561	0.696
00:02:00	6.827	1.012	21.68	30.78	0.569	0.704
00:02:10	7.484	1.017	21.46	30.39	0.576	0.706
00:02:20	8.164	1.017	21.08	29.99	0.583	0.703
00:02:30	8.860	1.021	20.59	29.58	0.592	0.696
00:02:40	9.549	1.021	20.20	29.18	0.600	0.692
00:02:50	10.206	1.021	19.88	28.79	0.608	0.690
00:03:00	10.876	1.021	19.59	28.39	0.616	0.690
00:03:10	11.547	1.021	19.35	28.00	0.625	0.691
00:03:20	12.241	1.021	19.10	27.59	0.634	0.692
00:03:30	12.916	1.020	18.91	27.19	0.644	0.695
00:03:40	13.563	1.020	18.67	26.81	0.653	0.697
00:03:50	14.258	1.017	18.43	26.40	0.663	0.698
00:04:00	14.926	1.013	18.27	26.00	0.673	0.702
00:04:10	15.583	1.012	18.15	25.62	0.683	0.709
00:04:20	16.262	1.007	18.04	25.22	0.694	0.716
00:04:30	16.938	1.002	17.91	24.82	0.705	0.722
00:04:40	17.582	0.992	17.70	24.44	0.716	0.724
00:04:49	18.185	0.966	17.40	24.08	0.727	0.723

W PESAS	Kg	3.5		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.85	34.81	1.005	0.168
00:00:10	0.008	0.238	5.83	34.81	1.006	0.168
00:00:20	0.254	0.321	16.27	34.66	1.010	0.469
00:00:30	0.807	0.360	16.75	34.33	1.019	0.488
00:00:40	1.463	0.381	15.96	33.95	1.031	0.470
00:00:50	2.132	0.423	20.32	33.55	1.043	0.606
00:01:00	2.771	0.505	22.98	33.18	1.055	0.693
00:01:10	3.425	0.572	24.69	32.79	1.067	0.753
00:01:20	4.087	0.616	25.78	32.40	1.080	0.796
00:01:30	4.765	0.661	26.39	32.00	1.094	0.825
00:01:40	5.443	0.698	26.55	31.60	1.108	0.840
00:01:50	6.110	0.746	26.71	31.21	1.122	0.856
00:02:00	6.792	0.764	26.64	30.80	1.136	0.865
00:02:10	7.456	0.776	26.43	30.41	1.151	0.869
00:02:20	8.137	0.787	26.12	30.01	1.166	0.870
00:02:30	8.823	0.790	25.64	29.60	1.182	0.866
00:02:40	9.508	0.799	25.12	29.20	1.199	0.860
00:02:50	10.172	0.817	24.67	28.81	1.215	0.856
00:03:00	10.837	0.822	24.19	28.42	1.232	0.851
00:03:10	11.513	0.834	23.66	28.02	1.249	0.844
00:03:20	12.204	0.837	22.98	27.61	1.268	0.832
00:03:30	12.882	0.837	22.48	27.21	1.286	0.826
00:03:40	13.550	0.837	21.90	26.82	1.305	0.817
00:03:50	14.225	0.841	21.51	26.42	1.325	0.814
00:04:00	14.886	0.842	21.12	26.03	1.345	0.812
00:04:10	15.577	0.841	20.29	25.62	1.366	0.792
00:04:20	16.234	0.842	20.02	25.23	1.387	0.793
00:04:30	16.892	0.842	19.68	24.84	1.409	0.792
00:04:40	17.561	0.842	19.20	24.45	1.432	0.786
00:04:49	18.160	0.842	18.82	24.10	1.453	0.781

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	6.52	34.81	1.508	0.187
00:00:10	0.000	0.000	6.59	34.81	1.508	0.189
00:00:20	0.146	0.003	16.47	34.72	1.512	0.474
00:00:30	0.701	0.066	22.30	34.40	1.526	0.648
00:00:40	1.368	0.106	21.05	34.00	1.544	0.619
00:00:50	2.025	0.120	23.11	33.62	1.562	0.687
00:01:00	2.673	0.183	26.79	33.23	1.580	0.806
00:01:10	3.336	0.258	28.51	32.84	1.599	0.868
00:01:20	4.004	0.317	29.53	32.45	1.618	0.910
00:01:30	4.700	0.373	30.39	32.04	1.639	0.949
00:01:40	5.359	0.408	30.72	31.65	1.659	0.971
00:01:50	6.042	0.449	30.93	31.25	1.680	0.990
00:02:00	6.722	0.472	31.00	30.84	1.702	1.005
00:02:10	7.391	0.499	30.82	30.45	1.724	1.012
00:02:20	8.066	0.528	30.56	30.05	1.747	1.017
00:02:30	8.743	0.550	30.33	29.65	1.771	1.023
00:02:40	9.442	0.566	29.78	29.24	1.796	1.018
00:02:50	10.116	0.581	29.35	28.84	1.820	1.018
00:03:00	10.773	0.590	28.93	28.45	1.845	1.017
00:03:10	11.442	0.601	28.38	28.06	1.871	1.011
00:03:20	12.104	0.613	27.93	27.67	1.897	1.009
00:03:30	12.798	0.630	27.40	27.26	1.926	1.005
00:03:40	13.483	0.637	26.88	26.86	1.955	1.001
00:03:50	14.144	0.657	26.49	26.47	1.984	1.001
00:04:00	14.814	0.664	26.10	26.07	2.014	1.001
00:04:10	15.496	0.667	25.59	25.67	2.045	0.997
00:04:20	16.156	0.671	25.37	25.28	2.077	1.004
00:04:30	16.829	0.682	25.01	24.88	2.110	1.005
00:04:40	17.495	0.693	24.55	24.49	2.144	1.002
00:04:49	18.095	0.704	24.11	24.13	2.175	0.999

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR. ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E2-M2		NORTE	9268984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

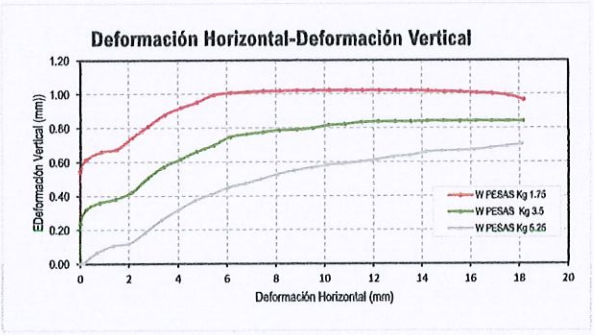
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

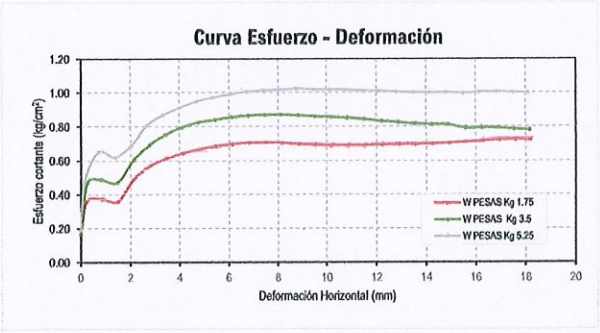
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.30
Contenido de Humedad	%	21.51%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.61
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.32
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.19
Velocidad de corte	mm/min	3.78
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.623

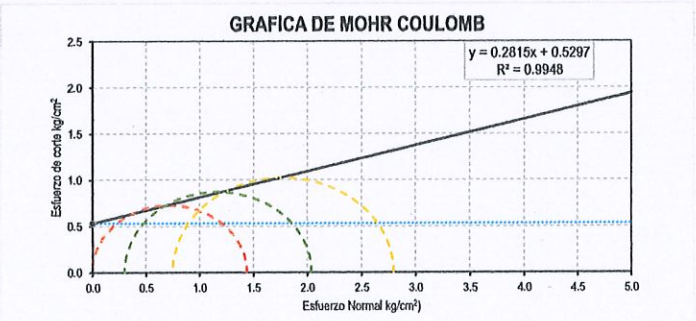
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.30
Contenido de Humedad	%	22.39%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.41
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.16
Velocidad de corte	mm/min	3.77
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.767

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.40
Contenido de Humedad	%	20.69%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.43
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.10
Velocidad de corte	mm/min	3.76
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.891

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Espécimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.72 Kg/cm^2	0.724 Kg/cm^2	0.530 Kg/cm^2	15.72°
2	1.17 Kg/cm^2	0.870 Kg/cm^2		
3	1.77 Kg/cm^2	1.023 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR. ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre	TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE 763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E3-M3		NORTE 9268984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025		

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	1.50 - 2.00m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	168.10
Masa húmedad	g	108.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.40
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	192.40
Masa del suelo seco + recipiente	g	158.20
Contenido de Humedad	%	46.98%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.12

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	176.10
Masa húmedad	g	116.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.40
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	201.70
Masa del suelo seco + recipiente	g	164.60
Contenido de Humedad	%	46.84%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.77
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.20

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	179.30
Masa húmedad	g	120.1
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.40
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	201.50
Masa del suelo seco + recipiente	g	165.00
Contenido de Humedad	%	45.85%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.82
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.24

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/s	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	5.85	34.81	0.503	0.168
00:00:10	0.098	0.000	7.67	34.75	0.504	0.221
00:00:20	0.567	0.000	13.25	34.48	0.508	0.384
00:00:30	1.187	0.000	12.71	34.11	0.513	0.373
00:00:40	1.854	0.000	15.36	33.72	0.519	0.456
00:00:50	2.475	0.000	18.46	33.35	0.525	0.554
00:01:00	3.110	0.000	20.11	32.98	0.531	0.610
00:01:10	3.774	0.000	20.98	32.58	0.537	0.644
00:01:20	4.461	0.000	21.55	32.18	0.544	0.670
00:01:30	5.130	-0.001	21.74	31.78	0.551	0.684
00:01:40	5.794	0.000	21.77	31.39	0.557	0.694
00:01:50	6.463	-0.001	21.73	31.00	0.565	0.701
00:02:00	7.154	-0.001	21.74	30.59	0.572	0.711
00:02:10	7.829	-0.001	21.71	30.19	0.580	0.719
00:02:20	8.495	-0.001	21.56	29.80	0.587	0.724
00:02:30	9.171	-0.001	21.49	29.40	0.595	0.731
00:02:40	9.851	-0.001	21.42	29.00	0.603	0.739
00:02:50	10.508	-0.001	21.23	28.61	0.612	0.742
00:03:00	11.150	0.000	21.11	28.23	0.620	0.748
00:03:10	11.820	-0.001	20.97	27.84	0.629	0.753
00:03:20	12.496	-0.001	20.73	27.44	0.638	0.756
00:03:30	13.175	-0.001	20.57	27.04	0.647	0.761
00:03:40	13.864	0.000	20.45	26.63	0.657	0.768
00:03:50	14.526	-0.001	20.32	26.24	0.667	0.774
00:04:00	15.184	-0.001	20.20	25.85	0.677	0.782
00:04:10	15.848	-0.001	20.05	25.46	0.687	0.788
00:04:20	16.520	-0.001	19.92	25.06	0.698	0.795
00:04:30	17.196	-0.001	19.83	24.66	0.710	0.804
00:04:40	17.875	-0.001	19.80	24.26	0.721	0.816
00:04:49	18.198	-0.001	19.78	24.07	0.727	0.821

W PESAS	Kg	3.5		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/se	0 :	5 :	20

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	6.06	34.81	1.005	0.174
00:00:10	0.000	0.080	6.06	34.81	1.005	0.174
00:00:20	0.219	0.150	14.40	34.68	1.009	0.415
00:00:30	0.825	0.212	18.18	34.32	1.020	0.530
00:00:40	1.478	0.232	16.20	33.94	1.031	0.477
00:00:50	2.125	0.290	22.27	33.56	1.043	0.664
00:01:00	2.797	0.349	25.44	33.16	1.055	0.767
00:01:10	3.468	0.411	27.79	32.76	1.068	0.848
00:01:20	4.127	0.460	29.05	32.38	1.081	0.897
00:01:30	4.805	0.492	29.51	31.98	1.095	0.923
00:01:40	5.469	0.532	29.52	31.58	1.108	0.935
00:01:50	6.145	0.572	29.00	31.18	1.122	0.930
00:02:00	6.838	0.588	28.36	30.78	1.137	0.921
00:02:10	7.496	0.608	27.59	30.39	1.152	0.908
00:02:20	8.177	0.617	26.62	29.99	1.167	0.888
00:02:30	8.864	0.628	25.73	29.58	1.183	0.870
00:02:40	9.542	0.631	24.91	29.18	1.199	0.854
00:02:50	10.208	0.633	24.19	28.79	1.216	0.840
00:03:00	10.870	0.639	23.57	28.40	1.233	0.830
00:03:10	11.536	0.640	23.16	28.00	1.250	0.827
00:03:20	12.220	0.643	22.70	27.60	1.268	0.823
00:03:30	12.919	0.644	22.35	27.19	1.287	0.822
00:03:40	13.597	0.644	21.95	26.79	1.307	0.819
00:03:50	14.262	0.653	21.56	26.40	1.326	0.817
00:04:00	14.902	0.654	21.26	26.02	1.345	0.817
00:04:10	15.576	0.654	20.96	25.62	1.366	0.818
00:04:20	16.258	0.655	20.68	25.22	1.388	0.820
00:04:30	16.932	0.657	20.32	24.82	1.410	0.819
00:04:40	17.590	0.657	19.88	24.43	1.433	0.814
00:04:50	17.934	0.657	19.68	24.23	1.445	0.812
00:05:00	18.009	0.658	19.63	24.18	1.447	0.812
00:05:10	18.068	0.658	19.59	24.15	1.449	0.811
00:05:20	18.129	0.658	19.56	24.11	1.451	0.811

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/se	0 :	5 :	30

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:00	0.000	0.000	6.00	34.81	1.508	0.172
00:00:10	0.000	0.142	6.07	34.81	1.508	0.174
00:00:20	0.130	0.212	18.70	34.73	1.512	0.538
00:00:30	0.696	0.311	20.72	34.40	1.526	0.602
00:00:40	1.356	0.327	19.55	34.01	1.544	0.575
00:00:50	1.990	0.340	24.07	33.64	1.561	0.716
00:01:00	2.648	0.411	27.55	33.25	1.579	0.829
00:01:10	3.319	0.474	29.41	32.85	1.598	0.895
00:01:20	3.981	0.525	30.51	32.46	1.617	0.940
00:01:30	4.663	0.563	31.16	32.06	1.638	0.972
00:01:40	5.332	0.629	31.19	31.66	1.658	0.985
00:01:50	6.010	0.657	30.81	31.26	1.679	0.985
00:02:00	6.694	0.692	30.24	30.86	1.701	0.980
00:02:10	7.355	0.718	29.68	30.47	1.723	0.974
00:02:20	8.042	0.736	29.14	30.07	1.746	0.969
00:02:30	8.713	0.771	28.65	29.67	1.770	0.966
00:02:40	9.390	0.788	28.05	29.27	1.794	0.958
00:02:50	10.058	0.815	27.45	28.88	1.818	0.951
00:03:00	10.723	0.833	26.88	28.48	1.843	0.944
00:03:10	11.387	0.843	26.35	28.09	1.869	0.938
00:03:20	12.060	0.860	25.87	27.69	1.896	0.934
00:03:30	12.749	0.872	25.44	27.29	1.924	0.932
00:03:40	13.432	0.885	24.79	26.89	1.953	0.922
00:03:50	14.091	0.905	24.35	26.50	1.981	0.919
00:04:00	14.739	0.915	24.13	26.11	2.010	0.924
00:04:10	15.415	0.919	23.62	25.72	2.042	0.918
00:04:20	16.082	0.927	23.27	25.32	2.073	0.919
00:04:30	16.757	0.936	22.88	24.92	2.106	0.918
00:04:40	17.419	0.937	22.60	24.53	2.140	0.921
00:04:50	17.755	0.939	22.53	24.33	2.157	0.926
00:05:00	17.824	0.940	22.50	24.29	2.161	0.926
00:05:10	17.885	0.941	22.48	24.26	2.164	0.927
00:05:20	17.947	0.942	22.46	24.22	2.168	0.927
00:05:30	18.016	0.943	22.49	24.18	2.171	0.930

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-01	UBICACIÓN	Negropampa-La torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE	763068.826E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C1-E3-M3		NORTE	9266984.377N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

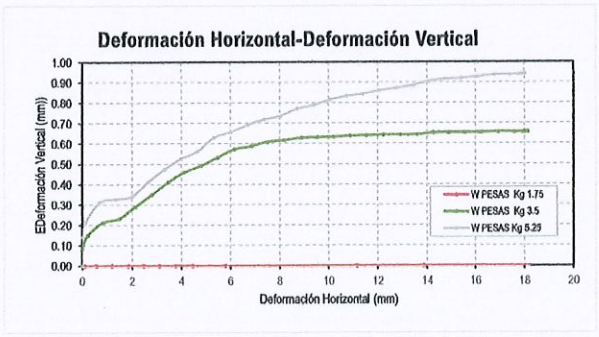
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	46.98%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.12
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.20
Velocidad de corte	mm/min	3.78
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.626

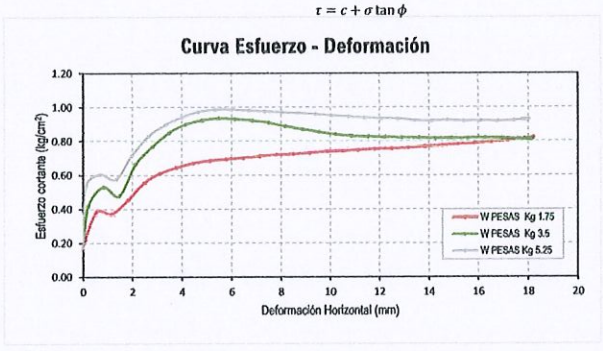
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	46.84%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.77
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.20
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.13
Velocidad de corte	mm/min	3.40
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.848

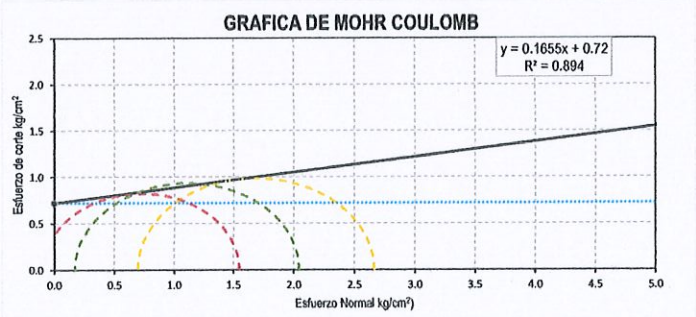
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	45.85%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.82
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.24
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.02
Velocidad de corte	mm/min	3.28
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.896

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO



$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$





N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (I)
1	0.73 Kg/cm^2	0.821 Kg/cm^2	0.720 Kg/cm^2	9.4°
2	1.11 Kg/cm^2	0.935 Kg/cm^2		
3	1.68 Kg/cm^2	0.985 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR. ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre	TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE 763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E1-M1		NORTE 9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025		

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	0.75 - 1.00m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	173.10
Masa húmedad	g	113.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	192.90
Masa del suelo seco + recipiente	g	153.20
Contenido de Humedad	%	56.31%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.10

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	166.30
Masa húmedad	g	107.1
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	186.40
Masa del suelo seco + recipiente	g	150.70
Contenido de Humedad	%	52.50%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.62
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.06

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	168.90
Masa húmedad	g	109.7
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	188.50
Masa del suelo seco + recipiente	g	151.20
Contenido de Humedad	%	54.45%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.66
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.07

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

W PESAS	Kg	3.50		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	5.86	34.81	0.503	0.168
00:00:10	0.004	0.145	5.85	34.81	0.503	0.168
00:00:20	0.194	0.244	11.88	34.70	0.504	0.342
00:00:30	0.836	0.308	11.92	34.32	0.510	0.347
00:00:40	1.491	0.325	11.48	33.93	0.516	0.338
00:00:50	2.138	0.360	14.35	33.55	0.522	0.428
00:01:00	2.797	0.445	16.34	33.16	0.528	0.493
00:01:10	3.442	0.487	17.41	32.78	0.534	0.531
00:01:20	4.132	0.509	18.20	32.37	0.541	0.562
00:01:30	4.821	0.548	18.61	31.97	0.547	0.582
00:01:40	5.483	0.578	18.78	31.58	0.554	0.595
00:01:50	6.147	0.603	18.76	31.18	0.561	0.601
00:02:00	6.824	0.623	18.66	30.78	0.568	0.606
00:02:10	7.483	0.631	18.50	30.40	0.576	0.609
00:02:20	8.158	0.634	18.33	30.00	0.583	0.611
00:02:30	8.824	0.642	18.08	29.60	0.591	0.611
00:02:40	9.506	0.656	17.81	29.20	0.599	0.610
00:02:50	10.185	0.667	17.47	28.80	0.608	0.607
00:03:00	10.845	0.684	17.14	28.41	0.616	0.603
00:03:10	11.513	0.694	16.85	28.02	0.625	0.601
00:03:20	12.170	0.700	16.51	27.63	0.633	0.598
00:03:30	12.855	0.705	16.15	27.23	0.643	0.593
00:03:40	13.556	0.705	15.80	26.81	0.653	0.589
00:03:50	14.203	0.709	15.44	26.43	0.662	0.584
00:04:00	14.850	0.712	15.14	26.05	0.672	0.581
00:04:10	15.558	0.716	14.88	25.63	0.683	0.581
00:04:20	16.236	0.718	14.69	25.23	0.694	0.582
00:04:30	16.905	0.721	14.49	24.84	0.705	0.583
00:04:40	17.589	0.721	14.29	24.43	0.716	0.585
00:04:49	18.172	0.722	14.20	24.09	0.726	0.589

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	2.13	34.81	1.005	0.061
00:00:10	0.030	0.176	5.09	34.79	1.006	0.146
00:00:20	0.038	0.210	6.96	34.79	1.006	0.200
00:00:30	0.498	0.282	15.52	34.52	1.014	0.450
00:00:40	1.118	0.339	17.81	34.15	1.025	0.521
00:00:50	1.752	0.388	19.78	33.78	1.036	0.585
00:01:00	2.429	0.422	20.72	33.38	1.049	0.621
00:01:10	3.106	0.457	20.99	32.98	1.061	0.636
00:01:20	3.794	0.502	20.98	32.57	1.075	0.644
00:01:30	4.525	0.515	20.88	32.14	1.089	0.650
00:01:40	5.159	0.524	20.72	31.77	1.102	0.652
00:01:50	5.767	0.539	20.54	31.41	1.114	0.654
00:02:00	6.507	0.564	20.36	30.97	1.130	0.657
00:02:10	7.165	0.575	20.08	30.58	1.144	0.657
00:02:20	8.141	0.580	19.88	30.01	1.166	0.662
00:02:30	8.513	0.584	19.63	29.79	1.175	0.659
00:02:40	9.185	0.593	19.30	29.39	1.191	0.657
00:02:50	9.851	0.603	18.96	29.00	1.207	0.654
00:03:00	10.545	0.616	18.63	28.59	1.224	0.659
00:03:10	11.230	0.620	18.69	28.18	1.242	0.663
00:03:20	11.878	0.623	18.61	27.80	1.259	0.670
00:03:30	12.567	0.624	18.48	27.40	1.278	0.675
00:03:40	13.242	0.624	17.92	27.00	1.296	0.664
00:03:50	13.898	0.631	17.54	26.61	1.315	0.659
00:04:00	14.623	0.639	17.33	26.18	1.337	0.662
00:04:10	15.262	0.648	17.08	25.81	1.356	0.662
00:04:20	15.868	0.650	17.01	25.45	1.375	0.669
00:04:30	16.601	0.683	16.90	25.02	1.399	0.676
00:04:40	17.263	0.685	16.72	24.62	1.421	0.679
00:04:49	17.867	0.691	16.55	24.27	1.442	0.682

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	2.51	34.81	1.508	0.072
00:00:10	0.002	0.409	5.07	34.81	1.508	0.146
00:00:20	0.014	0.435	7.15	34.80	1.509	0.205
00:00:30	0.477	0.516	16.85	34.53	1.520	0.488
00:00:40	1.098	0.511	19.98	34.16	1.537	0.585
00:00:50	1.736	0.605	20.47	33.79	1.554	0.606
00:01:00	2.402	0.618	22.07	33.39	1.572	0.661
00:01:10	3.084	0.656	22.27	32.99	1.591	0.675
00:01:20	3.757	0.673	22.07	32.59	1.611	0.677
00:01:30	4.478	0.680	21.80	32.17	1.632	0.678
00:01:40	5.127	0.682	21.44	31.79	1.652	0.674
00:01:50	5.817	0.697	21.11	31.38	1.673	0.673
00:02:00	6.482	0.707	20.82	30.99	1.694	0.672
00:02:10	7.154	0.710	20.61	30.59	1.716	0.674
00:02:20	7.825	0.712	20.33	30.19	1.739	0.673
00:02:30	8.510	0.715	20.13	29.79	1.762	0.676
00:02:40	9.186	0.732	19.98	29.39	1.786	0.680
00:02:50	9.865	0.733	19.59	28.99	1.811	0.676
00:03:00	10.533	0.740	19.39	28.60	1.836	0.676
00:03:10	11.206	0.742	19.34	28.20	1.862	0.686
00:03:20	11.870	0.747	19.07	27.81	1.888	0.686
00:03:30	12.542	0.758	19.08	27.41	1.915	0.696
00:03:40	13.187	0.761	18.98	27.03	1.942	0.702
00:03:50	13.899	0.772	18.59	26.61	1.973	0.699
00:04:00	14.573	0.776	18.44	26.21	2.003	0.704
00:04:10	15.253	0.778	18.49	25.81	2.034	0.716
00:04:20	15.910	0.780	18.39	25.42	2.065	0.723
00:04:30	16.578	0.782	18.34	25.03	2.098	0.733
00:04:40	17.253	0.789	18.18	24.63	2.131	0.738
00:04:49	17.858	0.799	17.96	24.27	2.163	0.740

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE	763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E1-M1		NORTE	9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

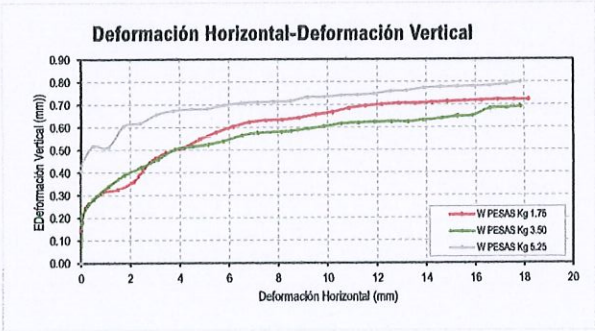
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	56.31%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.72
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.10
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.17
Velocidad de corte	mm/min	3.77
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.539

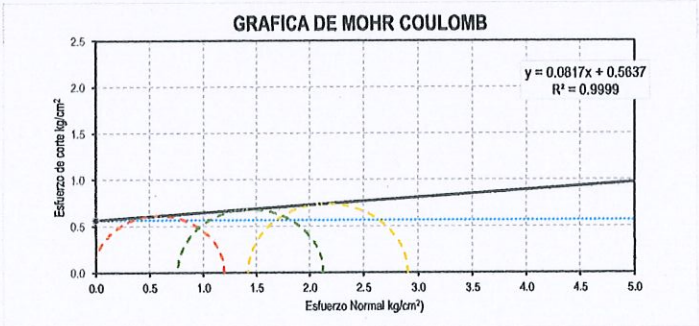
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	52.50%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.62
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.06
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.87
Velocidad de corte	mm/min	3.71
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.603

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	54.45%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.66
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.07
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.86
Velocidad de corte	mm/min	3.71
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.640

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (I)
1	0.58 Kg/cm^2	0.611 Kg/cm^2	0.564 Kg/cm^2	4.67°
2	1.44 Kg/cm^2	0.682 Kg/cm^2		
3	2.16 Kg/cm^2	0.740 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E2-M2		NORTE	9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	1.25 - 1.50m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen			*Dimenciones del Espécimen*			*Dimenciones del Espécimen*		
Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90	Altura	cm	1.90	Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.81	Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.14	Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)			*Humeda Inicial (Especimen)*			*Humeda Inicial (Especimen)*		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	168.70	Masa húmeda + molde	g	168.50	Masa húmeda + molde	g	176.50
Masa húmedad	g	109.5	Masa húmedad	g	109.3	Masa húmedad	g	117.3
Contenido de Humedad			*Contenido de Humedad*			*Contenido de Humedad*		
Masa del recipiente	g	88.80	Masa del recipiente	g	88.80	Masa del recipiente	g	88.80
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	195.80	Masa del suelo húmedo +recipiente	g	195.60	Masa del suelo húmedo +recipiente	g	203.30
Masa del suelo seco + recipiente	g	162.20	Masa del suelo seco + recipiente	g	161.80	Masa del suelo seco + recipiente	g	167.60
Contenido de Humedad	%	45.78%	Contenido de Humedad	%	46.30%	Contenido de Humedad	%	45.30%
Peso Unitario			*Peso Unitario*			*Peso Unitario*		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.66	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.65	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.77
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.14	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.13	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.22

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75			W PESAS	Kg	3.50			W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/s	0 :	4 :	49	Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 :	4 :	40	Tiempo de Ensayo	hr/mi/se	0 :	4 :	40

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	· mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	3.38	34.81	0.503	0.097
00:00:10	0.009	0.000	5.04	34.80	0.503	0.145
00:00:20	0.011	0.000	8.11	34.80	0.503	0.233
00:00:30	0.526	0.000	12.67	34.50	0.507	0.367
00:00:40	1.181	0.000	12.64	34.11	0.513	0.371
00:00:50	1.815	0.000	15.42	33.74	0.519	0.457
00:01:00	2.480	0.004	16.89	33.35	0.525	0.507
00:01:10	3.157	0.010	17.87	32.95	0.531	0.542
00:01:20	3.814	0.049	18.38	32.56	0.537	0.564
00:01:30	4.494	0.075	18.79	32.16	0.544	0.584
00:01:40	5.166	0.098	18.95	31.76	0.551	0.597
00:01:50	5.836	0.120	18.98	31.37	0.558	0.605
00:02:00	6.513	0.142	18.89	30.97	0.565	0.610
00:02:10	7.181	0.156	18.67	30.57	0.572	0.611
00:02:20	7.839	0.157	18.39	30.18	0.580	0.609
00:02:30	8.523	0.160	18.09	29.78	0.588	0.608
00:02:40	9.202	0.169	17.82	29.38	0.596	0.606
00:02:50	9.865	0.176	17.52	28.99	0.604	0.604
00:03:00	10.527	0.177	17.24	28.60	0.612	0.603
00:03:10	11.201	0.177	16.90	28.20	0.621	0.599
00:03:20	11.862	0.177	16.54	27.81	0.629	0.595
00:03:30	12.532	0.177	16.15	27.42	0.638	0.589
00:03:40	13.206	0.176	15.77	27.02	0.648	0.584
00:03:50	13.909	0.175	15.41	26.60	0.658	0.579
00:04:00	14.571	0.173	14.96	26.21	0.668	0.571
00:04:10	15.228	0.165	14.56	25.83	0.678	0.564
00:04:20	15.905	0.157	14.26	25.43	0.688	0.561
00:04:30	16.588	0.153	13.97	25.02	0.699	0.558
00:04:40	17.260	0.146	13.61	24.63	0.711	0.553
00:04:49	17.849	0.141	13.33	24.28	0.721	0.549

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	4.06	34.81	1.005	0.117
00:00:10	0.007	0.047	5.24	34.81	1.006	0.151
00:00:20	0.156	0.059	6.48	34.72	1.008	0.187
00:00:30	0.467	0.130	15.23	34.53	1.013	0.441
00:00:40	1.043	0.169	16.86	34.19	1.024	0.493
00:00:50	1.638	0.192	19.03	33.84	1.034	0.562
00:01:00	2.313	0.227	20.78	33.45	1.046	0.621
00:01:10	2.982	0.265	21.25	33.05	1.059	0.643
00:01:20	3.672	0.283	21.03	32.64	1.072	0.644
00:01:30	4.350	0.295	20.62	32.24	1.085	0.640
00:01:40	5.030	0.302	20.11	31.84	1.099	0.632
00:01:50	5.717	0.310	19.72	31.44	1.113	0.627
00:02:00	6.402	0.319	19.32	31.03	1.128	0.622
00:02:10	7.081	0.324	18.93	30.63	1.143	0.618
00:02:20	7.751	0.329	18.53	30.24	1.158	0.613
00:02:30	8.452	0.332	18.19	29.82	1.174	0.610
00:02:40	9.142	0.342	17.80	29.42	1.190	0.605
00:02:50	9.815	0.346	17.56	29.02	1.206	0.605
00:03:00	10.496	0.350	17.33	28.62	1.223	0.606
00:03:10	11.161	0.351	17.22	28.23	1.240	0.610
00:03:20	11.813	0.353	17.01	27.84	1.257	0.611
00:03:30	12.504	0.357	16.88	27.43	1.276	0.615
00:03:40	13.158	0.365	16.51	27.05	1.294	0.611
00:03:50	13.833	0.365	16.16	26.65	1.313	0.606
00:04:00	14.512	0.370	15.98	26.25	1.333	0.609
00:04:10	15.146	0.382	15.89	25.87	1.353	0.614
00:04:20	15.840	0.383	15.90	25.46	1.374	0.624
00:04:30	16.513	0.383	15.96	25.07	1.396	0.637
00:04:40	17.161	0.382	15.93	24.69	1.418	0.645

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	5.89	34.81	1.508	0.169
00:00:10	-0.003	0.000	5.91	34.81	1.508	0.170
00:00:20	0.137	0.000	15.36	34.73	1.512	0.442
00:00:30	0.753	0.000	20.20	34.37	1.528	0.588
00:00:40	1.364	0.003	21.03	34.01	1.544	0.618
00:00:50	2.041	0.005	20.46	33.61	1.562	0.609
00:01:00	2.711	0.007	22.46	33.21	1.581	0.676
00:01:10	3.378	0.018	22.64	32.82	1.600	0.690
00:01:20	4.042	0.037	22.34	32.43	1.619	0.689
00:01:30	4.724	0.052	21.93	32.02	1.639	0.685
00:01:40	5.395	0.057	21.35	31.63	1.660	0.675
00:01:50	6.071	0.062	20.85	31.23	1.681	0.668
00:02:00	6.762	0.069	20.49	30.82	1.703	0.665
00:02:10	7.405	0.072	20.11	30.44	1.725	0.661
00:02:20	8.102	0.073	19.73	30.03	1.748	0.657
00:02:30	8.776	0.078	19.35	29.63	1.772	0.653
00:02:40	9.468	0.093	19.02	29.22	1.796	0.651
00:02:50	10.113	0.106	18.77	28.84	1.820	0.651
00:03:00	10.792	0.110	18.48	28.44	1.846	0.650
00:03:10	11.467	0.111	18.29	28.04	1.872	0.652
00:03:20	12.126	0.115	18.09	27.66	1.898	0.654
00:03:30	12.805	0.122	17.87	27.26	1.926	0.656
00:03:40	13.479	0.125	17.64	26.86	1.955	0.657
00:03:50	14.158	0.133	17.48	26.46	1.984	0.661
00:04:00	14.816	0.143	17.16	26.07	2.014	0.658
00:04:10	15.494	0.155	17.03	25.67	2.045	0.664
00:04:20	16.172	0.156	17.03	25.27	2.078	0.674
00:04:30	16.839	0.156	16.96	24.87	2.111	0.682
00:04:40	17.471	0.161	16.90	24.50	2.143	0.690

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E2-M2		NORTE	9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

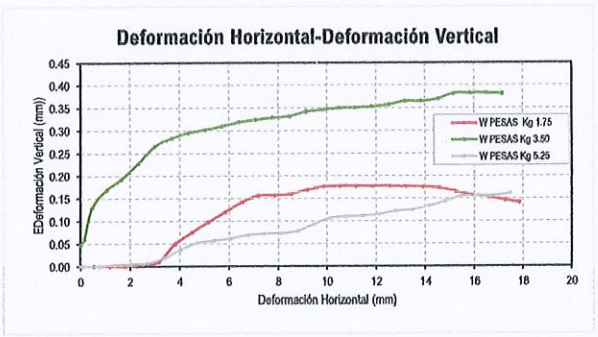
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

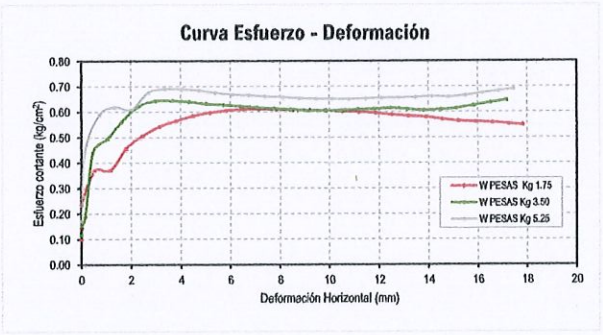
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	45.78%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.66
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.14
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.85
Velocidad de corte	mm/mi	3.71
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.545

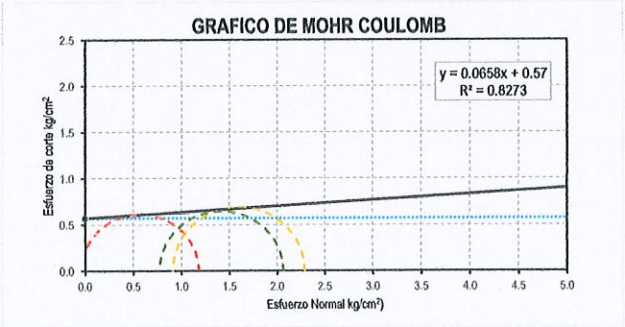
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	46.30%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.13
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.16
Velocidad de corte	mm/mi	3.68
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.611

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	45.30%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.77
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.22
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.47
Velocidad de corte	mm/min	3.74
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.650

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.57 Kg/cm^2	0.611 Kg/cm^2	0.570 Kg/cm^2	3.76°
2	1.42 Kg/cm^2	0.645 Kg/cm^2		
3	1.60 Kg/cm^2	0.690 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
Nº MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE	763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E3-M3		NORTE	9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	1.75 - 2.00m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN Nº01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	188.20
Masa húmedad	g	129
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.50
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	212.80
Masa del suelo seco + recipiente	g	175.50
Contenido de Humedad	%	41.44%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.95
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.38

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN Nº02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	176.90
Masa húmedad	g	117.7
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.50
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	200.70
Masa del suelo seco + recipiente	g	167.10
Contenido de Humedad	%	41.18%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.78
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.26

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN Nº03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	175.30
Masa húmedad	g	116.1
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	85.50
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	199.30
Masa del suelo seco + recipiente	g	166.40
Contenido de Humedad	%	40.67%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.76
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.25

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/s	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN Nº01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	4.21	34.81	0.503	0.121
00:00:10	0.023	0.000	5.22	34.80	0.503	0.150
00:00:20	0.062	0.000	8.42	34.77	0.503	0.242
00:00:30	0.595	0.000	12.04	34.46	0.508	0.349
00:00:40	1.214	-0.001	12.77	34.09	0.513	0.375
00:00:50	1.837	0.000	16.72	33.73	0.519	0.496
00:01:00	2.507	0.000	19.94	33.33	0.525	0.598
00:01:10	3.196	0.000	21.65	32.92	0.532	0.658
00:01:20	3.847	0.000	22.03	32.54	0.538	0.677
00:01:30	4.533	0.000	21.82	32.14	0.545	0.679
00:01:40	5.213	0.000	21.22	31.73	0.551	0.669
00:01:50	5.554	0.000	20.75	31.53	0.555	0.658
00:02:00	5.882	0.000	20.24	31.34	0.558	0.646
00:02:10	6.218	0.000	19.91	31.14	0.562	0.639
00:02:20	6.563	0.000	19.53	30.94	0.566	0.631
00:02:30	6.879	0.000	19.12	30.75	0.569	0.622
00:02:40	7.228	0.000	18.77	30.55	0.573	0.614
00:02:50	7.563	0.000	18.50	30.35	0.577	0.610
00:03:00	7.896	0.000	18.24	30.15	0.580	0.605
00:03:10	8.257	0.000	18.00	29.94	0.585	0.601
00:03:20	8.584	0.000	17.80	29.75	0.588	0.598
00:03:30	12.634	0.000	14.63	27.36	0.640	0.535
00:03:40	13.304	0.000	14.30	26.96	0.649	0.530
00:03:50	13.963	0.000	13.98	26.57	0.659	0.526
00:04:00	14.640	0.000	13.73	26.17	0.669	0.525
00:04:10	15.339	0.000	13.54	25.76	0.679	0.526
00:04:20	15.982	0.000	13.34	25.38	0.690	0.526
00:04:30	16.665	0.000	13.18	24.98	0.701	0.528
00:04:40	17.311	0.000	12.95	24.60	0.711	0.526
00:04:49	17.880	0.000	12.79	24.26	0.721	0.527

W PESAS	Kg	3.50		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/se	0 :	4 :	40

ESPÉCIMEN Nº02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	6.15	34.81	1.005	0.177
00:00:10	-0.004	0.000	6.15	34.81	1.005	0.177
00:00:20	0.205	0.000	15.50	34.69	1.009	0.447
00:00:30	0.837	0.000	17.42	34.32	1.020	0.508
00:00:40	1.494	0.000	16.78	33.93	1.032	0.495
00:00:50	2.128	0.000	20.54	33.55	1.043	0.612
00:01:00	2.789	0.000	23.50	33.16	1.055	0.708
00:01:10	3.431	0.000	24.90	32.79	1.068	0.760
00:01:20	4.082	0.000	25.30	32.40	1.080	0.781
00:01:30	4.785	0.000	25.15	31.99	1.094	0.786
00:01:40	5.443	0.000	24.71	31.60	1.108	0.782
00:01:50	6.137	0.000	24.18	31.19	1.122	0.775
00:02:00	6.808	0.000	23.74	30.79	1.137	0.771
00:02:10	7.482	0.000	23.23	30.40	1.151	0.764
00:02:20	8.153	0.000	22.82	30.00	1.167	0.761
00:02:30	8.834	0.000	22.38	29.60	1.183	0.756
00:02:40	9.523	0.000	22.01	29.19	1.199	0.754
00:02:50	10.197	0.000	21.66	28.79	1.216	0.752
00:03:00	10.852	0.000	21.31	28.41	1.232	0.750
00:03:10	11.532	0.000	21.02	28.01	1.250	0.751
00:03:20	12.203	0.000	20.64	27.61	1.268	0.748
00:03:30	12.882	0.000	20.40	27.21	1.286	0.750
00:03:40	13.562	0.000	20.02	26.81	1.306	0.747
00:03:50	14.214	0.000	19.84	26.42	1.325	0.751
00:04:00	14.869	0.000	19.57	26.04	1.344	0.752
00:04:10	15.517	0.000	19.25	25.65	1.364	0.750
00:04:20	16.220	0.000	19.03	25.24	1.387	0.754
00:04:30	16.877	0.000	18.77	24.85	1.408	0.755
00:04:40	17.539	0.000	18.44	24.46	1.431	0.754

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/ml/se	0 :	4 :	40

ESPÉCIMEN Nº03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	5.10	34.81	1.508	0.146
00:00:10	0.009	0.086	5.89	34.80	1.508	0.169
00:00:20	0.056	0.126	11.91	34.78	1.510	0.342
00:00:30	0.555	0.191	21.17	34.48	1.523	0.614
00:00:40	1.184	0.254	23.57	34.11	1.539	0.691
00:00:50	1.860	0.271	22.21	33.71	1.557	0.659
00:01:00	2.511	0.303	26.68	33.33	1.575	0.800
00:01:10	3.158	0.330	27.39	32.95	1.593	0.831
00:01:20	3.825	0.372	26.95	32.55	1.613	0.828
00:01:30	4.505	0.392	26.49	32.15	1.633	0.824
00:01:40	5.183	0.400	25.75	31.75	1.653	0.811
00:01:50	5.873	0.412	24.91	31.34	1.675	0.795
00:02:00	6.559	0.430	24.25	30.94	1.697	0.784
00:02:10	7.239	0.447	23.57	30.54	1.719	0.772
00:02:20	7.904	0.461	23.11	30.15	1.741	0.767
00:02:30	8.589	0.472	22.70	29.74	1.765	0.763
00:02:40	9.265	0.483	22.18	29.34	1.789	0.756
00:02:50	9.931	0.497	21.76	28.95	1.813	0.752
00:03:00	10.608	0.510	21.39	28.55	1.839	0.749
00:03:10	11.287	0.528	21.01	28.15	1.865	0.746
00:03:20	11.961	0.550	20.69	27.75	1.892	0.746
00:03:30	12.643	0.556	20.38	27.35	1.920	0.745
00:03:40	13.298	0.567	20.06	26.96	1.947	0.744
00:03:50	13.971	0.578	19.88	26.57	1.976	0.748
00:04:00	14.640	0.582	19.48	26.17	2.006	0.744
00:04:10	15.311	0.590	19.02	25.78	2.037	0.738
00:04:20	15.975	0.603	19.09	25.38	2.068	0.752
00:04:30	16.642	0.609	19.01	24.99	2.101	0.761
00:04:40	17.304	0.626	18.80	24.60	2.134	0.764

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

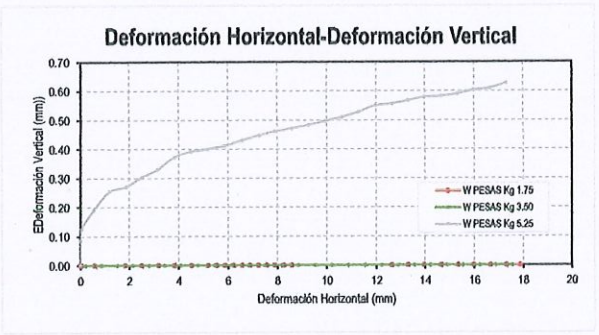
TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

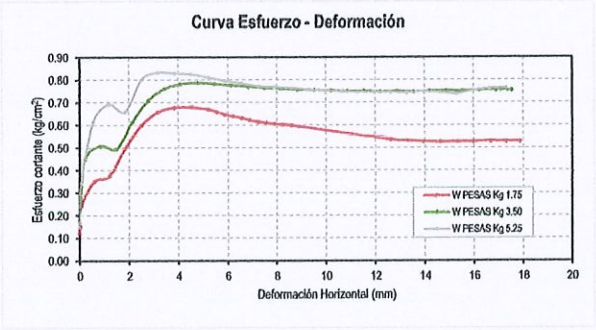
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-02	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE	763039.6E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C2-E3-M3		NORTE	9268958.9N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

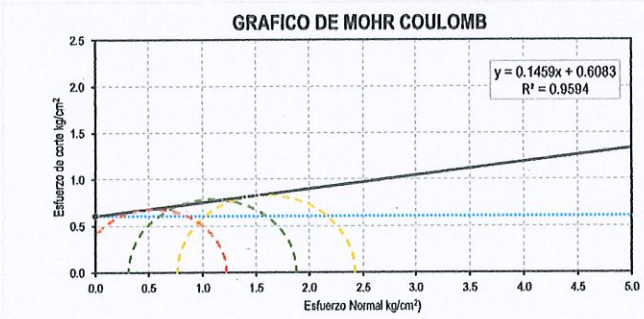
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen			*Dimenciones del Espécimen*			*Dimenciones del Espécimen*		
Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900	Altura	cm	1.900	Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	41.44%	Contenido de Humedad	%	41.18%	Contenido de Humedad	%	40.67%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.95	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.78	Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.76
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.38	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.26	Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.25
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.88	Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.54	Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.30
Velocidad de corte	mm/mi	3.71	Velocidad de corte	mm/min	3.76	Velocidad de corte	mm/min	3.71
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen			*Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen*			*Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen*		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750	W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500	W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503	Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005	Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.633	Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.727	Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.787

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.54 Kg/cm^2	0.679 Kg/cm^2	0.608 Kg/cm^2	8.3°
2	1.09 Kg/cm^2	0.786 Kg/cm^2		
3	1.59 Kg/cm^2	0.831 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE	763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E1-M1		NORTE	9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	0.75 - 1.00m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	168.60
Masa húmedad	g	109.4
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.20
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	189.60
Masa del suelo seco + recipiente	g	156.80
Contenido de Humedad	%	43.97%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.15

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	170.10
Masa húmedad	g	110.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.20
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	193.30
Masa del suelo seco + recipiente	g	157.00
Contenido de Humedad	%	48.53%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.68
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.13

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	172.20
Masa húmedad	g	113
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	82.20
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	191.10
Masa del suelo seco + recipiente	g	159.50
Contenido de Humedad	%	40.88%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.71
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.21

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.00	34.81	0.503	0.000
00:00:10	0.102	0.000	4.60	34.75	0.504	0.132
00:00:20	0.732	0.000	5.66	34.38	0.509	0.165
00:00:30	1.414	0.000	5.18	33.98	0.515	0.152
00:00:40	2.016	0.000	9.10	33.62	0.521	0.271
00:00:50	2.661	0.000	11.02	33.24	0.526	0.332
00:01:00	3.293	0.000	12.94	32.87	0.532	0.394
00:01:10	3.959	0.000	14.33	32.47	0.539	0.441
00:01:20	4.644	0.000	15.33	32.07	0.546	0.478
00:01:30	5.300	0.000	16.06	31.68	0.552	0.507
00:01:40	5.993	0.000	16.55	31.27	0.560	0.529
00:01:50	6.671	0.000	16.87	30.87	0.567	0.546
00:02:00	7.331	0.000	17.06	30.48	0.574	0.560
00:02:10	7.986	0.000	17.18	30.10	0.581	0.571
00:02:20	8.675	0.000	17.06	29.69	0.589	0.575
00:02:30	9.361	0.000	16.98	29.29	0.598	0.580
00:02:40	10.028	0.000	16.96	28.89	0.606	0.587
00:02:50	10.700	0.000	16.89	28.50	0.614	0.593
00:03:00	11.445	0.000	16.87	28.06	0.624	0.601
00:03:10	12.064	0.000	16.87	27.69	0.632	0.609
00:03:20	12.709	0.000	16.69	27.31	0.641	0.611
00:03:30	13.389	0.000	16.47	26.91	0.650	0.612
00:03:40	14.084	0.000	16.21	26.51	0.660	0.611
00:03:50	14.732	0.000	15.91	26.12	0.670	0.609
00:04:00	15.389	0.000	15.57	25.73	0.680	0.605
00:04:10	16.063	0.000	15.27	25.33	0.691	0.603
00:04:20	16.718	0.000	14.86	24.95	0.702	0.596
00:04:30	17.403	0.000	14.56	24.54	0.713	0.593
00:04:40	18.101	0.000	14.05	24.13	0.725	0.582
00:04:49	18.266	0.000	13.46	24.03	0.728	0.560

W PESAS	Kg	3.5		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.001	0.001	0.00	34.81	1.005	0.000
00:00:10	0.043	0.001	4.35	34.78	1.006	0.125
00:00:20	0.600	0.001	6.30	34.46	1.016	0.183
00:00:30	1.244	0.001	6.09	34.08	1.027	0.179
00:00:40	1.891	0.001	9.50	33.69	1.039	0.282
00:00:50	2.509	0.001	12.08	33.33	1.050	0.362
00:01:00	3.164	0.001	14.11	32.94	1.062	0.428
00:01:10	3.833	0.001	15.49	32.55	1.075	0.476
00:01:20	4.532	0.001	16.36	32.14	1.089	0.509
00:01:30	5.158	0.001	16.86	31.77	1.102	0.531
00:01:40	5.885	0.001	17.21	31.34	1.117	0.549
00:01:50	6.520	0.001	17.25	30.96	1.130	0.557
00:02:00	7.206	0.001	17.12	30.56	1.145	0.560
00:02:10	7.872	0.001	16.73	30.17	1.160	0.555
00:02:20	8.546	0.001	16.31	29.77	1.176	0.548
00:02:30	9.209	0.001	15.91	29.38	1.191	0.542
00:02:40	9.901	0.001	15.42	28.97	1.208	0.532
00:02:50	10.872	0.001	15.07	28.40	1.233	0.531
00:03:00	11.237	0.001	14.43	28.18	1.242	0.512
00:03:10	11.927	0.001	14.00	27.77	1.260	0.504
00:03:20	12.560	0.001	13.85	27.40	1.277	0.506
00:03:30	13.236	0.001	13.67	27.00	1.296	0.506
00:03:40	13.929	0.001	13.52	26.59	1.316	0.508
00:03:50	14.618	0.001	13.30	26.19	1.337	0.508
00:04:00	15.221	0.001	13.10	25.83	1.355	0.507
00:04:10	15.896	0.001	12.91	25.43	1.376	0.507
00:04:20	16.551	0.001	12.71	25.04	1.397	0.508
00:04:30	17.239	0.001	12.46	24.64	1.421	0.506
00:04:40	17.904	0.001	12.09	24.25	1.443	0.499
00:04:49	18.053	0.001	11.95	24.16	1.449	0.495

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/mi/seg	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.02	34.81	1.508	0.001
00:00:10	0.074	0.000	7.86	34.77	1.510	0.226
00:00:20	0.651	0.000	10.09	34.43	1.525	0.293
00:00:30	1.340	0.000	9.16	34.02	1.543	0.269
00:00:40	1.977	0.000	14.33	33.64	1.560	0.426
00:00:50	2.697	0.000	17.16	33.22	1.580	0.516
00:01:00	3.255	0.000	18.76	32.89	1.596	0.570
00:01:10	3.919	0.000	19.80	32.50	1.615	0.609
00:01:20	4.580	0.000	20.01	32.11	1.635	0.623
00:01:30	5.258	0.000	19.93	31.71	1.656	0.629
00:01:40	5.921	0.000	19.80	31.32	1.676	0.632
00:01:50	6.594	0.000	19.46	30.92	1.698	0.629
00:02:00	7.282	0.000	19.08	30.51	1.721	0.625
00:02:10	7.955	0.000	18.74	30.12	1.743	0.622
00:02:20	8.620	0.000	18.31	29.72	1.766	0.616
00:02:30	9.292	0.000	17.92	29.33	1.790	0.611
00:02:40	9.973	0.000	17.48	28.93	1.815	0.604
00:02:50	10.728	0.000	17.08	28.48	1.843	0.600
00:03:00	11.334	0.000	16.75	28.12	1.867	0.596
00:03:10	12.014	0.000	16.35	27.72	1.894	0.590
00:03:20	12.666	0.000	16.10	27.34	1.920	0.589
00:03:30	13.358	0.000	15.81	26.93	1.950	0.587
00:03:40	14.012	0.000	15.49	26.54	1.978	0.584
00:03:50	14.685	0.000	15.21	26.15	2.008	0.582
00:04:00	15.329	0.000	14.89	25.77	2.038	0.578
00:04:10	16.028	0.000	14.56	25.35	2.071	0.574
00:04:20	16.679	0.000	14.23	24.97	2.103	0.570
00:04:30	17.353	0.000	14.01	24.57	2.137	0.570
00:04:40	18.031	0.000	13.74	24.17	2.172	0.568
00:04:49	18.234	0.000	13.64	24.05	2.183	0.567

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre	TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-01	COORDENADAS UTM	ESTE 763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E1-M1		NORTE 9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025		

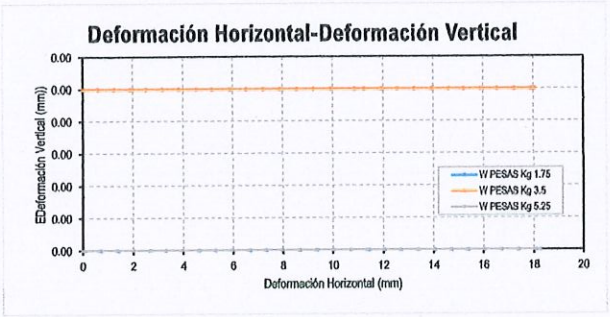
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

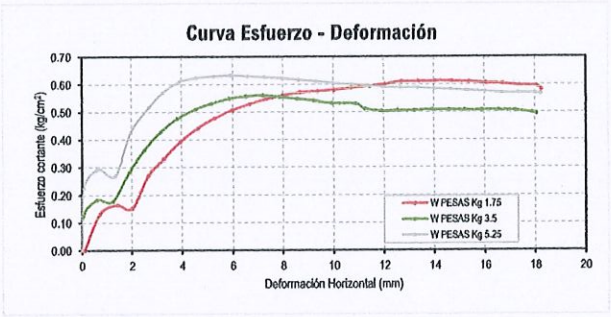
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	43.97%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.15
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.27
Velocidad de corte	mm/min	3.79
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.493

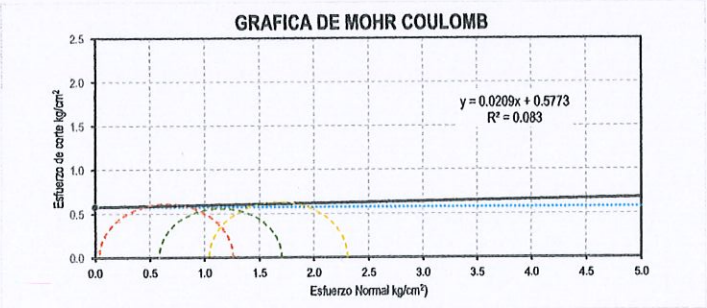
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	48.53%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.68
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.13
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.05
Velocidad de corte	mm/min	3.75
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.495

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	40.88%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.71
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.21
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.23
Velocidad de corte	mm/min	3.79
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.575

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO







N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.65 Kg/cm^2	0.612 Kg/cm^2	0.577 Kg/cm^2	1.2°
2	1.15 Kg/cm^2	0.560 Kg/cm^2		
3	1.68 Kg/cm^2	0.632 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E2-M2		NORTE	9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	1.25 - 1.50m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	176.60
Masa húmedad	g	117.4
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	117.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	233.30
Masa del suelo seco + recipiente	g	220.70
Contenido de Humedad	%	12.23%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.78
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.58

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	168.10
Masa húmedad	g	108.9
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	117.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	225.50
Masa del suelo seco + recipiente	g	211.80
Contenido de Humedad	%	14.56%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.65
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.44

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	169.50
Masa húmedad	g	110.3
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	117.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	227.30
Masa del suelo seco + recipiente	g	214.40
Contenido de Humedad	%	13.34%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	1.67
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.47

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.750		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	49

W PESAS	Kg	3.500		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	49

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	49

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.00	34.81	0.503	0.000
00:00:10	0.000	0.066	-0.02	34.81	0.503	-0.001
00:00:20	0.425	0.136	16.15	34.56	0.506	0.467
00:00:30	0.958	0.144	6.32	34.24	0.511	0.185
00:00:40	1.585	0.144	7.97	33.87	0.517	0.235
00:00:50	2.243	0.187	11.39	33.49	0.523	0.340
00:01:00	2.883	0.208	14.50	33.11	0.529	0.438
00:01:10	3.525	0.233	16.35	32.73	0.535	0.500
00:01:20	4.201	0.258	17.32	32.33	0.541	0.536
00:01:30	4.887	0.280	17.85	31.93	0.548	0.559
00:01:40	5.556	0.290	18.19	31.53	0.555	0.577
00:01:50	6.238	0.303	18.34	31.13	0.562	0.589
00:02:00	6.921	0.307	18.37	30.73	0.570	0.598
00:02:10	7.609	0.318	18.04	30.32	0.577	0.595
00:02:20	8.277	0.326	17.65	29.93	0.585	0.590
00:02:30	8.967	0.327	17.10	29.52	0.593	0.579
00:02:40	9.632	0.332	16.68	29.13	0.601	0.573
00:02:50	10.306	0.332	16.24	28.73	0.609	0.565
00:03:00	10.965	0.332	15.72	28.34	0.617	0.555
00:03:10	11.655	0.332	15.22	27.93	0.626	0.545
00:03:20	12.381	0.332	14.82	27.51	0.636	0.539
00:03:30	12.985	0.327	14.34	27.15	0.645	0.528
00:03:40	13.661	0.303	13.87	26.75	0.654	0.519
00:03:50	14.305	0.282	13.44	26.37	0.664	0.509
00:04:00	14.941	0.207	13.03	25.99	0.673	0.501
00:04:10	15.629	0.258	12.72	25.59	0.684	0.497
00:04:20	16.314	0.251	12.53	25.18	0.695	0.497
00:04:30	16.981	0.241	12.28	24.79	0.706	0.495
00:04:40	17.635	0.231	11.92	24.41	0.717	0.488
00:04:49	18.196	0.227	11.67	24.07	0.727	0.485

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.00	34.81	1.005	0.000
00:00:10	0.000	0.134	0.00	34.81	1.005	0.000
00:00:20	0.257	0.194	9.48	34.66	1.010	0.274
00:00:30	0.904	0.241	8.15	34.28	1.021	0.238
00:00:40	1.566	0.259	9.98	33.89	1.033	0.295
00:00:50	2.178	0.308	14.67	33.52	1.044	0.438
00:01:00	2.829	0.382	17.60	33.14	1.056	0.531
00:01:10	3.468	0.448	19.18	32.76	1.068	0.586
00:01:20	4.133	0.516	20.07	32.37	1.081	0.620
00:01:30	4.808	0.570	20.52	31.97	1.095	0.642
00:01:40	5.495	0.599	20.53	31.57	1.109	0.650
00:01:50	6.151	0.647	20.50	31.18	1.122	0.657
00:02:00	6.833	0.664	20.40	30.78	1.137	0.663
00:02:10	7.488	0.685	20.01	30.39	1.152	0.658
00:02:20	8.177	0.705	19.53	29.99	1.167	0.651
00:02:30	8.862	0.722	19.42	29.58	1.183	0.656
00:02:40	9.537	0.735	18.91	29.18	1.199	0.648
00:02:50	10.180	0.755	18.65	28.80	1.215	0.648
00:03:00	10.857	0.763	18.27	28.40	1.232	0.643
00:03:10	11.535	0.768	17.95	28.00	1.250	0.641
00:03:20	12.203	0.769	17.41	27.61	1.268	0.631
00:03:30	12.875	0.769	17.03	27.21	1.286	0.626
00:03:40	13.560	0.769	16.65	26.81	1.306	0.621
00:03:50	14.211	0.770	16.33	26.43	1.324	0.618
00:04:00	14.896	0.771	16.02	26.02	1.345	0.616
00:04:10	15.579	0.775	15.98	25.62	1.366	0.624
00:04:20	16.236	0.786	15.73	25.23	1.387	0.623
00:04:30	16.911	0.786	15.46	24.83	1.409	0.623
00:04:40	17.557	0.786	15.30	24.45	1.431	0.626
00:04:49	18.067	0.786	15.09	24.15	1.449	0.625

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.00	34.81	1.508	0.000
00:00:10	0.000	0.025	0.47	34.81	1.508	0.013
00:00:20	0.424	0.043	7.07	34.56	1.519	0.205
00:00:30	1.105	0.043	6.90	34.16	1.537	0.202
00:00:40	1.705	0.045	10.48	33.80	1.553	0.310
00:00:50	2.305	0.058	14.74	33.45	1.570	0.441
00:01:00	2.979	0.070	16.98	33.05	1.588	0.514
00:01:10	3.656	0.079	18.41	32.65	1.608	0.564
00:01:20	4.305	0.099	18.90	32.27	1.627	0.586
00:01:30	4.971	0.106	19.14	31.88	1.647	0.601
00:01:40	5.661	0.114	18.87	31.47	1.668	0.600
00:01:50	6.316	0.118	18.50	31.08	1.689	0.595
00:02:00	6.984	0.122	17.91	30.69	1.711	0.584
00:02:10	7.640	0.123	17.46	30.30	1.733	0.576
00:02:20	8.335	0.127	16.98	29.89	1.756	0.568
00:02:30	9.014	0.129	16.49	29.49	1.780	0.559
00:02:40	9.722	0.129	15.84	29.07	1.806	0.545
00:02:50	10.370	0.129	15.19	28.69	1.830	0.529
00:03:00	11.031	0.129	14.68	28.30	1.855	0.519
00:03:10	11.716	0.129	14.30	27.90	1.882	0.513
00:03:20	12.363	0.129	13.83	27.52	1.908	0.503
00:03:30	13.056	0.129	13.41	27.11	1.937	0.495
00:03:40	13.715	0.129	13.18	26.72	1.965	0.493
00:03:50	14.407	0.129	12.85	26.31	1.995	0.489
00:04:00	15.102	0.129	12.01	25.90	2.027	0.464
00:04:10	15.759	0.129	11.70	25.51	2.058	0.459
00:04:20	16.424	0.129	11.49	25.12	2.090	0.457
00:04:30	17.139	0.129	11.36	24.70	2.126	0.460
00:04:40	17.731	0.129	11.31	24.35	2.156	0.465
00:04:49	18.272	0.129	11.13	24.03	2.185	0.463

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

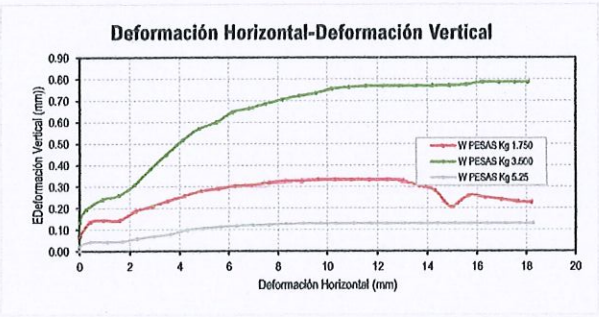
TESISTAS		ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-02	COORDENADAS UTM	ESTE	763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E2-M2		NORTE	9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025			

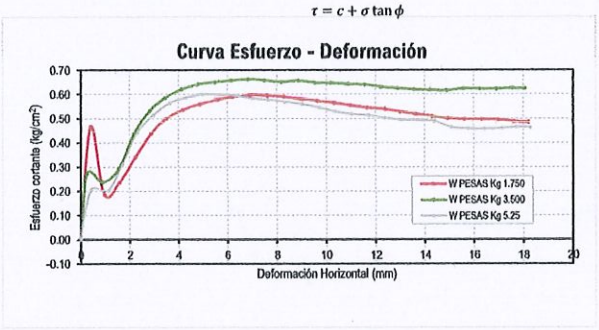
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

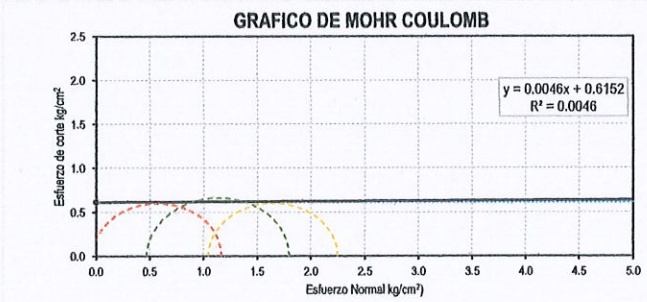
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02	DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen			*Dimenciones del Espécimen*			*Dimenciones del Espécimen*		
Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900	Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900	Altura	cm	1.900	Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.810	Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.139	Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20	Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	12.23%	Contenido de Humedad	%	14.56%	Contenido de Humedad	%	13.34%
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.78	Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.65	Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	1.67
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.58	Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.44	Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.47
Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.20	Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.07	Desplazamiento en t_{falla}	mm	18.27
Velocidad de corte	mm/min	3.78	Velocidad de corte	mm/min	3.75	Velocidad de corte	mm/min	3.79
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen			*Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen*			*Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen*		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750	W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500	W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503	Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005	Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.528	Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.590	Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	0.550

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO



$$\tau = c + \sigma \tan\phi$$





N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.57 Kg/cm^2	0.598 Kg/cm^2	0.615 Kg/cm^2	0.27°
2	1.14 Kg/cm^2	0.663 Kg/cm^2		
3	1.65 Kg/cm^2	0.601 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelva Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre	TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE 763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E3-M3		NORTE 9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	30/12/2025		

Tipo de caja de corte:	Cuadrada	CONDICIÓN:	Inalterada	PROFUNDIDAD (m)	1.75 - 2.00m

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	192.60
Masa húmedad	g	133.4
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	84.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	212.00
Masa del suelo seco + recipiente	g	200.30
Contenido de Humedad	%	10.12%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.02
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.83

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	197.20
Masa húmedad	g	138
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	113.00
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	239.60
Masa del suelo seco + recipiente	g	229.60
Contenido de Humedad	%	8.58%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.09
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.92

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.90
Altura	cm	1.90
Área	cm^2	34.81
Volumen de la muestra	cm^3	66.14
Humeda Inicial (Especimen)		
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Masa húmeda + molde	g	192.90
Masa húmedad	g	133.7
Contenido de Humedad		
Masa del recipiente	g	81.70
Masa del suelo húmedo +recipiente	g	216.00
Masa del suelo seco + recipiente	g	203.60
Contenido de Humedad	%	10.17%
Peso Unitario		
Peso unitario húmedo(γh)	g/cm^3	2.02
Peso unitario seco(γd)	g/cm^3	1.83

LECTURA DE CORTE

W PESAS	Kg	1.75		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	48

ESPÉCIMEN N°01

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	0.25	34.81	0.503	0.007
00:00:10	0.110	0.000	5.10	34.75	0.504	0.147
00:00:20	0.112	0.000	5.09	34.74	0.504	0.146
00:00:30	0.387	0.000	9.45	34.58	0.506	0.273
00:00:40	0.854	0.000	14.40	34.31	0.510	0.420
00:00:50	1.414	0.000	21.39	33.98	0.515	0.629
00:01:00	2.050	0.000	25.62	33.60	0.521	0.762
00:01:10	2.696	0.000	28.42	33.22	0.527	0.856
00:01:20	3.348	0.000	30.17	32.83	0.533	0.919
00:01:30	4.011	0.100	31.54	32.44	0.539	0.972
00:01:40	4.688	0.000	32.38	32.04	0.546	1.010
00:01:50	5.346	0.000	32.98	31.66	0.553	1.042
00:02:00	6.019	0.000	33.44	31.26	0.560	1.070
00:02:10	6.675	0.000	33.97	30.87	0.567	1.100
00:02:20	7.376	0.000	34.29	30.46	0.575	1.126
00:02:30	8.073	0.000	34.35	30.05	0.582	1.143
00:02:40	8.741	0.000	34.21	29.65	0.590	1.154
00:02:50	9.400	0.000	33.55	29.26	0.598	1.146
00:03:00	10.079	0.000	32.55	28.86	0.606	1.128
00:03:10	10.756	0.000	30.92	28.46	0.615	1.086
00:03:20	11.441	0.000	30.43	28.06	0.624	1.084
00:03:30	12.130	0.000	28.80	27.65	0.633	1.041
00:03:40	12.776	0.000	27.94	27.27	0.642	1.025
00:03:50	13.471	0.000	27.52	26.86	0.651	1.025
00:04:00	14.152	0.000	27.22	26.46	0.661	1.029
00:04:10	14.820	0.000	26.83	26.07	0.671	1.029
00:04:20	15.471	0.000	26.70	25.68	0.681	1.040
00:04:30	16.129	0.000	26.59	25.29	0.692	1.051
00:04:40	16.786	0.000	26.42	24.91	0.703	1.061
00:04:48	17.332	0.000	26.19	24.58	0.712	1.065

W PESAS	Kg	3.5		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	48

ESPÉCIMEN N°02

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	5.67	34.81	1.005	0.163
00:00:10	0.002	0.051	5.78	34.81	1.005	0.166
00:00:20	0.053	0.084	9.97	34.78	1.006	0.287
00:00:30	0.520	0.180	18.82	34.50	1.014	0.545
00:00:40	1.139	0.219	18.48	34.14	1.025	0.541
00:00:50	1.815	0.236	22.51	33.74	1.037	0.667
00:01:00	2.458	0.252	26.89	33.36	1.049	0.806
00:01:10	3.097	0.291	31.41	32.98	1.061	0.952
00:01:20	3.742	0.327	34.69	32.60	1.074	1.064
00:01:30	4.390	0.345	37.08	32.22	1.086	1.151
00:01:40	5.060	0.364	38.50	31.82	1.100	1.210
00:01:50	5.712	0.368	39.30	31.44	1.113	1.250
00:02:00	6.388	0.384	39.99	31.04	1.128	1.288
00:02:10	7.068	0.394	40.33	30.64	1.142	1.316
00:02:20	7.755	0.407	40.55	30.23	1.158	1.341
00:02:30	8.438	0.415	40.94	29.83	1.173	1.372
00:02:40	9.096	0.425	41.16	29.44	1.189	1.398
00:02:50	9.761	0.431	41.14	29.05	1.205	1.416
00:03:00	10.437	0.457	41.36	28.65	1.222	1.443
00:03:10	11.114	0.472	41.23	28.25	1.239	1.459
00:03:20	11.796	0.478	41.29	27.85	1.257	1.483
00:03:30	12.484	0.482	41.04	27.44	1.275	1.495
00:03:40	13.157	0.491	40.98	27.05	1.294	1.515
00:03:50	13.837	0.502	41.10	26.65	1.314	1.542
00:04:00	14.518	0.517	41.12	26.24	1.334	1.567
00:04:10	15.179	0.533	41.03	25.85	1.354	1.587
00:04:20	15.833	0.548	41.10	25.47	1.374	1.614
00:04:30	16.494	0.562	41.25	25.08	1.396	1.645
00:04:40	17.168	0.566	41.13	24.68	1.418	1.667
00:04:48	17.712	0.577	41.02	24.36	1.437	1.684

W PESAS	Kg	5.25		
Tiempo de Ensayo	hr/min/seg	0 :	4 :	48

ESPÉCIMEN N°03

Tiempo	Deformación Horizontal	Deformación Vertical	Carga	Área corregida	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante
hr/min/seg	mm	m.m	Kg	cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2
00:00:01	0.000	0.000	4.60	34.81	1.508	0.132
00:00:10	0.001	0.102	5.11	34.81	1.508	0.147
00:00:20	0.002	0.128	5.13	34.81	1.508	0.147
00:00:30	0.362	0.237	19.28	34.60	1.517	0.557
00:00:40	1.063	0.312	22.69	34.18	1.536	0.664
00:00:50	1.723	0.360	24.62	33.79	1.554	0.728
00:01:00	2.386	0.376	27.75	33.40	1.572	0.831
00:01:10	3.049	0.427	32.18	33.01	1.590	0.975
00:01:20	3.714	0.471	36.23	32.62	1.610	1.111
00:01:30	4.399	0.528	39.03	32.21	1.630	1.212
00:01:40	5.075	0.561	40.95	31.82	1.650	1.287
00:01:50	5.738	0.842	42.81	31.42	1.671	1.362
00:02:00	6.415	0.639	44.50	31.03	1.692	1.434
00:02:10	7.082	0.662	45.68	30.63	1.714	1.491
00:02:20	7.761	0.719	47.05	30.23	1.737	1.556
00:02:30	8.437	0.740	48.63	29.83	1.760	1.630
00:02:40	9.110	0.769	49.88	29.44	1.784	1.694
00:02:50	9.779	0.812	50.90	29.04	1.808	1.753
00:03:00	10.457	0.813	51.75	28.64	1.833	1.807
00:03:10	11.135	0.855	52.83	28.24	1.859	1.871
00:03:20	11.811	0.898	53.87	27.84	1.886	1.935
00:03:30	12.468	0.943	54.73	27.45	1.912	1.994
00:03:40	13.130	0.974	55.36	27.06	1.940	2.046
00:03:50	13.811	1.015	56.28	26.66	1.969	2.111
00:04:00	14.480	1.037	56.95	26.27	1.999	2.168
00:04:10	15.156	1.075	57.68	25.87	2.030	2.230
00:04:20	15.814	1.095	57.96	25.48	2.060	2.275
00:04:30	16.486	1.112	58.05	25.08	2.093	2.314
00:04:40	17.148	1.128	57.99	24.69	2.126	2.349
00:04:48	17.687	1.144	58.10	24.37	2.154	2.384

Nota. El ensayo de corte directo siempre se trabaja en modalidad CD (Consolidado drenado), por lo tanto los parámetros de resistencia del ensayo siempre serán efectivos o drenados

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vá...ez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECA...A DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	ENSAYO DE CORTE DIRETO(Condiciones consolidadas drenadas) - NTP 339.171				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	C-03	UBICACIÓN	Negropampa-La Torre		TESISTAS:	Cubas Bustamante, Wilder
N° MUESTRA(M)	M-03	COORDENADAS UTM	ESTE	763006.7E		Ruiz Mejia, Anibal
CODIGO-M	C3-E3-M3		NORTE	9268965.13N	REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	FECHA DE ENSAYO:	30/12/2025			

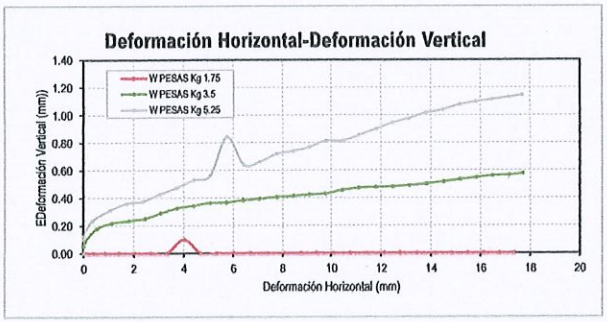
RESULTADO FINAL DEL ENSAYO CD-NTP 339.171

DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°01
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	10.12%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.02
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.83
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.33
Velocidad de corte	mm/min	3.61
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	1.750
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	0.503
Esfuerzo de cortante (t)	Kg/cm^2	0.987

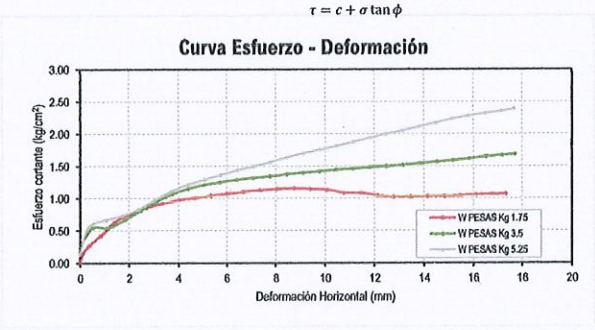
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°02
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	8.58%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.09
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.92
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.71
Velocidad de corte	mm/min	3.69
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	3.500
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.005
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	1.188

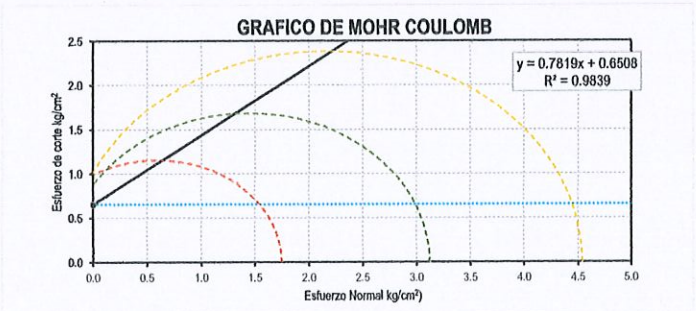
DESCRIPCIÓN		ESPÉCIMEN N°03
Dimenciones del Espécimen		
Lado (Lo)	cm	5.900
Altura	cm	1.900
Área	cm^2	34.810
Volumen de la muestra	cm^3	66.139
Masa del molde (Espécimen)	g	59.20
Contenido de Humedad	%	10.17%
Peso unitario húmedo(yh)	g/cm^3	2.02
Peso unitario seco(yd)	g/cm^3	1.83
Desplazamiento en t_{falla}	mm	17.69
Velocidad de corte	mm/min	3.68
Esfuerzos Aplicadoa al Espécimen		
W PESAS (Carga Normal)	Kg	5.250
Esfuerzo Normal (σ)	Kg/cm^2	1.508
Esfuerzo de corte de falla (t)	Kg/cm^2	1.669

GRAFICAD DEL CORTE DIRECTO



$$\tau = c + \sigma \tan\phi$$





N° de Especimen	Esfuerzo Normal corregido (σ)	Resistencia al corte corregido (t)	Cohesión (c)	Ángulo de fricción interna (f)
1	0.59 Kg/cm^2	1.154 Kg/cm^2	0.651 Kg/cm^2	38.02°
2	1.44 Kg/cm^2	1.684 Kg/cm^2		
3	2.15 Kg/cm^2	2.384 Kg/cm^2		

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vá… …ez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECA… DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

PUNTO DE EXPLORACIÓN
CALICATA N°01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	71.9	71.9	71.9
Masa de tara + muestra humeda (g)	212.8	213.2	210
Masa de tara + muestra seca (g)	185.9	187.9	183.3
Masa de muestra humeda (g)	140.9	141.3	138.1
Masa de muestra seca (g)	114	116	111.4
Masa de agua (g)	**26.9**	**25.3**	**26.7**
Contenido de humedad (%)	23.60	21.81	23.97
W(%(PROMEDIO :	23.12		

140.9

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	279.4
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	227.4

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	23.12	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vás...z Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁ... DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		1680.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		166.50 gr
			PERDIDA POR LAVADO		1513.500
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	4.5	2.66	2.66	97.34
N°4	4.75	14.2	8.41	11.07	88.93
N°10	2.00	39.3	23.27	34.34	65.66
N°20	0.850	41.8	24.75	59.09	40.91
N°40	0.425	26.3	15.57	74.66	25.34
N°60	0.250	13.9	8.23	82.89	17.11
N°140	0.106	19.8	11.72	94.61	5.39
N°200	0.075	9.1	5.39	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		168.90			

Tamaño máximo (TM)	1/2"
Tamaño máximo nominal (TMN)	3/8"

Coeficientes granulométricos

D10	0.163
D30	0.552
D60	1.737

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 1.08

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 10.68

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	11.07	%

Porcentaje de Finos

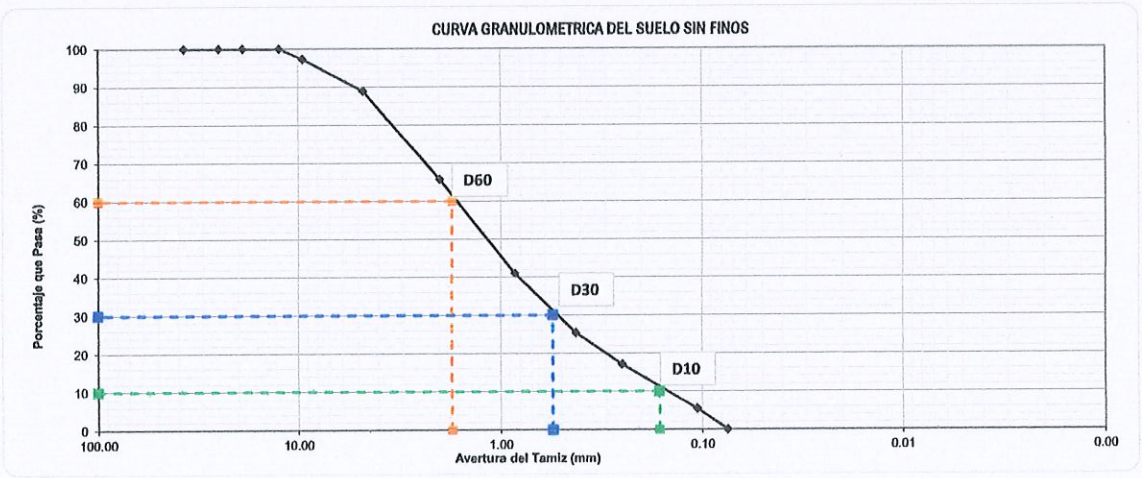
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	88.93	%



OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

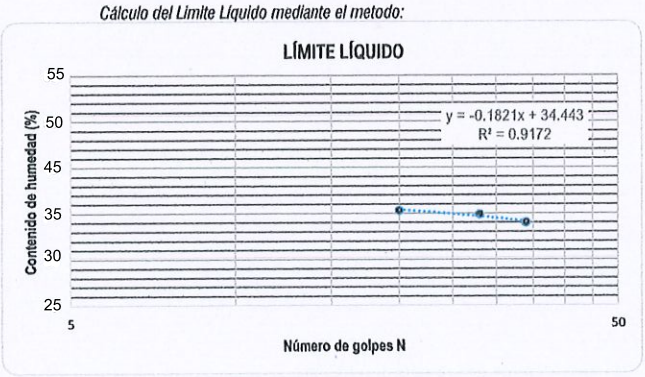
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo limo-arenoso de consistenca blanda, con color predominante marrón claro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	34	28	20
Masa de la tara	gr	37	37.4	37.6
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.2	43.5	44
Masa tara +suelo seco	gr	39.5	42.1	42.5
Masa de suelo seco	gr	2.5	4.7	4.9
Masa de agua	gr	0.7	1.4	1.5
Humedad	%	28.00	29.79	30.61
Contenido de Humedad promedio	%	29.47		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.1821 ln(x) + 34.44

Límite líquido: LL = 33.9 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	38.1	38	
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.2	40.1	
Masa tara +suelo seco	gr	39.7	39.6	
Masa de suelo seco	gr	1.6	1.6	
Masa de agua	gr	0.5	0.5	
Contenido de Humedad parcial	%	31.25	31.25	31.25

Limite Plástico: LP = 31.30 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 2.6 %

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

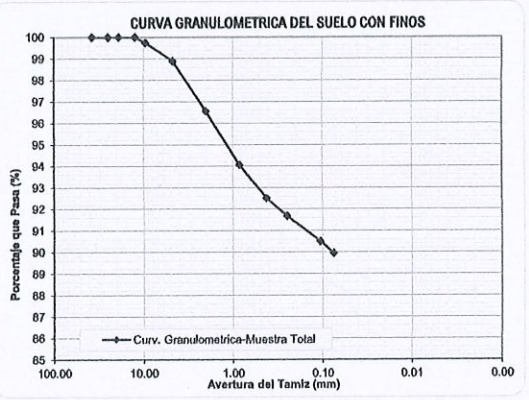
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			

CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

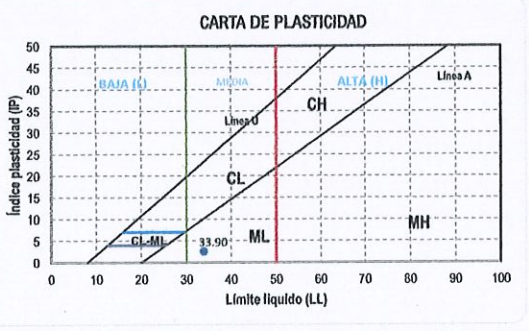
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo limo-arenoso de consistenca blanda, con color predominante marrón claro

MUESTRA (Ws)		1680.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		166.50 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	4.5	0.27	0.27	99.73
N°4	4.75	14.2	0.84	1.11	98.89
N°10	2.00	39.3	2.34	3.45	96.55
N°20	0.850	41.8	2.48	5.93	94.07
N°40	0.425	26.3	1.56	7.50	92.50
N°60	0.250	13.9	0.83	8.32	91.68
N°140	0.106	19.8	1.18	9.50	90.50
N°200	0.075	9.1	0.54	10.04	89.96
PERDIDA DE LAVADO		1513.5	89.96	100.00	0.00
PESO TOTAL		1682.40			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	33.90	%
Límite Plástico	LP =	31.30	%
Índice de Plástico	IP =	2.60	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la linea A - Zona de Limos M			

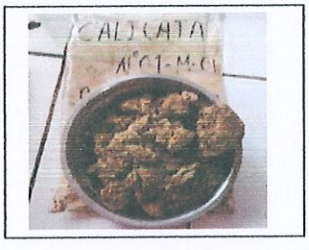
Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		98.89	%
% Pasa Malla N° 200 =		89.96	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	10.04	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	1.11	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	1.11	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	89.96	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	8.9	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado			
Diametro de partículas al 10%	D_{10}	0.163	mm
Diametro de partículas al 30%	D_{30}	0.552	mm
Diametro de partículas al 60%	D_{60}	1.737	mm

Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	10.679
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	1.079

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Limo
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbologia del Grupo:
	ML Limo
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (ML) Limo

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	86	86	86
Masa de tara + muestra humeda (g)	188.8	197.5	195.1
Masa de tara + muestra seca (g)	170.6	177.1	176.4
Masa de muestra humeda (g)	102.8	111.5	109.1
Masa de muestra seca (g)	84.6	91.1	90.4
Masa de agua (g)	**18.2**	**20.4**	**18.7**
Contenido de humedad (%)	21.51	22.39	20.69
W(%(PROMEDIO :	21.53		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**220.6**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**181.5**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	21.53	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		2156.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		62.30 gr
			PERDIDA POR LAVADO		2093.700
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	2	3.26	3.26	96.74
N°10	2.00	14.2	23.13	26.38	73.62
N°20	0.850	12.5	20.36	46.74	53.26
N°40	0.425	6.5	10.59	57.33	42.67
N°60	0.250	5.2	8.47	65.80	34.20
N°140	0.106	11.2	18.24	84.04	15.96
N°200	0.075	9.8	15.96	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		61.40			

Tamaño máximo (TM)	1/2"
Tamaño máximo nominal (TMN)	3/8"

Coeficientes granulométricos

D10	0.094
D30	0.217
D60	1.231

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.40

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 13.04

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	3.26	%

Porcentaje de Finos

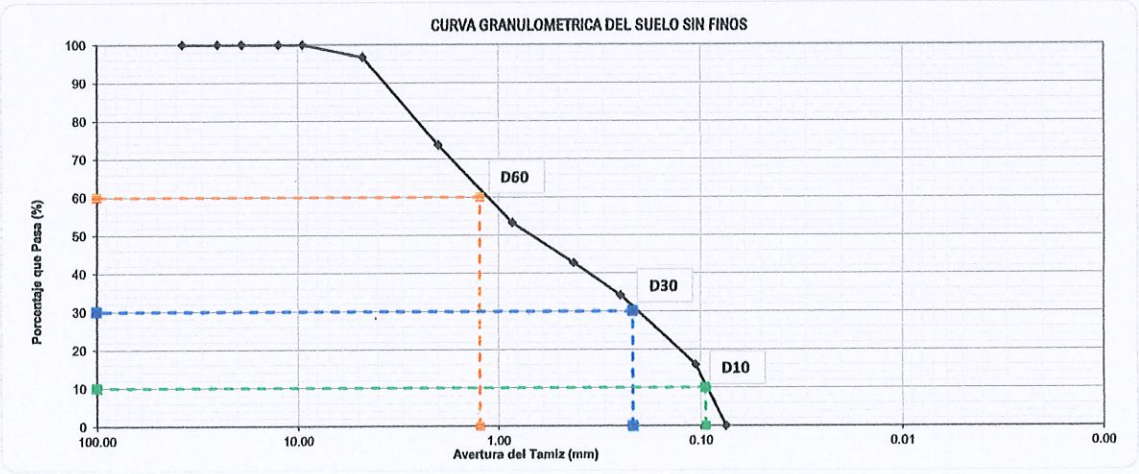
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	96.74	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

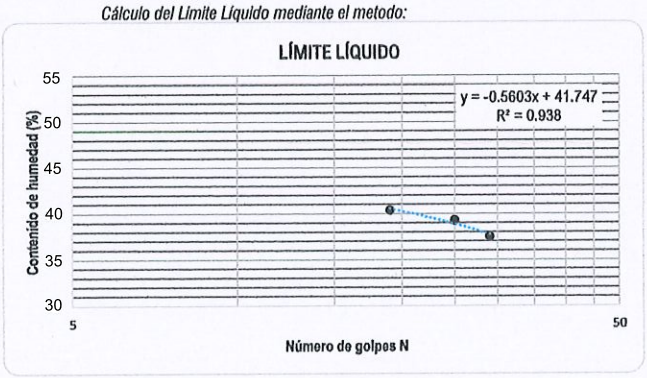
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo limoso de consistencia semidura, cuya coloración predominante es el amarillo con grandes veteados de tonos marrón ocuro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	29	25	19
Masa de la tara	gr	37.1	37.9	37.2
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.1	41.5	40.6
Masa tara +suelo seco	gr	39.5	40.7	39.8
Masa de suelo seco	gr	2.4	2.8	2.6
Masa de agua	gr	0.6	0.8	0.8
Humedad	%	25.00	28.57	30.77
Contenido de Humedad promedio	%		28.11	

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.5603 ln(x) + 41.75

Límite líquido: LL = 39.9 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.7	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.9	40	
Masa tara +suelo seco	gr	39.3	39.4	
Masa de suelo seco	gr	1.6	1.7	
Masa de agua	gr	0.6	0.6	
Contenido de Humedad parcial	%	37.50	35.29	36.40

Limite Plástico: LP = 36.40 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 3.5 %

OBSERVACIONES:	

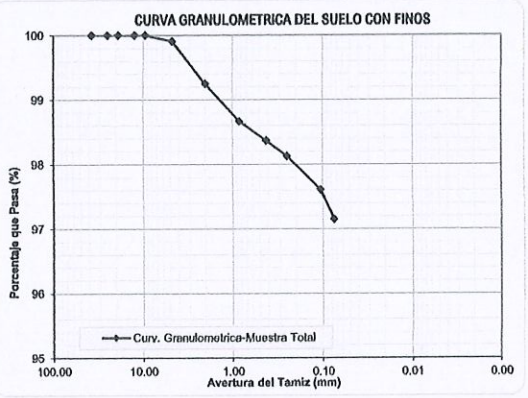
RESPONSABLES	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

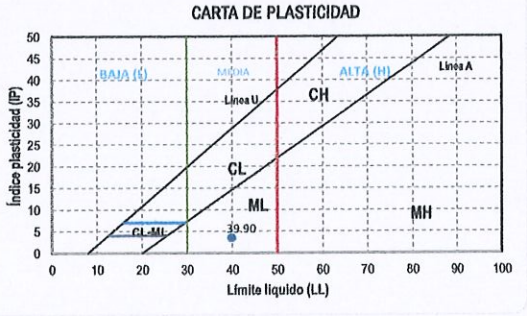
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo limoso de consistencia semidura, cuya coloración predominante es el amarillo con grandes veteados de tonos marrón ocuro

MUESTRA (Ws)		2156.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		62.30 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	2	0.09	0.09	99.91
N°10	2.00	14.2	0.66	0.75	99.25
N°20	0.850	12.5	0.58	1.33	98.67
N°40	0.425	6.5	0.30	1.63	98.37
N°60	0.250	5.2	0.24	1.87	98.13
N°140	0.106	11.2	0.52	2.39	97.61
N°200	0.075	9.8	0.45	2.85	97.15
PERDIDA DE LAVADO		2093.7	97.15	100.00	0.00
PESO TOTAL		2155.10			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	39.90	%
Límite Plástico	LP =	36.40	%
Índice de Plástico	IP =	3.50	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la línea A - Zona de Limos M			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.91	%
% Pasa Malla N° 200 =		97.15	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	2.85	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.09	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.09	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	97.15	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	2.8	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado			
Diametro de partículas al 10%	D_{10}	0.094	mm
Diametro de partículas al 30%	D_{30}	0.217	mm
Diametro de partículas al 60%	D_{60}	1.231	mm
Coef. Uniformidad $Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	13.04	
Coef. Curvatura $Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.40	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Limo	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbologia del Grupo:	
	ML	Limo
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas - (ML) Limo con presencia menor de arenas finas	

OBSERVACIONES:	*La clasificación del suelo se realizó conforme a la NTP 339.134, considerando la granulometría total de la muestra e incorporando el material fino separado durante el lavado, con los los coeficientes granulometricos determinados con el material lavado.*

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	TÉCNICO DE LABORATORIO	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	85.4	85.4	85.4
Masa de tara + muestra humeda (g)	192.4	201.7	201.5
Masa de tara + muestra seca (g)	158.2	164.6	165
Masa de muestra humeda (g)	107	116.3	116.1
Masa de muestra seca (g)	72.8	79.2	79.6
Masa de agua (g)	34.2	37.1	36.5
Contenido de humedad (%)	46.98	46.84	45.85
W(%(PROMEDIO :	46.56		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	232.4
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	158.8

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	46.56	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		1664.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		40.60 gr
			PERDIDA POR LAVADO		1623.400
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.7	4.13	4.13	95.87
N°10	2.00	7.1	17.23	21.36	78.64
N°20	0.850	6.4	15.53	36.89	63.11
N°40	0.425	5.7	13.83	50.73	49.27
N°60	0.250	5.6	13.59	64.32	35.68
N°140	0.106	9.2	22.33	86.65	13.35
N°200	0.075	5.5	13.35	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		41.20			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.098
D30	0.213
D60	0.755

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.61

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 7.68

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

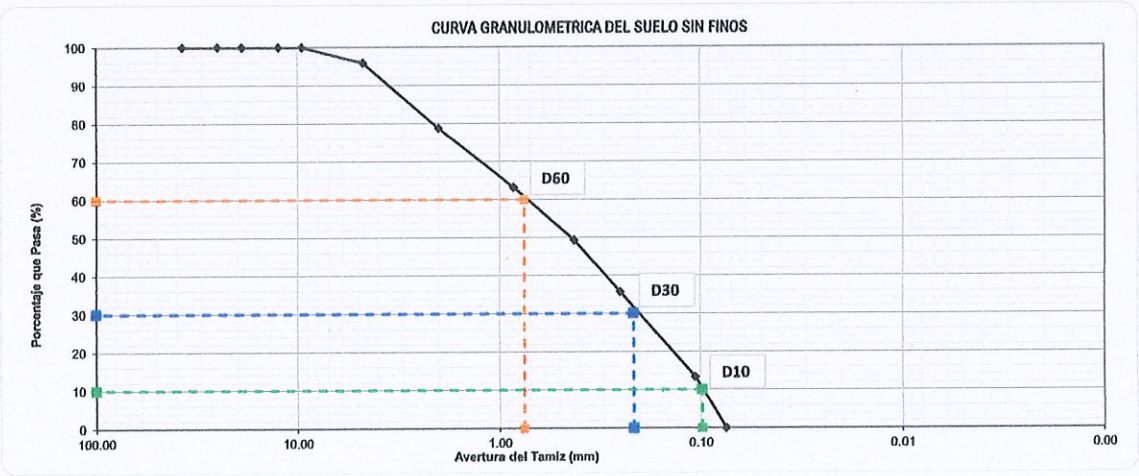
%GRAVA	4.13	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	95.87	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

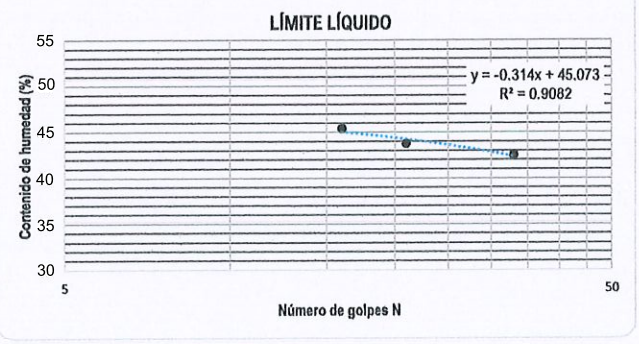
Descrip. Material	Suelo limoso de consistencia semidura, con un color predominate marrón con betas o puntos de color amarilo

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	33	21	16
Masa de la tara	gr	37.6	37.7	37.9
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.3	41	41.7
Masa tara +suelo seco	gr	39.6	40.1	40.6
Masa de suelo seco	gr	2	2.4	2.7
Masa de agua	gr	0.7	0.9	1.1
Humedad	%	35.00	37.50	40.74
Contenido de Humedad promedio	%	37.75		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:

Método A - Multipunto



Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.3140 ln(x) + 45.07

Límite líquido: LL = 44.1 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.3	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.8	39.4	
Masa tara +suelo seco	gr	39.1	38.9	
Masa de suelo seco	gr	1.8	1.2	
Masa de agua	gr	0.7	0.5	
Contenido de Humedad parcial	%	38.89	41.67	40.28

Limite Plástico: LP = 40.30 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 3.8 %

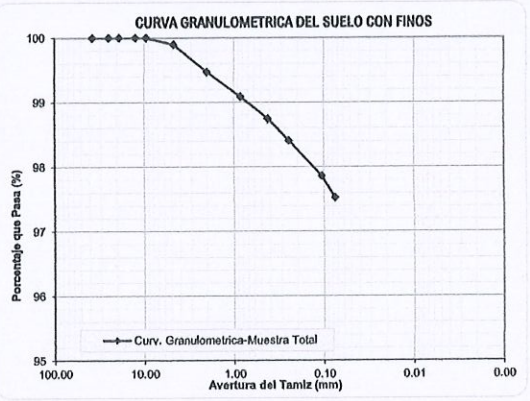
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA UNIDAD DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763068.82 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268984.38 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

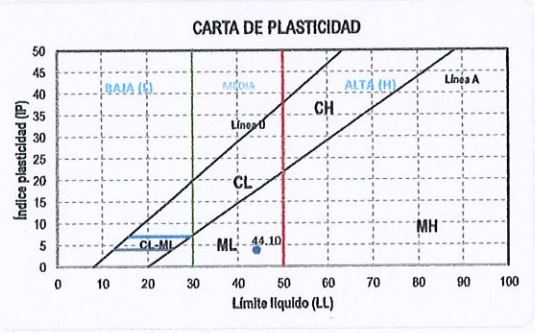
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo limoso de consistencia semidura, con un color predominate marrón con betas o puntos de color amarilo

MUESTRA (Ws)		1664.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		40.60 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.7	0.10	0.10	99.90
N°10	2.00	7.1	0.43	0.53	99.47
N°20	0.850	6.4	0.38	0.91	99.09
N°40	0.425	5.7	0.34	1.26	98.74
N°60	0.250	5.6	0.34	1.59	98.41
N°140	0.106	9.2	0.55	2.14	97.86
N°200	0.075	5.5	0.33	2.48	97.52
PERDIDA DE LAVADO		1623.4	97.52	100.00	0.00
PESO TOTAL		1664.60			



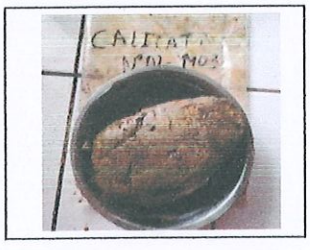
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	44.10	%
Límite Plástico	LP =	40.30	%
Índice de Plástico	IP =	3.80	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la línea A - Zona de Limos M			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.90	%
% Pasa Malla N° 200 =		97.52	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	2.48	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.10	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.10	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	97.52	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	2.4	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.098	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.213	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.755	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	7.682	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.614	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Limo
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbologia del Grupo:
	ML Limo
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas - (ML) Limo

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

PUNTO DE EXPLORACIÓN
CALICATA N°02

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	82.7	82.7	82.7
Masa de tara + muestra humeda (g)	192.9	186.4	188.5
Masa de tara + muestra seca (g)	153.2	150.7	151.2
Masa de muestra humeda (g)	110.2	103.7	105.8
Masa de muestra seca (g)	70.5	68	68.5
Masa de agua (g)	**39.7**	**35.7**	**37.3**
Contenido de humedad (%)	56.31	52.50	54.45
W(%(PROMEDIO :	54.42		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	209.5
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	136.5

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	54.42	%

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		2070.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		25.0 gr
			PERDIDA POR LAVADO		2045.000
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.8	4.74	4.74	95.26
N°10	2.00	4.1	10.79	15.53	84.47
N°20	0.850	2.9	7.63	23.16	76.84
N°40	0.425	1.8	4.74	27.89	72.11
N°60	0.250	2.2	5.79	33.68	66.32
N°140	0.106	6.4	16.84	50.53	49.47
N°200	0.075	18.8	49.47	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		38.00			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.081
D30	0.094
D60	0.196

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.55

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 2.41

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

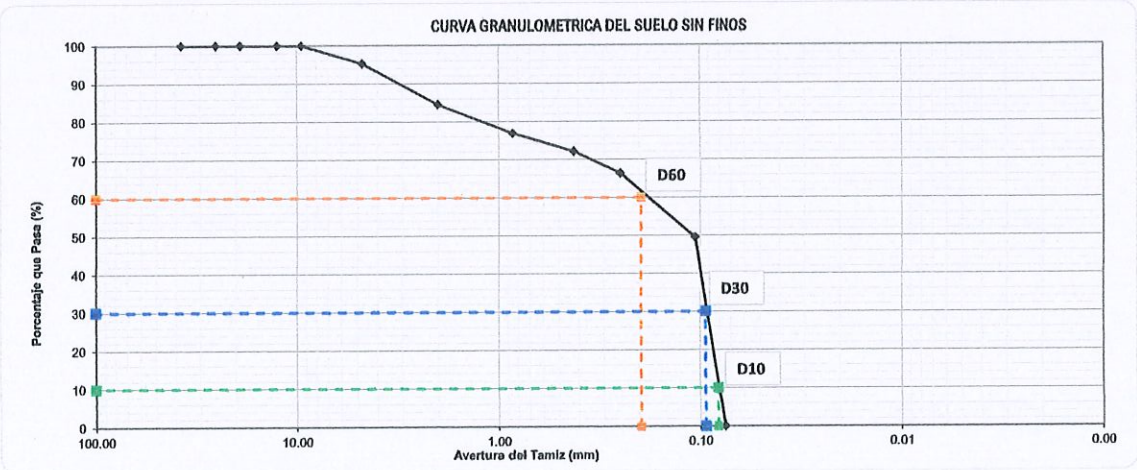
%GRAVA	4.74	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	95.26	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

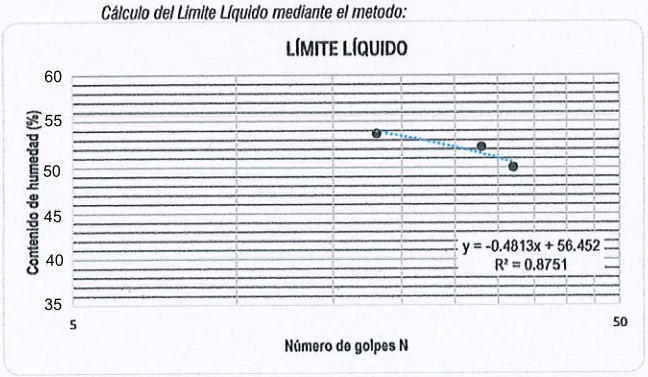
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante amarillo con veteados en tono marron oscuro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	32	28	18
Masa de la tara	gr	37.1	38	37.6
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.9	40.6	40.4
Masa tara +suelo seco	gr	39.1	39.8	39.5
Masa de suelo seco	gr	2	1.8	1.9
Masa de agua	gr	0.8	0.8	0.9
Humedad	%	40.00	44.44	47.37
Contenido de Humedad promedio	%	43.94		

Cálculo del Límite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.4813 ln(x) + 56.45

Límite líquido: LL = 54.9 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	38	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.9	39.4	
Masa tara +suelo seco	gr	39.5	39	
Masa de suelo seco	gr	1.5	1.3	
Masa de agua	gr	0.4	0.4	
Contenido de Humedad parcial	%	26.67	30.77	28.72

Límite Plástico: LP = 28.70 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 26.2 %

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

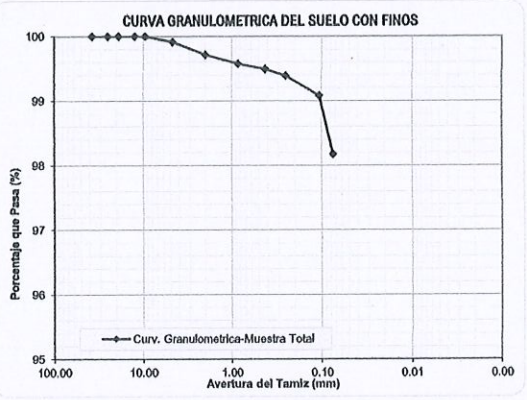
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
NORMA	NTP 339.134				
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

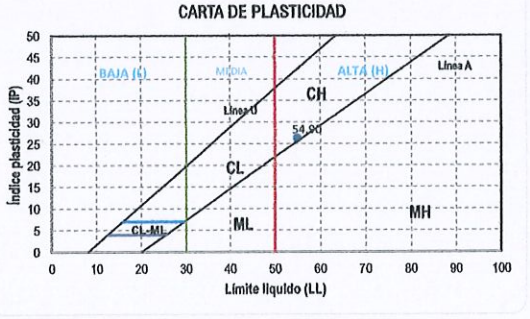
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante amarillo con veteados en tono marron oscuro

MUESTRA (Ws)		2070.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		25.0 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.8	0.09	0.09	99.91
N°10	2.00	4.1	0.20	0.28	99.72
N°20	0.850	2.9	0.14	0.42	99.58
N°40	0.425	1.8	0.09	0.51	99.49
N°60	0.250	2.2	0.11	0.61	99.39
N°140	0.106	6.4	0.31	0.92	99.08
N°200	0.075	18.8	0.90	1.82	98.18
PERDIDA DE LAVADO		2045	98.18	100.00	0.00
PESO TOTAL		2083.00			



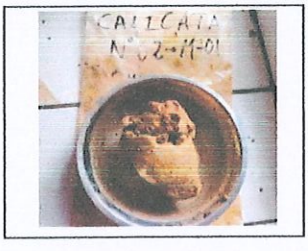
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	54.90	%
Límite Plástico	LP =	28.70	%
Índice de Plástico	IP =	26.20	%
Suelo con Alta Plasticidad (LL>50%) *Lo cual se ubicara* *Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C*			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.91	%
% Pasa Malla N° 200 =		98.18	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	1.82	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.09	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.09	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	98.18	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	1.7	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.081	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.094	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.196	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	2.412	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.552	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CH Arcilla de alta plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometría :	Suelo de particulas Finas Arenas



Simbología del Grupo:	
CH	Arcilla de alta plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CH) - Arcilla de alta plasticidad

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	88.8	88.8	88.8
Masa de tara + muestra humeda (g)	195.8	195.6	203.3
Masa de tara + muestra seca (g)	162.2	161.8	167.6
Masa de muestra humeda (g)	107	106.8	114.5
Masa de muestra seca (g)	73.4	73	78.8
Masa de agua (g)	**33.6**	**33.8**	**35.7**
Contenido de humedad (%)	45.78	46.30	45.30
W(%(PROMEDIO :	45.79		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**221.3**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**151.8**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	45.79	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		2353.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		22.10 gr
			PERDIDA POR LAVADO		2330.900
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.1	0.45	0.45	99.55
N°10	2.00	0.1	0.45	0.90	99.10
N°20	0.850	1.1	4.98	5.88	94.12
N°40	0.425	1.5	6.79	12.67	87.33
N°60	0.250	4.3	19.46	32.13	67.87
N°140	0.106	5.4	24.43	56.56	43.44
N°200	0.075	9.6	43.44	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		22.10			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.082
D30	0.096
D60	0.204

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.56

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 2.48

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

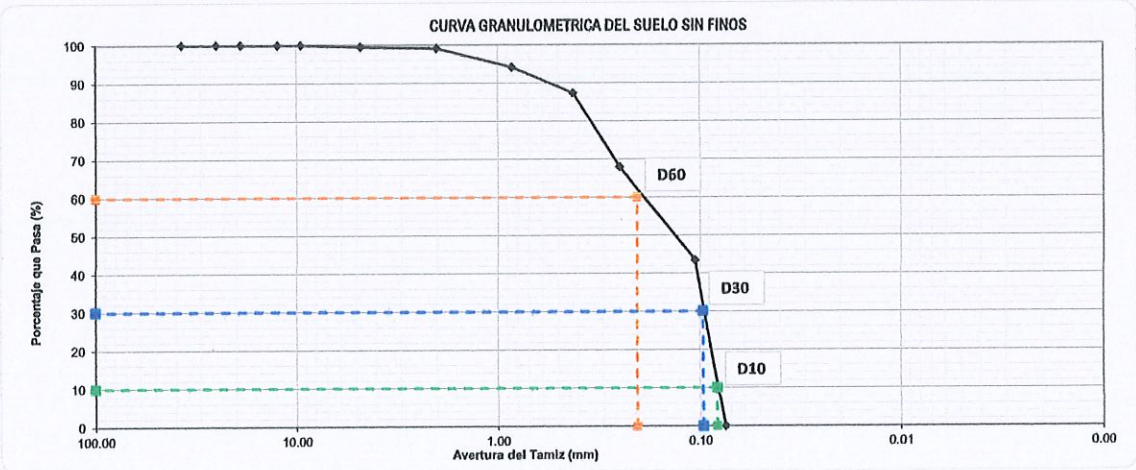
%GRAVA	0.45	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	99.55	%



OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nolve Núñez Bustamante	

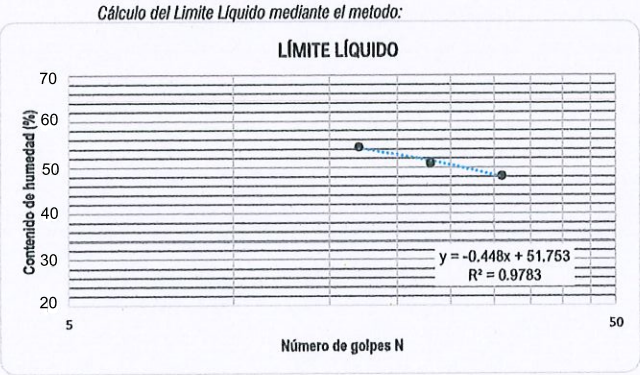
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapla

Descrip. Material	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante griz claro/blanquecino con veteados en tono marron oscuro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	31	23	17
Masa de la tara	gr	38	37.9	37.5
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.9	41	40.1
Masa tara +suelo seco	gr	40.1	40.1	39.3
Masa de suelo seco	gr	2.1	2.2	1.8
Masa de agua	gr	0.8	0.9	0.8
Humedad	%	38.10	40.91	44.44
Contenido de Humedad promedio	%	41.15		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.4480 ln(x) + 51.75

Límite líquido: LL = 50.3 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.6	37.5	
Masa tara + suelo húmedo	gr	39	38.6	
Masa tara +suelo seco	gr	38.7	38.4	
Masa de suelo seco	gr	1.1	0.9	
Masa de agua	gr	0.3	0.2	
Contenido de Humedad parcial	%	27.27	22.22	24.75

Límite Plástico: LP = 24.70 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

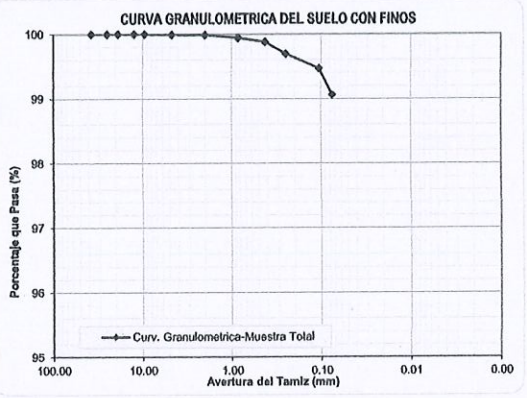
índice Plástico IP = LL - LP IP = 25.6 %

OBSERVACIONES:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
	NORMA	NTP 339.134				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante griz claro/blanquecino con veteados en tono marron oscuro

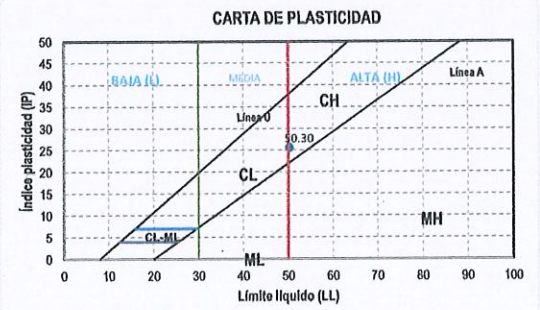
MUESTRA (Ws)		2353.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		22.10 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.1	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.1	0.00	0.01	99.99
N°20	0.850	1.1	0.05	0.06	99.94
N°40	0.425	1.5	0.06	0.12	99.88
N°60	0.250	4.3	0.18	0.30	99.70
N°140	0.106	5.4	0.23	0.53	99.47
N°200	0.075	9.6	0.41	0.94	99.06
PERDIDA DE LAVADO		2330.9	99.06	100.00	0.00
PESO TOTAL		2353.00			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	50.30	%
Límite Plástico	LP =	24.70	%
Índice de Plástico	IP =	25.60	%
Suelo con Alta Plasticidad (LL>50%) *Lo cual se ubicara* *Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C*			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		100.00	%
% Pasa Malla N° 200 =		99.06	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	0.94	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.00	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.00	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	99.06	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	0.9	%

Análisis Granulometrico Suelo lavado			
Diametro de partículas al 10%	D_{10}	0.082	mm
Diametro de partículas al 30%	D_{30}	0.096	mm
Diametro de partículas al 60%	D_{60}	0.204	mm
Coef. Uniformidad $Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	2.479	
Coef. Curvatura $Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.556	



Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CH Arcilla de alta plasticidad	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbologia del Grupo:	
	CH	Arcilla de alta plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CH) -Arcilla de alta plasticidad	

OBSERVACIONES:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	85.5	85.5	85.5
Masa de tara + muestra humeda (g)	212.8	200.7	199.3
Masa de tara + muestra seca (g)	175.5	167.1	166.4
Masa de muestra humeda (g)	127.3	115.2	113.8
Masa de muestra seca (g)	90	81.6	80.9
Masa de agua (g)	**37.3**	**33.6**	**32.9**
Contenido de humedad (%)	41.44	41.18	40.67
W(%(PROMEDIO :	41.10		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	229
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	162.5

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	41.10	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.50 - 3.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejía, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		1394.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		17.40 gr
			PERDIDA POR LAVADO		1376.600
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	1.6	9.58	9.58	90.42
N°20	0.850	1.5	8.98	18.56	81.44
N°40	0.425	1.6	9.58	28.14	71.86
N°60	0.250	1.7	10.18	38.32	61.68
N°140	0.106	5.5	32.93	71.26	28.74
N°200	0.075	4.8	28.74	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		16.70			

Tamaño máximo (TM)	N°4
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°10

Coeficientes granulométricos	
D10	0.086
D30	0.111
D60	0.243

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.60

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 2.83

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

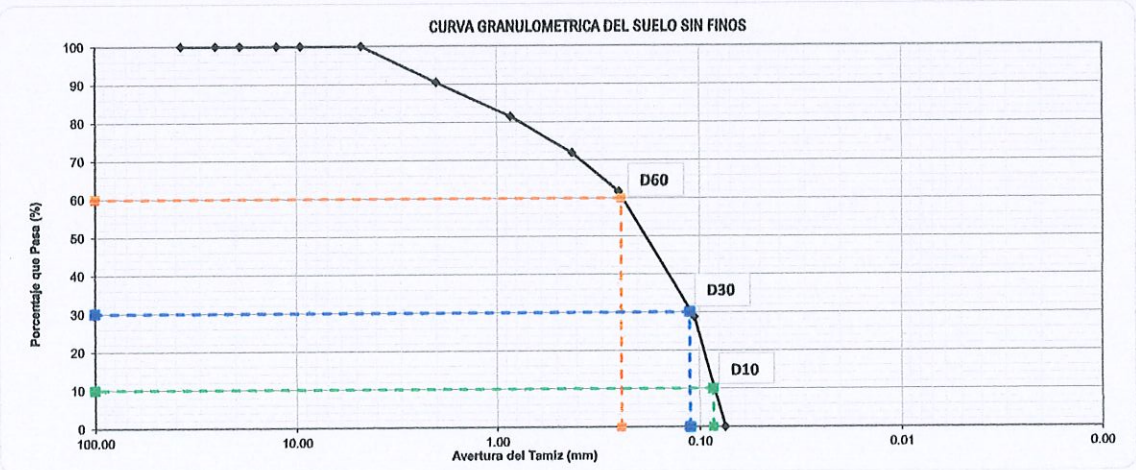
%GRAVA	0.00	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	100.00	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejía, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

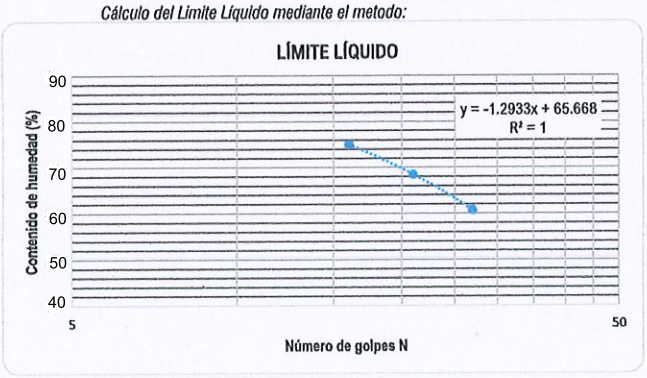
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LIMITES LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante amarillo con veteados en tono marron oscuro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	27	21	16
Masa de la tara	gr	37.5	38	37.9
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.2	39.8	40.8
Masa tara +suelo seco	gr	38.8	39.3	39.9
Masa de suelo seco	gr	1.3	1.3	2
Masa de agua	gr	0.4	0.5	0.9
Humedad	%	30.77	38.46	45.00
Contenido de Humedad promedio	%	38.08		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -1.2933 ln(x) + 65.67

Límite líquido: LL = 61.5 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.8	37.8	
Masa tara + suelo húmedo	gr	40	40	
Masa tara +suelo seco	gr	39.5	39.5	
Masa de suelo seco	gr	1.7	1.7	
Masa de agua	gr	0.5	0.5	
Contenido de Humedad parcial	%	29.41	29.41	29.41

Limite Plástico: LP = 29.40 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 32.1 %

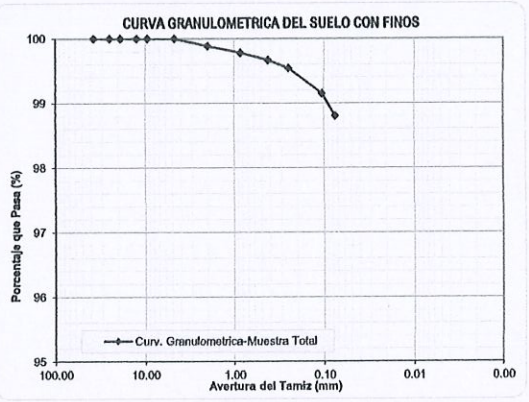
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
	NORMA	NTP 339.134				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763039.6 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268958.9 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

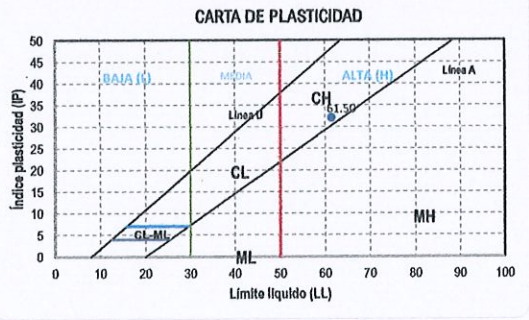
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso con consistencia blanda, de material predominante amarillo con veteados en tono marron oscuro

MUESTRA (Ws)		1394.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		17.40 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	1.6	0.11	0.11	99.89
N°20	0.850	1.5	0.11	0.22	99.78
N°40	0.425	1.6	0.11	0.34	99.66
N°60	0.250	1.7	0.12	0.46	99.54
N°140	0.106	5.5	0.39	0.85	99.15
N°200	0.075	4.8	0.34	1.20	98.80
PERDIDA DE LAVADO		1376.6	98.80	100.00	0.00
PESO TOTAL		1393.30			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	61.50	%
Límite Plástico	LP =	29.40	%
Índice de Plástico	IP =	32.10	%
Suelo con Alta Plasticidad (LL>50%) *Lo cual se ubicara* *Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C*			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		100.00	%
% Pasa Malla N° 200 =		98.80	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	1.20	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.00	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.00	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	98.80	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	1.2	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.086	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.111	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.243	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	2.829	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.597	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CH Arcilla de alta plasticidad	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbologia del Grupo:	
	CH	Arcilla de alta plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas - (CH) Arcilla de alta plasticidad	

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

PUNTO DE EXPLORACIÓN
CALICATA N°03

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	82.2	82.2	82.2
Masa de tara + muestra humeda (g)	189.6	193.3	191.1
Masa de tara + muestra seca (g)	156.8	157	159.6
Masa de muestra humeda (g)	107.4	111.1	108.9
Masa de muestra seca (g)	74.6	74.8	77.4
Masa de agua (g)	**32.8**	**36.3**	**31.5**
Contenido de humedad (%)	43.97	48.53	40.70
W(%(PROMEDIO :	44.40		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**220**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**152.2**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	44.40	%

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		2120.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		71.50 gr
			PERDIDA POR LAVADO		2048.500
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	6.5	9.22	9.22	90.78
N°10	2.00	14.8	20.99	30.21	69.79
N°20	0.850	14	19.86	50.07	49.93
N°40	0.425	8.6	12.20	62.27	37.73
N°60	0.250	6.8	9.65	71.91	28.09
N°140	0.106	12.6	17.87	89.79	10.21
N°200	0.075	7.2	10.21	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		70.50			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.105
D30	0.285
D60	1.433

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.54

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 13.60

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

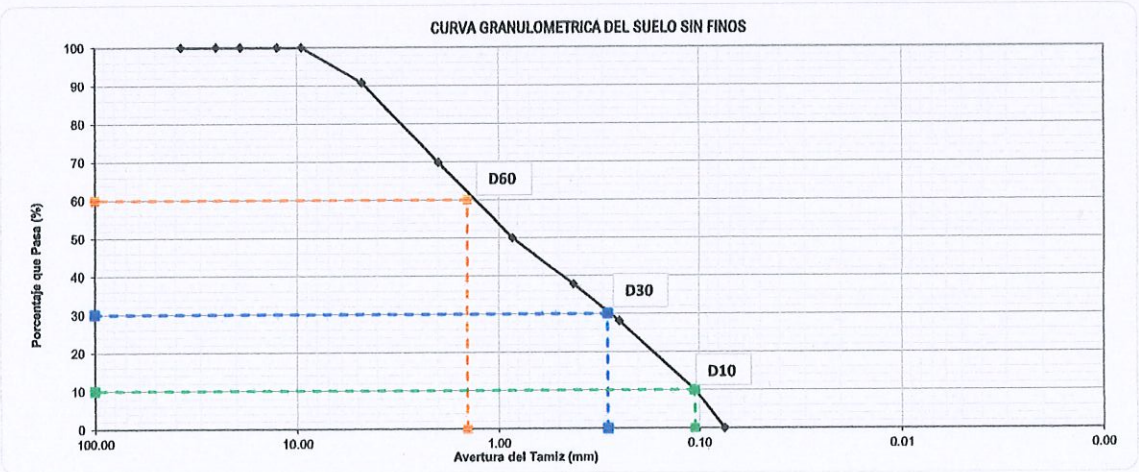
%GRAVA	9.22	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	90.78	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

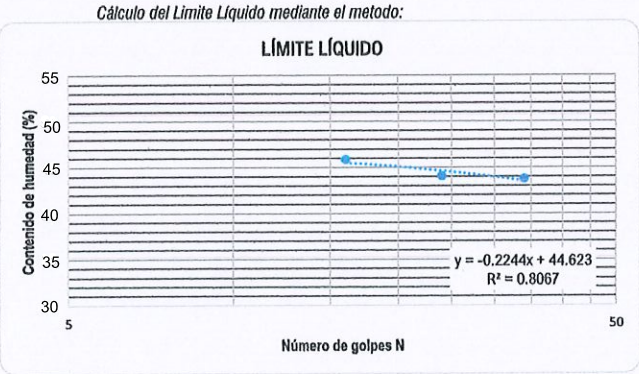
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcilloso de consistencia semidura, con material predominante de color amarillo con veteados de color marron oscuro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	34	24	16
Masa de la tara	gr	37.5	37.7	37.5
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.9	40.6	40.9
Masa tara +suelo seco	gr	40.7	39.8	39.9
Masa de suelo seco	gr	3.2	2.1	2.4
Masa de agua	gr	1.2	0.8	1
Humedad	%	37.50	38.10	41.67
Contenido de Humedad promedio	%	39.09		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: **X =** 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.2244 ln(x) + 44.62

Límite líquido: **LL =** 43.9 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.8	37.3	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41	39.5	
Masa tara +suelo seco	gr	40.5	39.1	
Masa de suelo seco	gr	2.7	1.8	
Masa de agua	gr	0.5	0.4	
Contenido de Humedad parcial	%	18.52	22.22	20.37

Limite Plástico: **LP =** 20.40 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP **IP =** 23.5 %

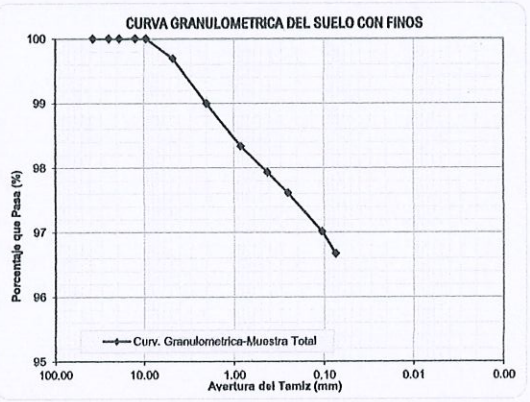
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
	NORMA	NTP 339.134				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.75m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

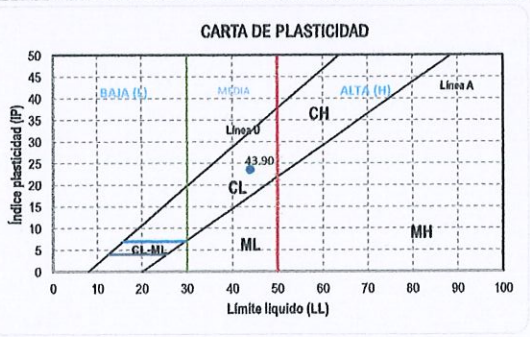
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso de consistencia semidura, con material predominante de color amarillo con veteados de color marron oscuro

MUESTRA (Ws)		2120.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		71.50 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	6.5	0.31	0.31	99.69
N°10	2.00	14.8	0.70	1.01	98.99
N°20	0.850	14	0.66	1.67	98.33
N°40	0.425	8.6	0.41	2.07	97.93
N°60	0.250	6.8	0.32	2.39	97.61
N°140	0.106	12.6	0.59	2.99	97.01
N°200	0.075	7.2	0.34	3.33	96.67
PERDIDA DE LAVADO		2048.5	96.67	100.00	0.00
PESO TOTAL		2119.00			



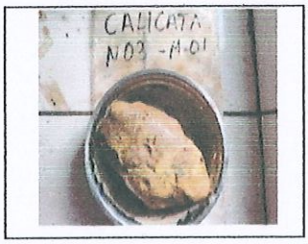
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	43.90	%
Límite Plástico	LP =	20.40	%
Índice de Plástico	IP =	23.50	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.69	%
% Pasa Malla N° 200 =		96.67	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	3.33	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.31	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.31	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	96.67	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	3.0	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.105	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.285	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	1.433	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	13.604	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.537	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



Simbologia del Grupo:	
CL	Arcilla de baja plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CL) Arcilla de baja plasticidad

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	117.7	117.7	117.7
Masa de tara + muestra humeda (g)	233.3	225.5	227.3
Masa de tara + muestra seca (g)	220.7	211.8	214.4
Masa de muestra humeda (g)	115.6	107.8	109.6
Masa de muestra seca (g)	103	94.1	96.7
Masa de agua (g)	12.6	13.7	12.9
Contenido de humedad (%)	12.23	14.56	13.34
W(%(PROMEDIO :	13.38		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	217.4
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	190.8

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	13.38	%

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		942.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		420.20 gr
			PERDIDA POR LAVADO		521.800
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	91.1	21.68	21.68	78.32
3/4"	19.00	89.2	21.23	42.91	57.09
1/2"	12.50	20.3	4.83	47.74	52.26
3/8"	9.50	5.4	1.29	49.02	50.98
N°4	4.75	40.7	9.69	58.71	41.29
N°10	2.00	45.7	10.88	69.59	30.41
N°20	0.850	39.2	9.33	78.91	21.09
N°40	0.425	33.6	8.00	86.91	13.09
N°60	0.250	21.4	5.09	92.00	8.00
N°140	0.106	24.2	5.76	97.76	2.24
N°200	0.075	9.4	2.24	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		420.20			

Tamaño máximo (TM)	1 1/2"
Tamaño máximo nominal (TMN)	1"

Coeficientes granulométricos

D10	0.319
D30	1.949
D60	19.822

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.60

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 62.17

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	58.71	%

Porcentaje de Finos

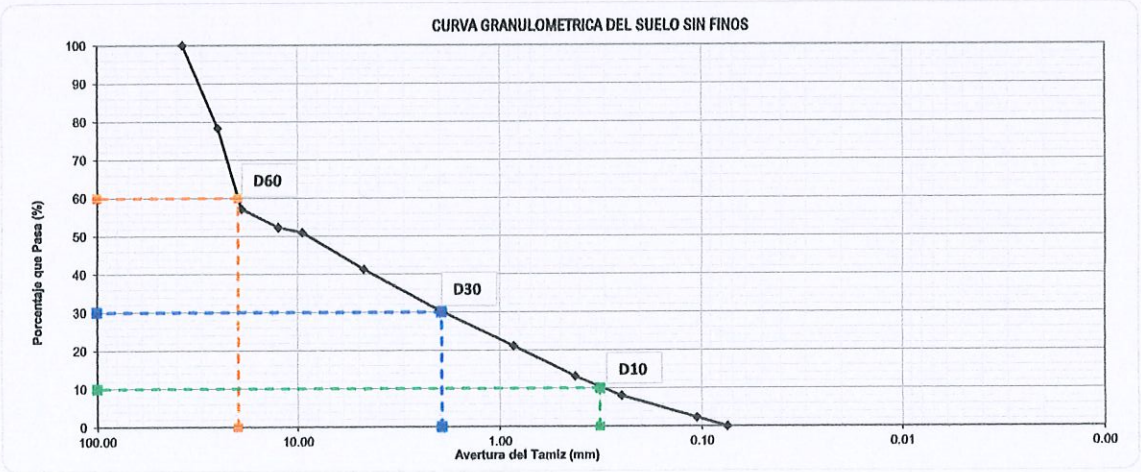
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	41.29	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

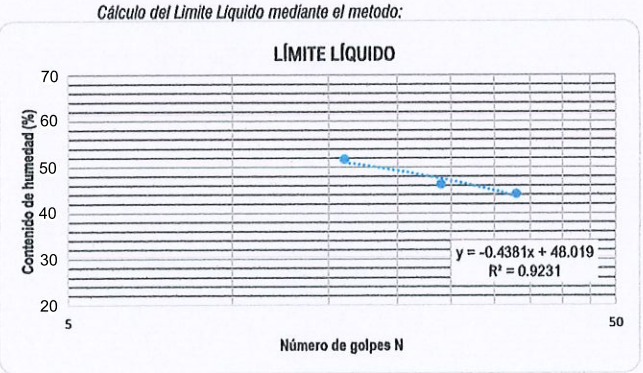
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcilloso de consistencia semidura con material predominante color amarillo

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	33	24	16
Masa de la tara	gr	37.6	37.8	38
Masa tara + suelo húmedo	gr	43.1	50.2	46.5
Masa tara +suelo seco	gr	41.7	46.9	44
Masa de suelo seco	gr	4.1	9.1	6
Masa de agua	gr	1.4	3.3	2.5
Humedad	%	34.15	36.26	41.67
Contenido de Humedad promedio	%	37.36		

Cálculo del Limite Liquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.4381 ln(x) + 48.02

Límite líquido: LL = 46.6 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.7	37.9	
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.7	40.5	
Masa tara +suelo seco	gr	40.2	40.1	
Masa de suelo seco	gr	2.5	2.2	
Masa de agua	gr	0.5	0.4	
Contenido de Humedad parcial	%	20.00	18.18	19.09

Limite Plástico: LP = 19.10 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 27.5 %

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E2	PROFUNDIDAD:	0.75 - 1.50m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

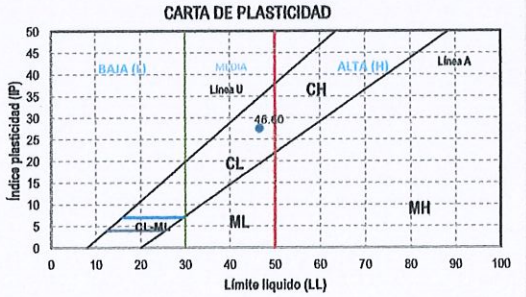
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso, con precencia de grava de consistencia semidura con material predominante color amarillo

MUESTRA (Ws)		942.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		420.20 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	91.1	9.67	9.67	90.33
3/4"	19.00	89.2	9.47	19.14	80.86
1/2"	12.50	20.3	2.15	21.30	78.70
3/8"	9.50	5.4	0.57	21.87	78.13
N°4	4.75	40.7	4.32	26.19	73.81
N°10	2.00	45.7	4.85	31.04	68.96
N°20	0.850	39.2	4.16	35.20	64.80
N°40	0.425	33.6	3.57	38.77	61.23
N°60	0.250	21.4	2.27	41.04	58.96
N°140	0.106	24.2	2.57	43.61	56.39
N°200	0.075	9.4	1.00	44.61	55.39
PERDIDA DE LAVADO		521.8	55.39	100.00	0.00
PESO TOTAL		942.00			



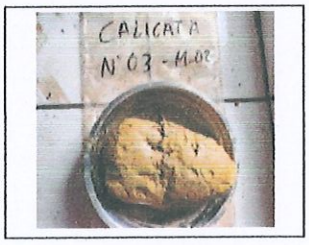
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	46.60	%
Límite Plástico	LP =	19.10	%
Índice de Plástico	IP =	27.50	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la linea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		73.81	%
% Pasa Malla N° 200 =		55.39	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	44.61	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	26.2	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	26.2	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	55.39	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	18.4	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.319	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	1.949	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	19.822	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	62.166	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.601	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbologia del Grupo:
	CL — Arcilla arenosa de baja plasticidad con arena
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas - (CL) Arcilla de baja plasticidad

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E			
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	84.7	113	81.7
Masa de tara + muestra humeda (g)	212	239.6	216
Masa de tara + muestra seca (g)	200.3	229.6	203.6
Masa de muestra humeda (g)	127.3	126.6	134.3
Masa de muestra seca (g)	115.6	116.6	121.9
Masa de agua (g)	**11.7**	**10**	**12.4**
Contenido de humedad (%)	10.12	8.58	10.17
W(%(PROMEDIO :	9.62		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**260.9**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**238.5**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	9.62	%

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m	
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	NORTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	ESTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		1894.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		561.50 gr
			PERDIDA POR LAVADO		1332.500
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	86.4	15.41	15.41	84.59
3/4"	19.00	70.5	12.58	27.99	72.01
1/2"	12.50	40.2	7.17	35.17	64.83
3/8"	9.50	28.3	5.05	40.21	59.79
N°4	4.75	70.2	12.52	52.74	47.26
N°10	2.00	95.3	17.00	69.74	30.26
N°20	0.850	59.6	10.63	80.37	19.63
N°40	0.425	32	5.71	86.08	13.92
N°60	0.250	19.6	3.50	89.58	10.42
N°140	0.106	36.2	6.46	96.04	3.96
N°200	0.075	22.2	3.96	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		560.50			

Tamaño máximo (TM)	1 1/2"
Tamaño máximo nominal (TMN)	1"

Coeficientes granulométricos

D10	0.241
D30	1.972
D60	9.310

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 1.74

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 38.69

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	52.74	%

Porcentaje de Finos

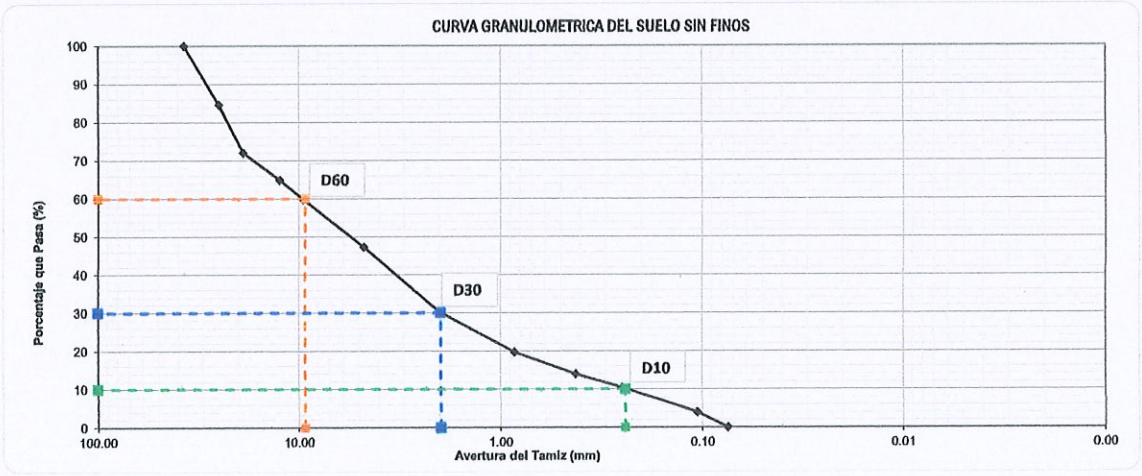
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	47.26	%



OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

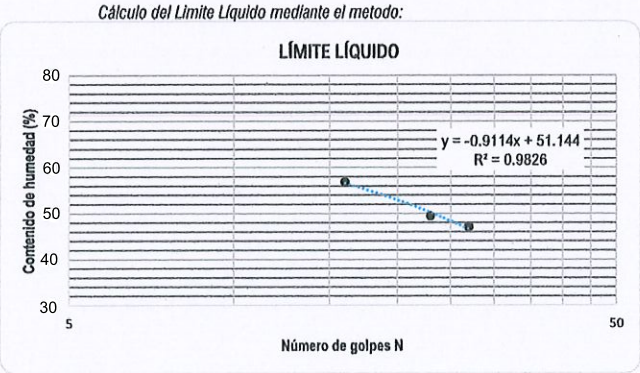
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo gravaso con presencia de arcillas, con material predominante marron claro y material rocoso

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	27	23	16
Masa de la tara	gr	37.5	37.6	37.4
Masa tara + suelo húmedo	gr	42.2	42	40
Masa tara +suelo seco	gr	41.2	41	39.3
Masa de suelo seco	gr	3.7	3.4	1.9
Masa de agua	gr	1	1	0.7
Humedad	%	27.03	29.41	36.84
Contenido de Humedad promedio	%	31.09		

Cálculo del Límite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: **X =** 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.9114 ln(x) + 51.14

Límite líquido: **LL =** 48.2 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.4	37.3	
Masa tara + suelo húmedo	gr	42.2	40.3	
Masa tara +suelo seco	gr	41.9	39.5	
Masa de suelo seco	gr	4.5	2.2	
Masa de agua	gr	0.3	0.8	
Contenido de Humedad parcial	%	6.67	36.36	21.52

Límite Plástico: **LP =** 21.50 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP **IP =** 26.7 %

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVILPROTOCOLO					
ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
NORMA	NTP 339.134				
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E3	PROFUNDIDAD:	2.00m
UBICACIÓN:	Negropampa -La torre	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	28/12/2025	ESTE	763006.7 E		
FECHA DE ENSAYO:	29/12/2025	NORTE	9268965.13 N	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

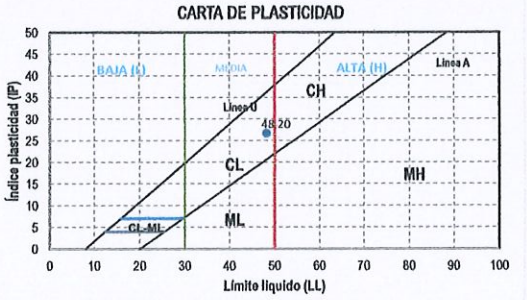
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo gravaso con presencia de arcillas, con material predominante marron claro y material suelto (rocoso)

MUESTRA (Ws)		1894.0 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		561.50 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	86.4	4.56	4.56	95.44
3/4"	19.00	70.5	3.72	8.29	91.71
1/2"	12.50	40.2	2.12	10.41	89.59
3/8"	9.50	28.3	1.49	11.91	88.09
N°4	4.75	70.2	3.71	15.62	84.38
N°10	2.00	95.3	5.03	20.65	79.35
N°20	0.850	59.6	3.15	23.80	76.20
N°40	0.425	32	1.69	25.49	74.51
N°60	0.250	19.6	1.04	26.52	73.48
N°140	0.106	36.2	1.91	28.44	71.56
N°200	0.075	22.2	1.17	29.61	70.39
PÉRDIDA DE LAVADO		1332.5	70.39	100.00	0.00
PESO TOTAL		1893.00			



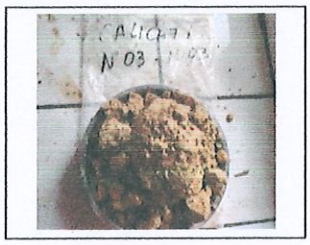
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	48.20	%
Límite Plástico	LP =	21.50	%
Índice de Plástico	IP =	26.70	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la linea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		84.38	%
% Pasa Malla N° 200 =		70.39	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	29.61	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	15.6	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	15.6	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	70.39	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	14.0	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.241	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	1.972	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	9.310	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	38.687	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	1.736	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometría :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbología del Grupo:
	CL — Arcilla de baja plasticidad con grava
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas - (CL) Arcilla de baja plasticidad

OBSERVACIONES:	*La clasificación del suelo se realizó conforme a la NTP 339.134, considerando la granulometría total de la muestra e incorporando el material fino separado durante el lavado, con los porcentajes determinados con el material lavado.*

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachín Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

INFORME DE ENSAYOS

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

DATOS DE PROYECTO

PROYECTO	:		REALIZADO POR	:	I.C.D
UBICACIÓN	:		APROBADO POR	:	G.R.R
SOLICITANTE	:		FECHA DE MUESTREO	:	2025-12-06
CONTACTO	:		FECHA DE ENSAYO	:	2025-12-06
ENSAYO	:	SPT N°01	FECHA DE EMISION	:	2025-12-06
CODIGO DE MUESTRA	:		COORDENADAS	:	
MATERIAL	:				
PROF. (m).	:				
ESTRUCTURA	:				

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y EL MUESTREO DE SUELOS CON BARRIL DIVIDIDO

ASTM D1586/D1586M-18e1

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Prof. (m) 0.00	Inicio de Ensayo	N/ 15	N/ 30	N/ 45	N/ 30cm		SPT	Rp (kg/cm 2)	ϕ (°)	δu (kg/cm2)	CLASIFICACION SUCS			Muestra
					N/ campo	N/ corregido					Descripcion	Tipo de Suelo	Simbolo	
1.00	0.55	7	7	11	18	14		54	31.1	1.35	Se identificaron suelos limos-arcillosos de consistencia blanda, cuya coloración predominante es marrón claro con veteados en tonos amarillentos. Estos suelos destacan por su alto contenido de humedad y un elevado índice de plasticidad, factores que condicionan su comportamiento mecánico.	"Debido a la ausencia de los ensayos de caracterización (como Granulometría y Límites de Atterberg), no ha sido posible establecer la clasificación del suelo según los sistemas SUCS o AASHTO."	-	M - 01
2.00	1.55	9	12	17	29	22		87	33.4	2.18	Se identificaron suelos limos-arcillosos de consistencia blanda, cuya coloración predominante es marrón claro con veteados en tonos amarillentos. Estos suelos destacan por su alto contenido de humedad y un elevado índice de plasticidad, factores que condicionan su comportamiento mecánico.		-	M - 02
3.00	2.55	16	17	17	34	26		102	34.4	2.55	Se identificaron suelos limo-arcillosos de consistencia semidura, caracterizados por una coloración amarillenta clara. Estos depósitos destacan por su alto contenido de humedad y un elevado índice de plasticidad. Debido a su composición predominante de finos, presentan un comportamiento netamente cohesivo dentro del área de estudio.		-	M - 03



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

JR. ANAXIMANDRO VEGA N° 865
CHOTA - CAJAMARCA - PERÚ
EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com.

INFORME DE ENSAYOS

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

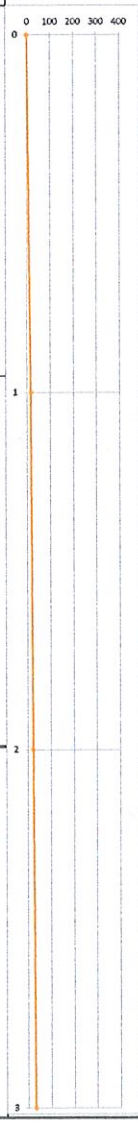
DATOS DE PROYECTO

PROYECTO	:				
UBICACIÓN	:				
SOLICITANTE	:		REALIZADO POR	:	I.C.D
CONTACTO	:		APROBADO POR	:	G.R.R
ENSAYO	:	SPT-02	FECHA DE MUESTREO	:	2025-12-06
CODIGO DE MUESTRA	:		FECHA DE ENSAYO	:	2025-12-06
MATERIAL	:		FECHA DE EMISION	:	2025-12-06
PROF. (m).	:		COORDENADAS	:	
ESTRUCTURA	:				

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y EL MUESTREO DE SUELOS CON BARRIL DIVIDIDO

ASTM D1586/D1586M-18e1

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Prof. (m) 0.00	Inicio de Ensayo	N/ 15	N/ 30	N/ 45	N/ 30cm		SPT	Rp (kg/cm 2)	ϕ (°)	δu (kg/cm2)	CLASIFICACION SUCS			Muestra
					N/ campo	N/ corregido					Descripcion	Tipo de Suelo	Simbolo	
1.00	0.55	9	9	9	18	14		54	31.1	1.35	El material consiste en un limo arenoso de consistencia suelta de color marrón oscuro, con una humedad intermedia y con bajo porcentaje de índice de plasticidad. Destaca la presencia de nódulos o grumos de limo consolidado dentro de la matriz de suelo.	"Debido a la ausencia de los ensayos de caracterización (como Granulometría y Límites de Atterberg), no ha sido posible establecer la clasificación del suelo según los sistemas SUCS o AASHTO."	-	M - 01
2.00	1.55	12	13	15	28	21		84	33.2	2.10	Suelo limo-arenoso de color marrón oscuro y consistencia semi-compacta. El estrato Se caracteriza por un contenido de humedad natural moderado e intermedia plasticidad, con una estructura que incluye inclusiones de limos consolidados (grumos).		-	M - 02
3.00	2.55	18	20	21	41	31		123	35.8	3.08	Suelos limos arenosos y arcillosos de consistencia compacta de color marrón oscuro con manchas de color amarillento claro, con un alto contenido de humedad natural e intermedio porcentaje de índice de plasticidad, durante la exploracion geotecnica, se evidencio bolsas de agua por la saturación existente, "expulsión de agua en la caña y varilla del Equipo SPT", el cual no corresponderia a un nivel freatico, si no a bolsas acomuladas de agua.		-	M - 03

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

JR. ANAXIMANDRO VEGA N° 865
CHOTA - CAJAMARCA - PERÚ
EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com.

INFORME DE ENSAYOS

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

DATOS DE PROYECTO

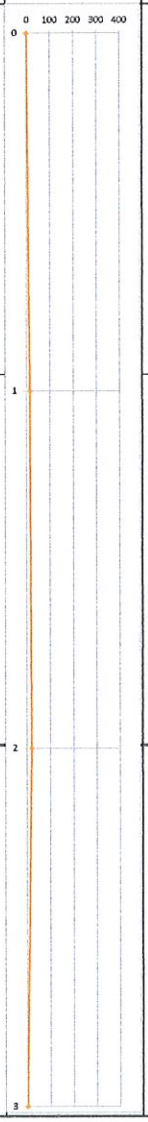
PROYECTO	:				
UBICACIÓN	:				
SOLICITANTE	:		REALIZADO POR	:	I.C.D
CONTACTO	:		APROBADO POR	:	G.R.R
ENSAYO	:	SPT-03	FECHA DE MUESTREO	:	2025-12-06
CODIGO DE MUESTRA	:		FECHA DE ENSAYO	:	2025-12-06
MATERIAL	:		FECHA DE EMISION	:	2025-12-06
PROF. (m).	:		COORDENADAS	:	
ESTRUCTURA	:				

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y EL MUESTREO DE SUELOS CON BARRIL DIVIDIDO

ASTM D1586/D1586M-18e1

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Prof. (m) 0.00	Inicio de Ensayo	N/15	N/30	N/45	N/ 30cm		SPT	Rp (kg/cm2)	ϕ (°)	δu (kg/cm2)	CLASIFICACION SUCS			Muestra
					N/ campo	N/ corregido					Descripcion	Tipo de Suelo	Simbolo	
1.00	0.55	7	8	9	17	13		51	30.8	1.28	Se identificaron suelos limo-arcillosos de consistencia blanda/suelta y coloración amarillenta clara. El material presenta un elevado contenido de humedad natural y una alta plasticidad, factores que sugieren una baja a intermedia capacidad portante y potencial de deformación.	"Debido a la ausencia de los ensayos de caracterización (como Granulometría y Límites de Atterberg), no ha sido posible establecer la clasificación del suelo según los sistemas SUCS o AASHTO."	-	M - 01
2.00	1.55	10	12	12	24	18		72	32.3	1.80	Se identificaron suelos cohesivos compuestos por limos arcillosos de consistencia blanda y coloración amarillenta clara. El estrato presenta un elevado contenido de humedad natural y un alto índice de plasticidad características típicas de depósitos finos con baja capacidad portante.		-	M - 02
3.00	2.55	0	0	0	0	0		0	27.1	0.00	Durante la ejecución del ensayo SPT a una profundidad de 2.0 m, se identificó un estrato con presencia de bolonería de grandes dimensiones. Esta condición generó el rechazo del equipo, imposibilitando la continuidad de la caña del muestreador y obligando a la paralización del ensayo en dicha cota, Con el fin de garantizar la representatividad del perfil estratigráfico, nuestra representada realizo varios cambios de puntos como tentativa, el cual existia la persistencia de este nivel de afloramiento de bolonería.		-	M - 03



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC

Geremias Rimarachín Rimarachín

JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

JR. ANAXIMANDRO VEGA N° 865
CHOTA - CAJAMARCA - PERÚ
EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com.

ENSAYO

SPT N°01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.7	38.1	37.2
Masa de tara + muestra humeda (g)	89	98	101
Masa de tara + muestra seca (g)	80.5	89.1	91.4
Masa de muestra humeda (g)	51.3	59.9	63.8
Masa de muestra seca (g)	42.8	51	54.2
Masa de agua (g)	8.5	8.9	9.6
Contenido de humedad (%)	19.86	17.45	17.71
W(%(PROMEDIO :	18.34		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	123.7
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	105.2

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	18.34	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO DE CHOTA	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es marrón claro con veteados en tonos amarillentos

Tipo de caja de corte:	Circular	CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.00	1.00	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	45.365	45.365	
Masa del molde (Espécimen)	gr	24.10	24.10	
Masa húmeda + molde	gr	76.80	77.10	
Masa Seca + molde	gr	68.60	69.30	
Peso especifico húmedo(γh)	gr/cm^3	1.16	1.17	**1.17**
Peso especifico seco(γd)	gr/cm^3	0.98	1.00	**0.99**

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		500.60 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		44.70 gr
			PERDIDA POR LAVADO		455.900
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	3.1	6.94	6.94	93.06
N°20	0.850	8.9	19.91	26.85	73.15
N°40	0.425	11.1	24.83	51.68	48.32
N°60	0.250	7.1	15.88	67.56	32.44
N°140	0.106	9.7	21.70	89.26	10.74
N°200	0.075	4.8	10.74	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		44.70			

Tamaño máximo (TM)	N°4
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°10

Coeficientes granulométricos

D10	0.104
D30	0.234
D60	0.625

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.84

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 6.02

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	0.00	%

Porcentaje de Finos

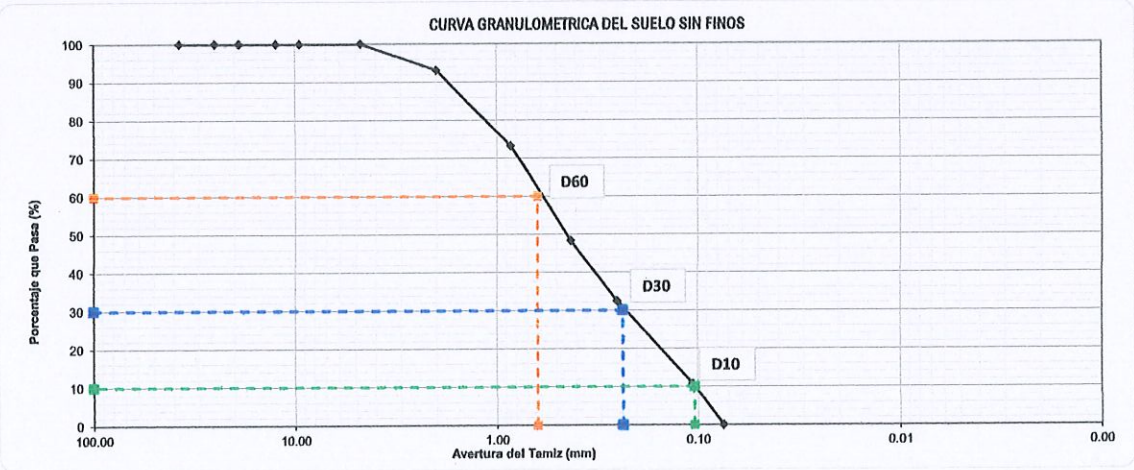
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	100.00	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es marrón claro con veteados en tonos amarillentos

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	29	24	20
Masa de la tara	gr	37.5	37.7	36.9
Masa tara + suelo húmedo	gr	39.7	39.3	38.3
Masa tara +suelo seco	gr	39.3	39	38
Masa de suelo seco	gr	1.8	1.3	1.1
Masa de agua	gr	0.4	0.3	0.3
Humedad	%	22.22	23.08	27.27
Contenido de Humedad promedio	%	24.19		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: **X =** 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.5452 ln(x) + 37.46

Límite líquido: **LL =** 35.7 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.7	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	38.9	38.5	
Masa tara +suelo seco	gr	38.7	38.4	
Masa de suelo seco	gr	1	0.7	
Masa de agua	gr	0.2	0.1	
Contenido de Humedad parcial	%	20.00	14.29	17.14

Limite Plástico: **LP =** 17.10 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP **IP =** 18.6 %

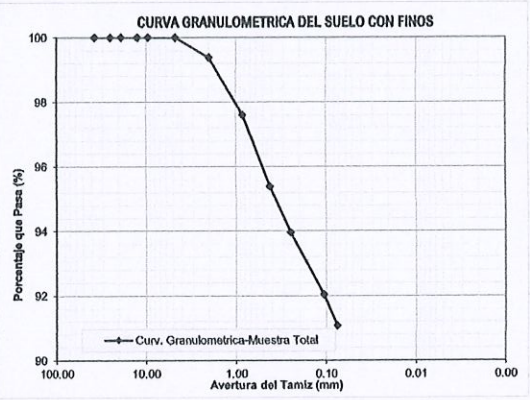
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es marrón claro con veteados en tonos amarillentos

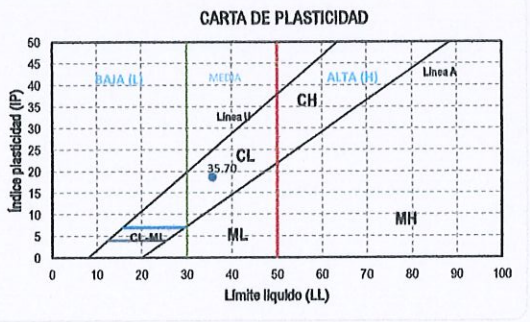
MUESTRA (Ws)		500.60 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		44.70 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	3.1	0.62	0.62	99.38
N°20	0.850	8.9	1.78	2.40	97.60
N°40	0.425	11.1	2.22	4.61	95.39
N°60	0.250	7.1	1.42	6.03	93.97
N°140	0.106	9.7	1.94	7.97	92.03
N°200	0.075	4.8	0.96	8.93	91.07
PERDIDA DE LAVADO		455.9	91.07	100.00	0.00
PESO TOTAL		500.60			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	35.70	%
Límite Plástico	LP =	17.10	%
Índice de Plástico	IP =	18.60	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		100.00	%
% Pasa Malla N° 200 =		91.07	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	8.93	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.00	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.00	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	91.07	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	8.93	%

Análisis Granulometrico Suelo lavado			
Diametro de partículas al 10%	D_{10}	0.104	mm
Diametro de partículas al 30%	D_{30}	0.234	mm
Diametro de partículas al 60%	D_{60}	0.625	mm
Coef. Uniformidad $Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	6.016	
Coef. Curvatura $Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.842	



Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbologia del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	CL	Arcilla de baja plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CL) Arcilla de baja plasticidad con presencia menor de arena fina	

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	TECNICO DE LABORATORIO	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.4	37.6	37.7
Masa de tara + muestra humeda (g)	127.7	120.1	113.1
Masa de tara + muestra seca (g)	119.4	105.1	110.9
Masa de muestra humeda (g)	90.3	82.5	75.4
Masa de muestra seca (g)	82	67.5	73.2
Masa de agua (g)	8.3	15	2.2
Contenido de humedad (%)	10.12	22.22	3.01
W(%(PROMEDIO :	11.78		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	157.9
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	140.7

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	11.78	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
CALICATA	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

Tipo de caja de corte:	Circular

CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		M1	M2	Prom.
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	0.70	0.70	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	31.755	31.755	
Masa del molde (Espécimen)	gr	13.30	14.00	
Masa húmeda + molde	gr	51.50	50.90	
Masa Seca + molde	gr	47.60	46.80	
Peso específico húmedo(yh)	gr/cm^3	1.20	1.16	1.18
Peso específico seco(yd)	gr/cm^3	1.08	1.03	1.06

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		753.60 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		50.90 gr
			PERDIDA POR LAVADO		702.700
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.1	0.20	0.20	99.80
N°20	0.850	2.3	4.65	4.85	95.15
N°40	0.425	4.6	9.29	14.14	85.86
N°60	0.250	4.1	8.28	22.42	77.58
N°140	0.106	15.1	30.51	52.93	47.07
N°200	0.075	23.3	47.07	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		49.50			

Tamaño máximo (TM)	N°4
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°10

Coeficientes granulométricos

D10	0.082
D30	0.095
D60	0.167

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60};$$ 0.66

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10};$$ 2.05

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

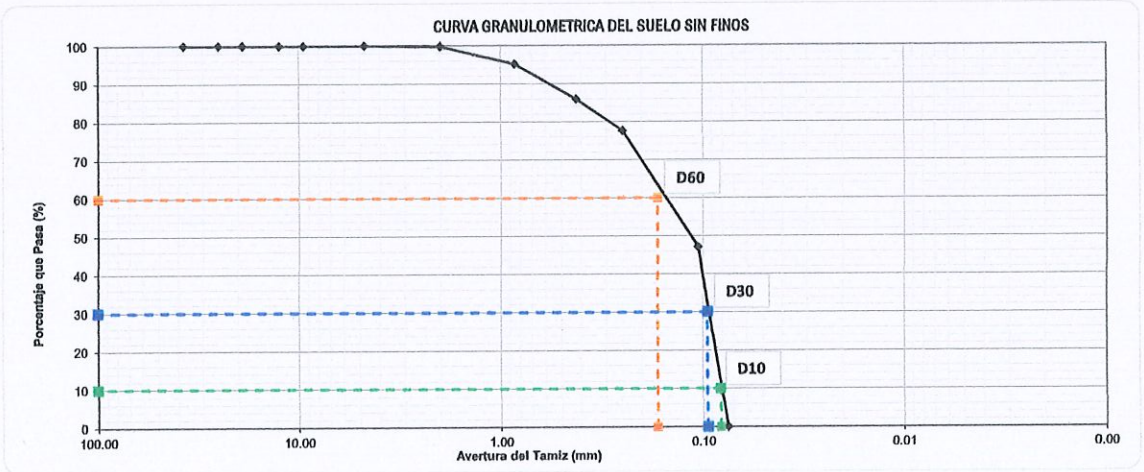
%GRAVA	0.00	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	100.00	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	28	21	17
Masa de la tara	gr	37.5	37.1	37.7
Masa tara + suelo húmedo	gr	43.4	42.2	41.4
Masa tara +suelo seco	gr	42.5	41.3	40.7
Masa de suelo seco	gr	5	4.2	3
Masa de agua	gr	0.9	0.9	0.7
Humedad	%	18.00	21.43	23.33
Contenido de Humedad promedio	%	20.92		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logaritmica

y = -0.4854 ln(x) + 31.60

Límite líquido: LL = 30.0 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.9	37.5	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.5	40.5	
Masa tara +suelo seco	gr	41	40.1	
Masa de suelo seco	gr	3.1	2.6	
Masa de agua	gr	0.5	0.4	
Contenido de Humedad parcial	%	16.13	15.38	15.76

Limite Plástico: LP = 15.80 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP IP = 14.2 %

OBSERVACIONES:	

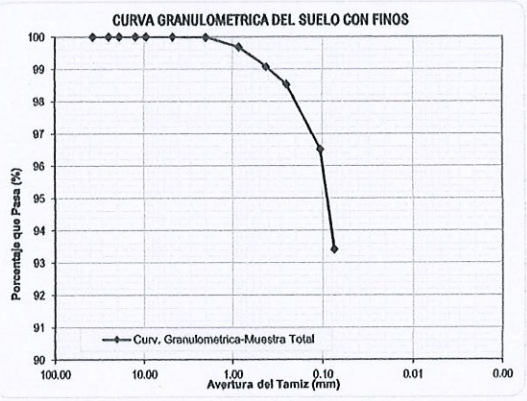
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		
FECHA DE ENSAYO:	10/01/2026	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

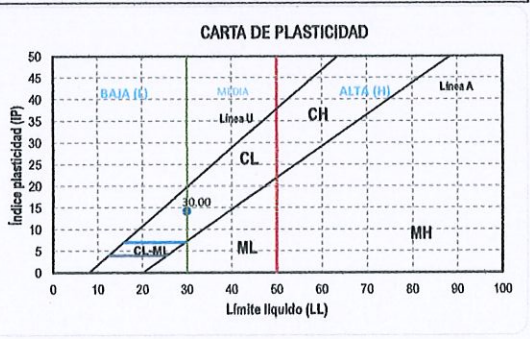
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelos arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

MUESTRA (Ws)		753.60 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		50.90 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.1	0.01	0.01	99.99
N°20	0.850	2.3	0.31	0.32	99.68
N°40	0.425	4.6	0.61	0.93	99.07
N°60	0.250	4.1	0.55	1.48	98.52
N°140	0.106	15.1	2.01	3.48	96.52
N°200	0.075	23.3	3.10	6.58	93.42
PERDIDA DE LAVADO		702.7	93.42	100.00	0.00
PESO TOTAL		752.20			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	30.00	%
Límite Plástico	LP =	15.80	%
Índice de Plástico	IP =	14.20	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la linea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		100.00	%
% Pasa Malla N° 200 =		93.42	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	6.58	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.0	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.0	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	93.42	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	6.58	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.082	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.095	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.167	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	0.659	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	2.047	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbologia del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	CL	Arcilla de baja plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CL) Arcilla de baja plasticidad con presencia menor de arena fina	

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.7	37.6	37.1
Masa de tara + muestra humeda (g)	102.5	110.9	106.9
Masa de tara + muestra seca (g)	92.7	99.5	96.5
Masa de muestra humeda (g)	64.8	73.3	69.8
Masa de muestra seca (g)	55	61.9	59.4
Masa de agua (g)	9.8	11.4	10.4
Contenido de humedad (%)	17.82	18.42	17.51
W(%(PROMEDIO :	17.91		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	143.1
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	121.3

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	17.91	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelos limos-arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

Tipo de caja de corte:	Circular

CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.10	1.10	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	49.901	49.901	
Masa del molde (Espécimen)	gr	13.30	14.10	
Masa húmeda + molde	gr	76.10	77.10	
Masa Seca + molde	gr	66.60	68.70	
Peso especifico húmedo(γh)	gr/cm^3	1.26	1.26	1.26
Peso especifico seco(γd)	gr/cm^3	1.07	1.09	1.08

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	NORTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		364.10 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		70.80 gr
			PERDIDA POR LAVADO		293.3
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.1	0.14	0.14	99.86
N°20	0.850	1.6	2.24	2.38	97.62
N°40	0.425	3.3	4.63	7.01	92.99
N°60	0.250	3.2	4.49	11.50	88.50
N°140	0.106	18.4	25.81	37.31	62.69
N°200	0.075	44.7	62.69	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		71.30			

Tamaño máximo (TM)	N°4
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°10

Coeficientes granulométricos

D10	0.080
D30	0.090
D60	0.105

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60};$$ 0.96

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10};$$ 1.31

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

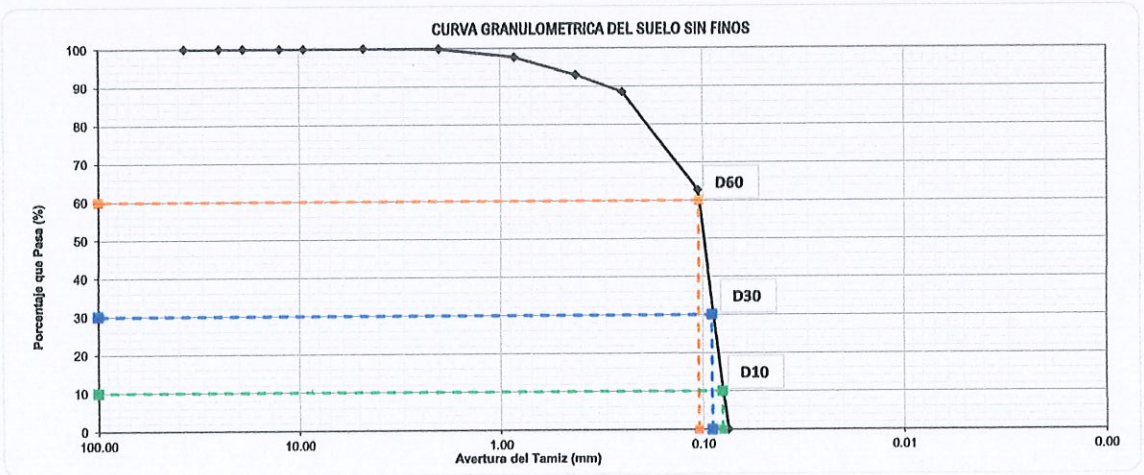
%GRAVA	0.00	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	100.00	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

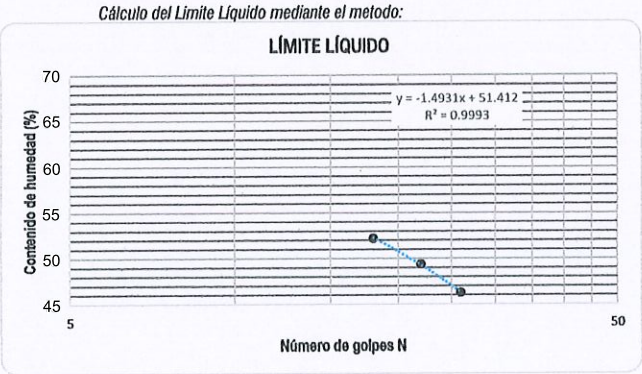
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelos limos-arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	26	22	18
Masa de la tara	gr	37.5	37.7	37.4
Masa tara + suelo húmedo	gr	43.8	43.4	43
Masa tara +suelo seco	gr	43.1	42.5	41.9
Masa de suelo seco	gr	5.6	4.8	4.5
Masa de agua	gr	0.7	0.9	1.1
Humedad	%	12.50	18.75	24.44
Contenido de Humedad promedio	%	18.56		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -1.4931 ln(x) + 51.41

Límite líquido: LL = 46.6 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.5	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.3	42.8	
Masa tara +suelo seco	gr	40.5	41.9	
Masa de suelo seco	gr	3	4.2	
Masa de agua	gr	0.8	0.9	
Contenido de Humedad parcial	%	26.67	21.43	24.05

Limite Plástico: LP = 24.00 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 22.6 %

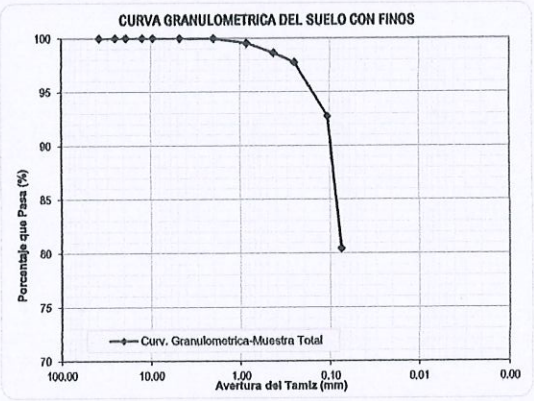
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°01	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	06/12/2025	ESTE	763877.414		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269738.708	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

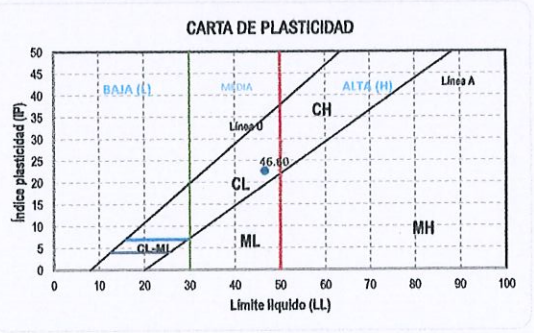
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelos limos-arcillosos de consistencia semidura, cuya coloración predominante es Amarillo claro con veteados en tonos marrones

MUESTRA (Ws)		364.10 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		70.80 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0	0.00	0.00	100.00
N°10	2.00	0.1	0.03	0.03	99.97
N°20	0.850	1.6	0.44	0.47	99.53
N°40	0.425	3.3	0.91	1.37	98.63
N°60	0.250	3.2	0.88	2.25	97.75
N°140	0.106	18.4	5.05	7.30	92.70
N°200	0.075	44.7	12.26	19.56	80.44
PERDIDA DE LAVADO		293.3	80.44	100.00	0.00
PESO TOTAL		364.60			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	46.60	%
Límite Plástico	LP =	24.00	%
Índice de Plástico	IP =	22.60	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		100.00	%
% Pasa Malla N° 200 =		80.44	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	19.56	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.0	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.0	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	80.44	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	19.56	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.080	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.090	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.105	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	1.309	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.964	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CL Arcilla de baja plasticidad
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbología del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	CL	Arcilla de baja plasticidad con arena
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CL) Arcilla de baja plasticidad con presencia menor de arena	

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

ENSAYO
SPT N°02

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
	NORMA	NTP 339.127			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.4	37.7	37
Masa de tara + muestra humeda (g)	126.2	151.8	133.9
Masa de tara + muestra seca (g)	116.3	143.2	124.9
Masa de muestra humeda (g)	88.8	114.1	96.9
Masa de muestra seca (g)	78.9	105.5	87.9
Masa de agua (g)	9.9	8.6	9
Contenido de humedad (%)	12.55	8.15	10.24
W(%(PROMEDIO :	10.31		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	211
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	193.4

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	10.31	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	**PESO ESPECIFICO DEL SUELO**				
	NORMA	**NTP 339.143**				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°02	**NÚMERO DE ESTRATOS:**	E-01	**PROFUNDIDAD:**	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	**COORDENADAS UTM**		**TESISTAS:**	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	**ESTE**	763890.798			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	**NORTE**	9269784.161	**TECNICO DE LABORATORIO**	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelo limo-arenoso de consistencia suelta de color marron claro. Destaca la presencia de nódulos o grumos de limo consolidado dentro de la matriz de suelo

Tipo de caja de corte:	**Circular**	**CONDICIÓN:**	**Alterada**

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		***M1***	***M2***	***Prom.***
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.20	1.20	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	54.438	54.438	
Masa del molde (Espécimen)	gr	24.10	24.20	
Masa húmeda + molde	gr	94.90	94.80	
Masa Seca + molde	gr	88.10	87.55	
Peso especifico húmedo(yh)	gr/cm^3	1.30	1.30	1.30
Peso especifico seco(yd)	gr/cm^3	1.18	1.16	1.17

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		758.80 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		334.40 gr
			PERDIDA POR LAVADO		424.4
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	4.5	1.26	1.26	98.74
N°10	2.00	24.2	6.76	8.02	91.98
N°20	0.850	116.3	32.49	40.50	59.50
N°40	0.425	94.7	26.45	66.96	33.04
N°60	0.250	49.5	13.83	80.78	19.22
N°140	0.106	53.2	14.86	95.64	4.36
N°200	0.075	15.6	4.36	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		358.00			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.161
D30	0.386
D60	0.868

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60};$$ 1.07

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10};$$ 5.40

Porcentaje de Gravas Limpias

%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

%GRAVA	1.26	%

Porcentaje de Finos

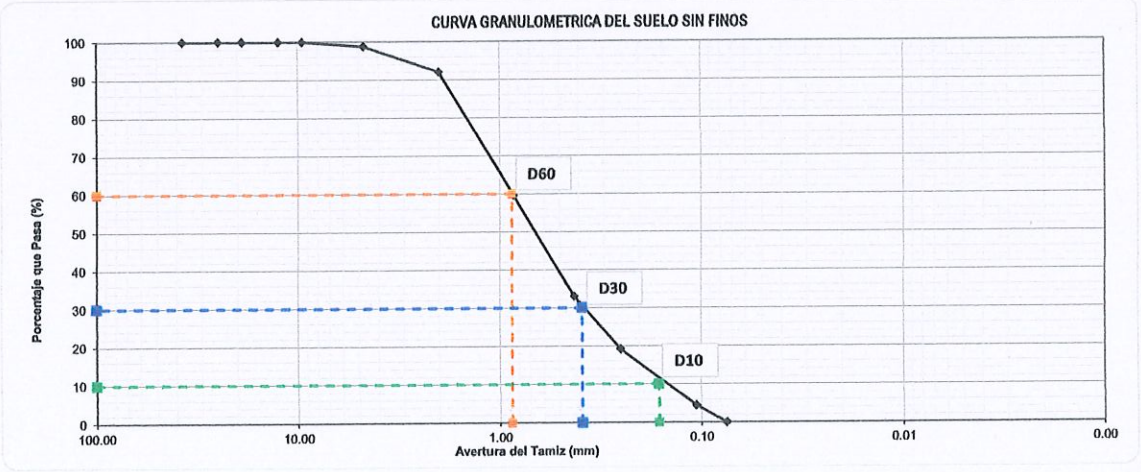
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias

%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	98.74	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

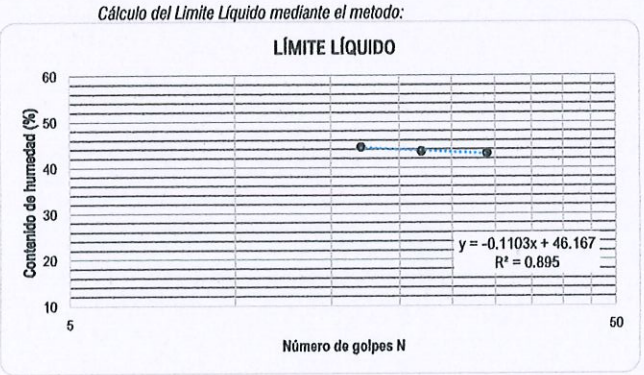
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo limo-arenoso de consistencia suelta de color marron claro. Destaca la presencia de nódulos o grumos de limo consolidado dentro de la matriz de suelo

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	29	22	17
Masa de la tara	gr	37.7	37.5	38.1
Masa tara + suelo húmedo	gr	47	44.1	43.3
Masa tara +suelo seco	gr	44.2	42.1	41.7
Masa de suelo seco	gr	6.5	4.6	3.6
Masa de agua	gr	2.8	2	1.6
Humedad	%	43.08	43.48	44.44
Contenido de Humedad promedio	%	43.67		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.1103 ln(x) + 46.17

Límite líquido: LL = 45.8 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.7	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.7	39.7	
Masa tara +suelo seco	gr	40.5	39.1	
Masa de suelo seco	gr	2.8	1.4	
Masa de agua	gr	1.2	0.6	
Contenido de Humedad parcial	%	42.86	42.86	42.86

Limite Plástico: LP = 42.90 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP IP = 2.9 %

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejía, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

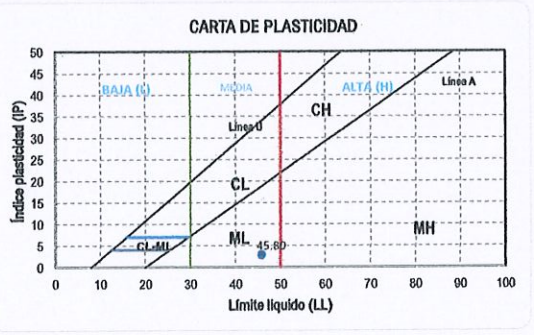
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo limo-arenoso de consistencia suelta de color marron claro. Destaca la presencia de nódulos o grumos de limo consolidado dentro de la matriz de suelo

MUESTRA (Ws)		758.80 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		334.40 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	4.5	0.58	0.58	99.42
N°10	2.00	24.2	3.09	3.67	96.33
N°20	0.850	116.3	14.86	18.53	81.47
N°40	0.425	94.7	12.10	30.64	69.36
N°60	0.250	49.5	6.33	36.96	63.04
N°140	0.106	53.2	6.80	43.76	56.24
N°200	0.075	15.6	1.99	45.76	54.24
PERDIDA DE LAVADO		424.4	54.24	100.00	0.00
PESO TOTAL		782.40			



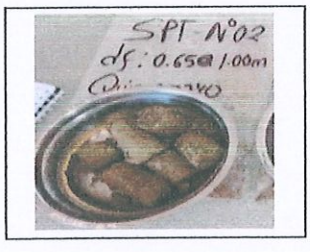
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	45.80	%
Límite Plástico	LP =	42.90	%
Índice de Plástico	IP =	2.90	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la línea A - Zona de Limos M			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.42	%
% Pasa Malla N° 200 =		54.24	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	45.76	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.6	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.6	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	54.24	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	45.18	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.161	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.386	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.868	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	5.401	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	1.071	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Limo	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbología del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	ML	Limo arenoso
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (ML) Limo con presencia menor de arena fina	

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejía, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.8	37.7	37.6
Masa de tara + muestra humeda (g)	115.4	119.4	123.1
Masa de tara + muestra seca (g)	105.3	111.1	115.4
Masa de muestra humeda (g)	77.6	81.7	85.5
Masa de muestra seca (g)	67.5	73.4	77.8
Masa de agua (g)	**10.1**	**8.3**	**7.7**
Contenido de humedad (%)	14.96	11.31	9.90
W(%(PROMEDIO :	12.06		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**167.2**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**151.2**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	12.06	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelo limo-arenoso de color marrón claro y consistencia semi-compacta con una estructura que incluye inclusiones de limos consolidados (grumos).

Tipo de caja de corte:	Circular	CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.20	1.20	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	54.438	54.438	
Masa del molde (Espécimen)	gr	24.10	24.00	
Masa húmeda + molde	gr	97.60	98.05	
Masa Seca + molde	gr	88.40	88.90	
Peso especifico húmedo(γh)	gr/cm^3	1.35	1.36	1.36
Peso especifico seco(γd)	gr/cm^3	1.18	1.19	1.19

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		855.30 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		319.20 gr
			PERDIDA POR LAVADO		536.100
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	3.2	0.98	0.98	99.02
N°10	2.00	25.2	7.73	8.71	91.29
N°20	0.850	105.2	32.28	40.99	59.01
N°40	0.425	88.1	27.03	68.03	31.97
N°60	0.250	43.1	13.22	81.25	18.75
N°140	0.106	49.4	15.16	96.41	3.59
N°200	0.075	11.7	3.59	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		325.90			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos	
D10	0.167
D30	0.399
D60	0.885

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 1.08

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 5.31

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

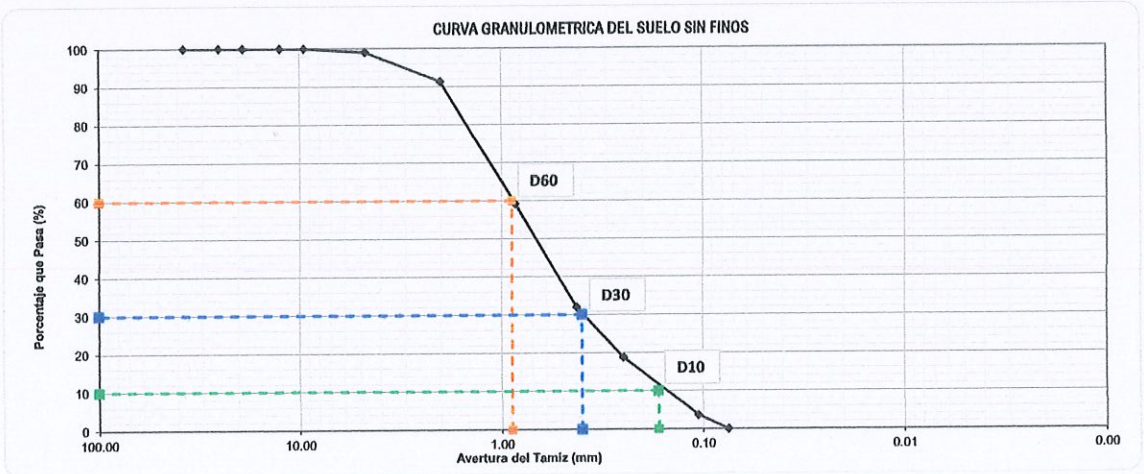
%GRAVA	0.98	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	99.02	%



OBSERVACIONES:	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

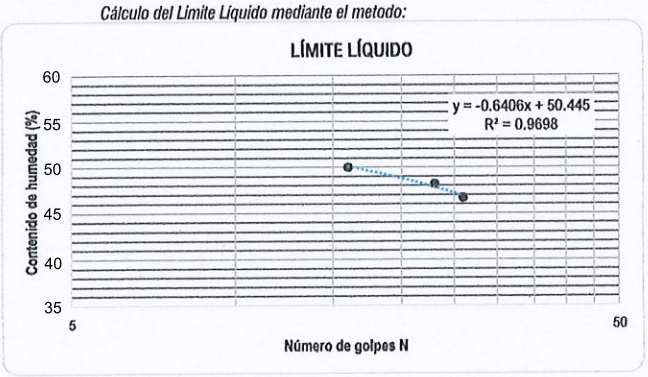
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo limo-arenoso de color marrón claro y consistencia semi-compacta con una estructura que incluye inclusiones de limos consolidados (grumos)

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	26	23	16
Masa de la tara	gr	37.1	37.5	38.1
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.5	42	44.4
Masa tara +suelo seco	gr	40.4	40.8	42.6
Masa de suelo seco	gr	3.3	3.3	4.5
Masa de agua	gr	1.1	1.2	1.8
Humedad	%	33.33	36.36	40.00
Contenido de Humedad promedio	%		36.57	

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.6406 ln(x) + 50.44

Límite líquido: LL = 48.4 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.4	37.6	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.5	41.2	
Masa tara +suelo seco	gr	40.2	40.1	
Masa de suelo seco	gr	2.8	2.5	
Masa de agua	gr	1.3	1.1	
Contenido de Humedad parcial	%	46.43	44.00	45.21

Limite Plástico: LP = 45.20 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Índice Plástico IP = LL - LP IP = 3.2 %

OBSERVACIONES:	

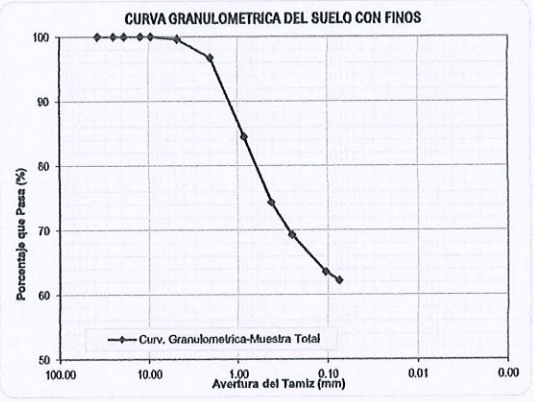
RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

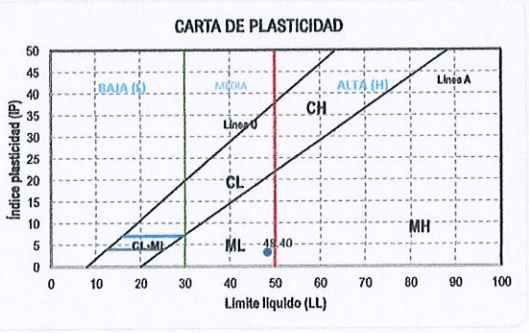
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo limo-arenoso de color marrón claro y consistencia semi-compacta con una estructura que incluye inclusiones de limos consolidados (grumos)

MUESTRA (Ws)		855.30 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		319.20 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	3.2	0.37	0.37	99.63
N°10	2.00	25.2	2.92	3.29	96.71
N°20	0.850	105.2	12.20	15.50	84.50
N°40	0.425	88.1	10.22	25.72	74.28
N°60	0.250	43.1	5.00	30.72	69.28
N°140	0.106	49.4	5.73	36.45	63.55
N°200	0.075	11.7	1.36	37.81	62.19
PERDIDA DE LAVADO		536.1	62.19	100.00	0.00
PESO TOTAL		862.00			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	48.40	%
Límite Plástico	LP =	45.20	%
Índice de Plástico	IP =	3.20	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la línea A - Zona de Limos M			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.63	%
% Pasa Malla N° 200 =		62.19	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	37.81	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.4	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.4	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	62.19	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	37.44	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%	D_{10}	0.167	mm	
Diametro de partículas al 30%	D_{30}	0.399	mm	
Diametro de partículas al 60%	D_{60}	0.885	mm	
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	5.305	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	1.077	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Limo
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas



	Simbologia del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	ML	Limo arenoso
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (ML) Limo arenoso	

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.8	37.5	37.2
Masa de tara + muestra humeda (g)	90.5	89.9	96.5
Masa de tara + muestra seca (g)	82.8	79.9	89.7
Masa de muestra humeda (g)	52.7	52.4	59.3
Masa de muestra seca (g)	45	42.4	52.5
Masa de agua (g)	7.7	10	6.8
Contenido de humedad (%)	17.11	23.58	12.95
W(%(PROMEDIO :	17.88		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	111.7
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	94.9

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	17.88	%

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelos limos arenosos y arcillosos de consistencia compacta de color marrón oscuro con manchas de color amarillento claro

Tipo de caja de corte:	Circular

CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.10	1.10	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	49.901	49.901	
Masa del molde (Espécimen)	gr	24.10	24.00	
Masa húmeda + molde	gr	85.10	85.15	
Masa Seca + molde	gr	76.80	77.00	
Peso especifico húmedo(yh)	gr/cm^3	1.22	1.23	1.22
Peso especifico seco(yd)	gr/cm^3	1.06	1.06	1.06

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapla

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		136.80 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		126.0 gr
			PERDIDA POR LAVADO		10.800
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	20.1	15.98	15.98	84.02
N°10	2.00	33.5	26.63	42.61	57.39
N°20	0.850	23.3	18.52	61.13	38.87
N°40	0.425	15.3	12.16	73.29	26.71
N°60	0.250	9.2	7.31	80.60	19.40
N°140	0.106	13.8	10.97	91.57	8.43
N°200	0.075	10.6	8.43	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		125.80			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.127
D30	0.540
D60	2.269

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 1.01

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 17.92

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

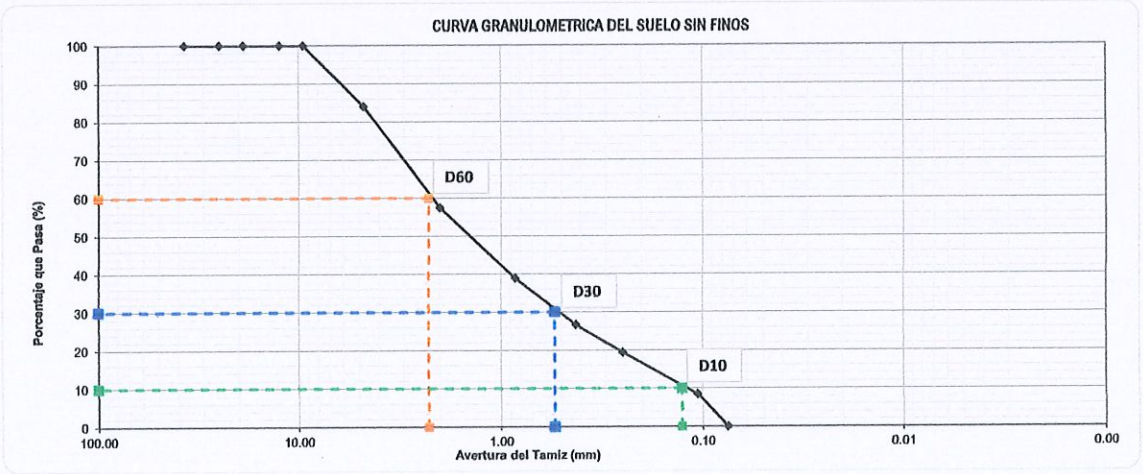
%GRAVA	15.98	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	84.02	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapla TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

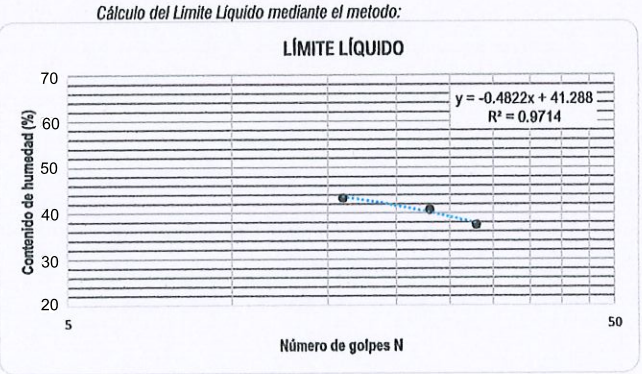
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelos limos arenosos y arcillosos de consistencia compacta de color marrón oscuro con manchas de color amarillento claro

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	28	23	16
Masa de la tara	gr	37.8	37.4	37.7
Masa tara + suelo húmedo	gr	44.3	45.9	40.1
Masa tara +suelo seco	gr	42.9	43.9	39.5
Masa de suelo seco	gr	5.1	6.5	1.8
Masa de agua	gr	1.4	2	0.6
Humedad	%	27.45	30.77	33.33
Contenido de Humedad promedio	%	30.52		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -0.4822 ln(x) + 41.29

Límite líquido: LL = 39.7 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.6	37.5	
Masa tara + suelo húmedo	gr	40.2	40	
Masa tara +suelo seco	gr	39.5	39.3	
Masa de suelo seco	gr	1.9	1.8	
Masa de agua	gr	0.7	0.7	
Contenido de Humedad parcial	%	36.84	38.89	37.87

Limite Plástico: LP = 37.90 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP IP = 1.8 %

OBSERVACIONES:	

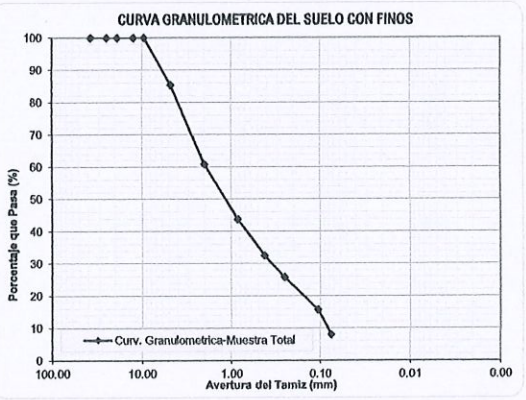
RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°02	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-03	PROFUNDIDAD:	2.65 - 3.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763890.798		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269784.161	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

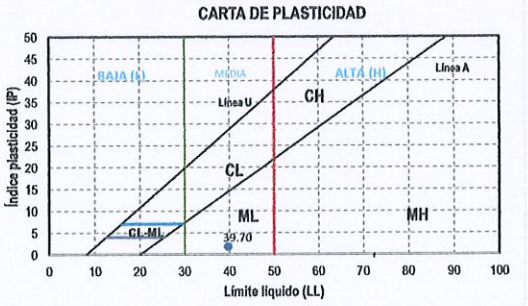
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelos limos arenosos y arcillosos de consistencia compacta de color marrón oscuro con manchas de color amarillento claro

MUESTRA (Ws)		136.80 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		126.0 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	20.1	14.71	14.71	85.29
N°10	2.00	33.5	24.52	39.24	60.76
N°20	0.850	23.3	17.06	56.30	43.70
N°40	0.425	15.3	11.20	67.50	32.50
N°60	0.250	9.2	6.73	74.23	25.77
N°140	0.106	13.8	10.10	84.33	15.67
N°200	0.075	10.6	7.76	92.09	7.91
PERDIDA DE LAVADO		10.8	7.91	100.00	0.00
PESO TOTAL		136.60			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	39.70	%
Límite Plástico	LP =	37.90	%
Índice de Plástico	IP =	1.80	%
Suelo con Baja Plasticidad LL<50%)			
Lo cual se ubicara			
Por debajo de la línea A - Zona de Limos M			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		85.29	%
% Pasa Malla N° 200 =		7.91	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	92.09	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	14.71	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	14.71	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	7.91	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	77.38	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.127	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.540	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	2.269	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	17.916	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	1.015	

Clasificación de suelo SUCS	
Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	ML Arena limosa
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Gruesas Arenas



	Simbología del Grupo:	
Fracción gruesa identificada	SW - SM	Arena bien graduada con limo
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Gruesas (ML) Arena bien graduada con limo	

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

ENSAYO
SPT N°03

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763875.219			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	37.9	38	37.7
Masa de tara + muestra humeda (g)	122.4	117.9	106.6
Masa de tara + muestra seca (g)	112.7	108.6	97.3
Masa de muestra humeda (g)	84.5	79.9	68.9
Masa de muestra seca (g)	74.8	70.6	59.6
Masa de agua (g)	**9.7**	**9.3**	**9.3**
Contenido de humedad (%)	12.97	13.17	15.60
W(%(PROMEDIO :	13.91		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**148.8**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**130.2**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	13.91	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelo arcillosos de consistencia blanda/suelta y coloración amarillenta clara

Tipo de caja de corte:	Circular

CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.00	1.00	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	45.365	45.365	
Masa del molde (Espécimen)	gr	13.30	13.20	
Masa húmeda + molde	gr	71.90	68.50	
Masa Seca + molde	gr	66.40	61.10	
Peso especifico húmedo(γh)	gr/cm^3	1.29	1.22	1.26
Peso especifico seco(γd)	gr/cm^3	1.17	1.06	1.11

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO			
	NORMA	NTP 339.128			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763875.219		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		683.50 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		54.70 gr
			PERDIDA POR LAVADO		628.80 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.2	2.24	2.24	97.76
N°10	2.00	7.7	14.37	16.60	83.40
N°20	0.850	6.4	11.94	28.54	71.46
N°40	0.425	3.1	5.78	34.33	65.67
N°60	0.250	2.7	5.04	39.37	60.63
N°140	0.106	11.6	21.64	61.01	38.99
N°200	0.075	20.9	38.99	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		53.60			

Tamaño máximo (TM)	3/8"
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°4

Coeficientes granulométricos

D10	0.083
D30	0.099
D60	0.246

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.48

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 2.96

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

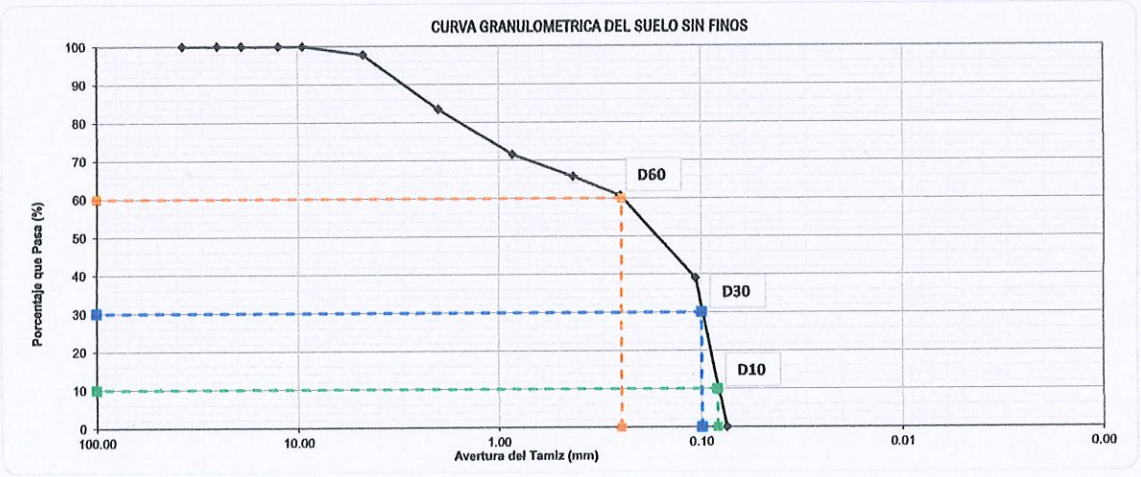
%GRAVA	2.24	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	97.76	%



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

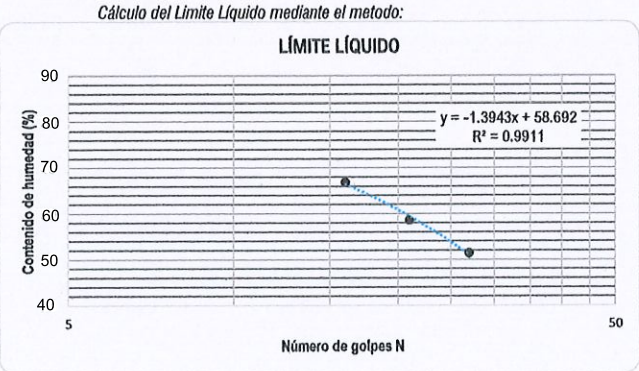
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2026	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcillosos de consistencia blanda/suelta y coloración amarillenta clara

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	27	21	16
Masa de la tara	gr	37.3	37.7	37
Masa tara + suelo húmedo	gr	42.4	40.4	39.6
Masa tara +suelo seco	gr	41.5	39.8	38.9
Masa de suelo seco	gr	4.2	2.1	1.9
Masa de agua	gr	0.9	0.6	0.7
Humedad	%	21.43	28.57	36.84
Contenido de Humedad promedio	%	28.95		

Cálculo del Limite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -1.3943 ln(x) + 58.69

Límite líquido: LL = 54.2 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.7	37.7	
Masa tara + suelo húmedo	gr	44.8	43.6	
Masa tara +suelo seco	gr	43.6	42.6	
Masa de suelo seco	gr	5.9	4.9	
Masa de agua	gr	1.2	1	
Contenido de Humedad parcial	%	20.34	20.41	20.37

Limite Plástico: LP = 20.40 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP IP = 33.8 %

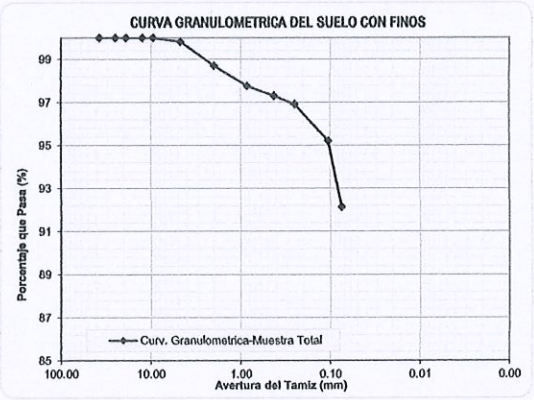
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS				
	NORMA	NTP 339.134				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-01	PROFUNDIDAD:	0.65 - 1.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

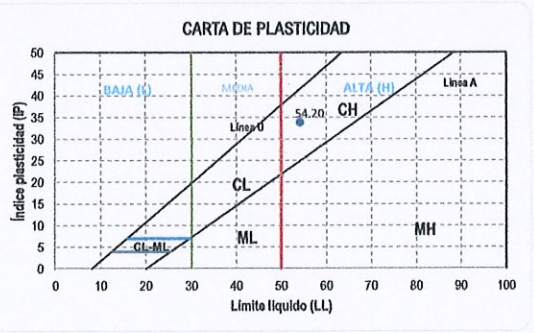
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcillosos de consistencia blanda/suelta y coloración amarillenta clara

MUESTRA (Ws)		683.50 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		54.70 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.2	0.18	0.18	99.82
N°10	2.00	7.7	1.13	1.30	98.70
N°20	0.850	6.4	0.94	2.24	97.76
N°40	0.425	3.1	0.45	2.70	97.30
N°60	0.250	2.7	0.40	3.09	96.91
N°140	0.106	11.6	1.70	4.79	95.21
N°200	0.075	20.9	3.06	7.85	92.15
PERDIDA DE LAVADO		628.8	92.15	100.00	0.00
PESO TOTAL		682.40			



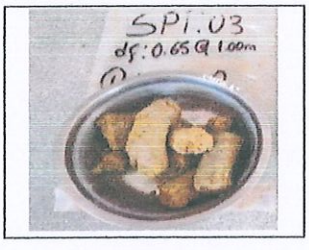
Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	54.20	%
Límite Plástico	LP =	20.40	%
Índice de Plástico	IP =	33.80	%
Suelo con Alta Plasticidad (LL>50%) *Lo cual se ubicara* *Por encima de la linea A-Zona de Arcillas C*			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		99.82	%
% Pasa Malla N° 200 =		92.15	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	7.85	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	0.18	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	0.18	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	92.15	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	7.68	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.083	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.099	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	0.246	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	2.963	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.479	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CH Arcilla de alta plasticidad	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



	Simbología del Grupo:	
	CH	Arcilla de alta plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CH) Arcilla de alta plasticidad	

OBSERVACIONES:	

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO				
	NORMA	NTP 339.127				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763875.219			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	ESTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

CONTENIDO DE HUMEDAD

SPT	CONTENIDO DE HUMEDAD		
Muestra	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	38.1	37.9	37.6
Masa de tara + muestra humeda (g)	109.7	100.3	111.2
Masa de tara + muestra seca (g)	99.6	91.9	102.2
Masa de muestra humeda (g)	71.6	62.4	73.6
Masa de muestra seca (g)	61.5	54	64.6
Masa de agua (g)	**10.1**	**8.4**	**9**
Contenido de humedad (%)	16.42	15.56	13.93
W(%(PROMEDIO :	15.30		

Masa humeda de la muestra ensayada (gr)	**136**
Masa seca de la muestra ensayada (gr)	**118.6**

CONTENIDO DE HUMEDAD: W%	15.30	%

OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO DEL SUELO				
	NORMA	NTP 339.143				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219			
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Descrip. Material :	Suelo arcilloso de consistencia blanda y coloración amarillenta clara con veteados en tonos marron

Tipo de caja de corte:	Circular

CONDICIÓN:	Alterada

PESOS ESPECIFICOS DEL SUELO				
Descripción		*M1*	*M2*	*Prom.*
Diametro	cm	7.600	7.600	
Altura	cm	1.00	1.00	
Area	cm^2	45.365	45.365	
Volumen de la muestra	cm^3	45.365	45.365	
Masa del molde (Espécimen)	gr	13.30	13.00	
Masa húmeda + molde	gr	70.30	68.50	
Masa Seca + molde	gr	61.90	61.20	
Peso especifico húmedo(γh)	gr/cm^3	1.26	1.22	1.24
Peso especifico seco(γd)	gr/cm^3	1.07	1.06	1.07

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
	ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO				
	NORMA	NTP 339.128				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m	
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal	
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	NORTE	763875.219		Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2025	ESTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

MUESTRA A ENSAYAR (Ws)		508.20 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		23.20 gr
			PERDIDA POR LAVADO		485.000
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla U.S ESTÁNDAR	Abertura (mm)	PESO (g) RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	5.4	23.79	23.79	76.21
N°4	4.75	0.8	3.52	27.31	72.69
N°10	2.00	2.5	11.01	38.33	61.67
N°20	0.850	3.8	16.74	55.07	44.93
N°40	0.425	2.4	10.57	65.64	34.36
N°60	0.250	1.7	7.49	73.13	26.87
N°140	0.106	3.3	14.54	87.67	12.33
N°200	0.075	2.8	12.33	100.00	0.00
PLATILLO		0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE PESO		22.70			

Tamaño máximo (TM)	1/2"
Tamaño máximo nominal (TMN)	3/8"

Coeficientes granulométricos	
D10	0.100
D30	0.323
D60	1.885

Coeficiente de Curvatura o gradación Cc

$$Cc = \frac{D30^2}{D10 \times D60}:$$ 0.55

Coeficiente de Uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}:$$ 18.83

Porcentaje de Gravas Limpias
%Gravas = 100% - %Pasa Malla N°4

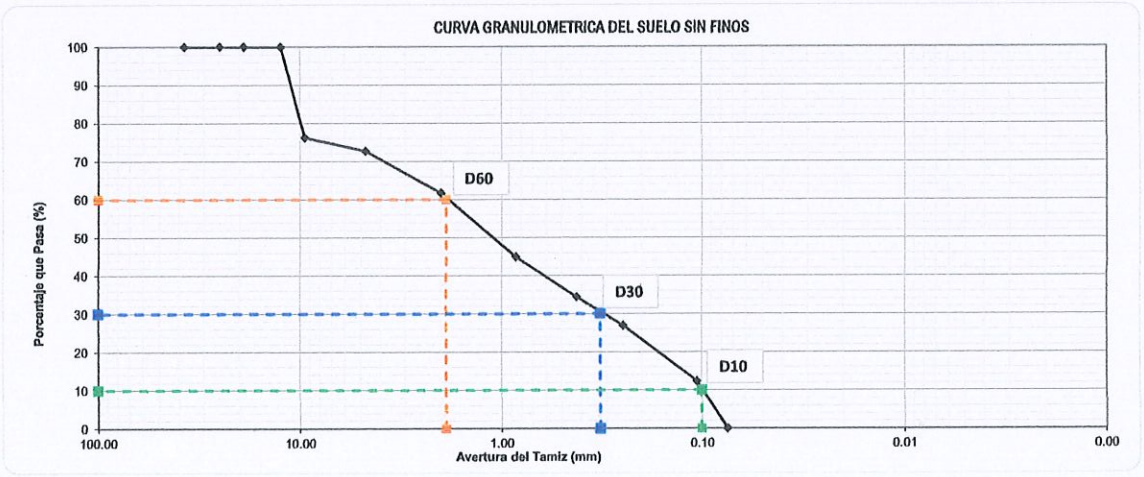
%GRAVA	27.31	%

Porcentaje de Finos
%Finos = % Pasa Malla N°200

%FINOS	0.00	%

Porcentaje de Arenas limpias
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos

%ARENA	72.69	%



OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

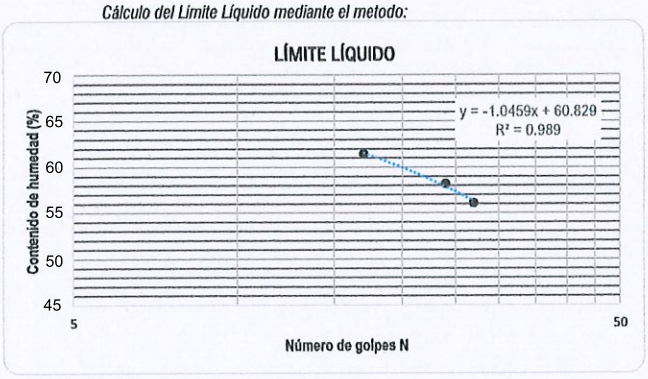
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO:	LÍMITES LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
	NORMA:	NTP 339.129			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219		Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE ENSAYO:	05/01/2025	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Descrip. Material	Suelo arcilloso de consistencia blanda y coloración amarillenta clara con veteados en tonos marron

LIMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO		
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	N°03
N° de tara	N°	T-01	T-02	T-03
Rangos del numero de golpes		25 - 35	20 -30	15 - 25
Numero de golpes	N°	27	24	17
Masa de la tara	gr	37.4	37.7	37.8
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.1	39.2	39.8
Masa tara +suelo seco	gr	40.2	38.8	39.2
Masa de suelo seco	gr	2.8	1.1	1.4
Masa de agua	gr	0.9	0.4	0.6
Humedad	%	32.14	36.36	42.86
Contenido de Humedad promedio	%	37.12		

Cálculo del Límite Líquido mediante el metodo:



Método A - Multipunto

Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

Número de golpes: X = 25

Usando la ecuación logarítmica

y = -1.0459 ln(x) + 60.83

Límite líquido: LL = 57.5 %

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN		LÍMITE PLÁSTICO		Promedio
N° de Ensayo	N°	N°01	N°02	
N° de Tara	N°	T- 01	T-02	
Masa de la tara	gr	37.2	37.5	
Masa tara + suelo húmedo	gr	41.3	40.5	
Masa tara +suelo seco	gr	40.5	39.9	
Masa de suelo seco	gr	3.3	2.4	
Masa de agua	gr	0.8	0.6	
Contenido de Humedad parcial	%	24.24	25.00	24.62

Límite Plástico: LP = 24.60 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

índice Plástico IP = LL - LP IP = 32.9 %

OBSERVACIONES:	

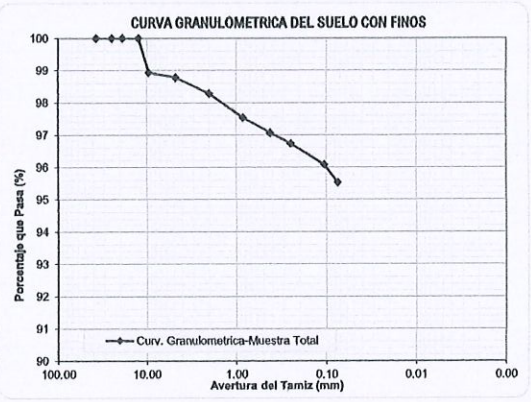
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS -UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	ENSAYO	CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN - SUCS			
	NORMA	NTP 339.134			
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025			
SPT	N°03	NÚMERO DE ESTRATOS:	E-02	PROFUNDIDAD:	1.65 - 2.00m
UBICACIÓN:	Quinuamayo Negropampa	COORDENADAS UTM		TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder
FECHA DE MUESTREO:	10/12/2025	ESTE	763875.219		
FECHA DE ENSAYO:	10/12/2025	NORTE	9269820.902	TECNICO DE LABORATORIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

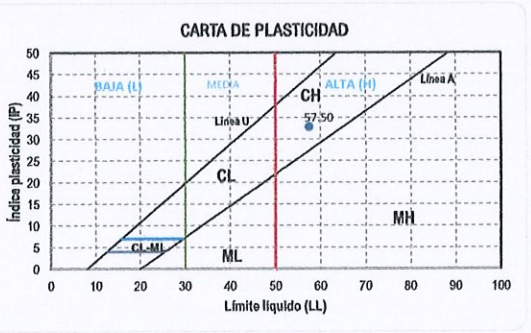
Ensayo para suelos:	Inorgánicos
Descrip. Material :	Suelo arcilloso de consistencia blanda y coloración amarillenta clara con veteados en tonos marron

MUESTRA (Ws)		508.20 gr	MUESTRA LAVADA (Ws)		23.20 gr
TAMIZ		AGREGADO FINO			
Malla	Abertura	PESO (g)	%PARCIAL	% ACUMULADO	
U.S ESTÁNDAR	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	5.4	1.06	1.06	98.94
N°4	4.75	0.8	0.16	1.22	98.78
N°10	2.00	2.5	0.49	1.71	98.29
N°20	0.850	3.8	0.75	2.46	97.54
N°40	0.425	2.4	0.47	2.93	97.07
N°60	0.250	1.7	0.33	3.27	96.73
N°140	0.106	3.3	0.65	3.92	96.08
N°200	0.075	2.8	0.55	4.47	95.53
PERDIDA DE LAVADO		485	95.53	100.00	0.00
PESO TOTAL		507.70			



Estado de la consistencia			
Límite Líquido	LL =	57.50	%
Límite Plástico	LP =	24.60	%
Índice de Plástico	IP =	32.90	%
Suelo con Alta Plasticidad (LL>50%) *Lo cual se ubicara* *Por encima de la línea A-Zona de Arcillas C*			

Análisis Granulometrico			
% Pasa Malla N° 4 =		98.78	%
% Pasa Malla N° 200 =		95.53	%
Porcentaje retenido en Malla N° 200	=	4.47	%
Porcentaje retenido en Malla N° 4	=	1.22	%
% Gravas = 100% - % Pasa Malla N°4	=	1.22	%
% Finos = % Pasa Malla N°200	=	95.53	%
%Arenas = 100% - % Gravas - % Finos	=	3.25	%



Análisis Granulometrico Suelo lavado				
Diametro de partículas al 10%		D_{10}	0.100	mm
Diametro de partículas al 30%		D_{30}	0.323	mm
Diametro de partículas al 60%		D_{60}	1.885	mm
Coef. Uniformidad	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu =	18.825	
Coef. Curvatura	$Cc = D^2_{30}/(D_{60}*D$	Cc =	0.553	

Clasificación de suelo SUCS		
	Clas. SUCS - mediante la norma :	NTP.339.134
Clas. Según carta de PLASTICIDAD:	CH Arcilla de alta plasticidad	
Tipo de suelo según su Granulometria :	Suelo de particulas Finas Arenas	



Simbologia del Grupo:	
CH	Arcilla de alta plasticidad
DESCRIPCIÓN FINAL SEGÚN SUCS	Suelo de particulas Finas (CH) Arcilla de alta plasticidad con presencia menor de arena fina

OBSERVACIONES:	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

ENSAYO DE INFILTRACIÓN

(Infiltrómetro doble anillo)

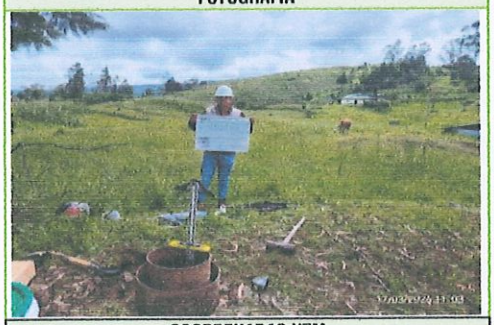
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:		Doble Anillo	HORA INICIO	14:32	HORA FIN	18:08
ANILLO N°:		P-01	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal	
UBICACIÓN		Quinuamayo			Cubas Bustamante, Wilder	
FECHA DE ENSAYO:		12/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez	

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°2 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoría pastizales y arboles a los márgenes del talud, en la corona del talud en su mayoría tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (l)	10	cm	P. lincado (l)	10	cm

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763858.7	NORTE	9269713.1

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO

Masa de la tara	gr	70
Masa de tara las Suelo humedo	gr	425
Masa de tara las Suelo seco	gr	335
Humedad inicial	W%	33.96
Humedad Final	W%	39.62

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina Infiltrada (l) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Capacidad de Infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
14:33:00	0	1	20.2	-	-	-	-	0.0	
14:34:00	1	2		20.2	0	0	0.0	0.7	15.6
14:35:00	1	3		20.2	0	0	0.0	1.0	13.9
14:36:00	1	4		20.1	1	1	60.0	1.2	12.7
14:37:00	1	5		20.1	0	1	0.0	1.4	11.9
14:38:00	1	6		20.1	0	1	0.0	1.6	11.3
14:43:00	5	11		19.9	2	3	24.0	2.5	9.4
14:48:00	5	16		19.8	1	4	12.0	3.2	8.4
14:53:00	5	21		19.7	1	5	12.0	3.9	7.8
14:58:00	5	26		19.6	1	6	12.0	4.5	7.3
15:03:00	5	31		19.5	1	7	12.0	5.1	6.9
15:13:00	10	41		19.4	1	8	6.0	6.2	6.4
15:23:00	10	51		19.3	1	9	6.0	7.2	6.0
15:33:00	10	61		19.3	0	9	0.0	8.2	5.7
15:43:00	10	71		19.2	1	10	6.0	9.1	5.4
15:58:00	15	86		19.1	1	11	4.0	10.4	5.1
16:13:00	15	101		19.1	0	11	0.0	11.7	4.9
16:28:00	15	116		19	1	12	4.0	12.9	4.7
16:43:00	15	131		18.9	1	13	4.0	14.0	4.5
16:58:00	15	146		18.9	0	13	0.0	15.1	4.4
17:18:00	20	166		18.8	1	14	3.0	16.6	4.2
17:38:00	20	186		18.7	1	15	3.0	17.9	4.1
18:08:00	30	216		18.7	0	15	0.0	19.9	3.9

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. de Lamina (mm)		Ec. de la velocidad (mm/hr)		Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi			
$I_{acum} = A*t^B$	0.7029 0.4557 t	$I_{ins} = a*t^b$	-0.2971 19.2 t	$Ib=a(-600)^b$	I_b =	4.12	mm/h

OBSERVACIONES:	

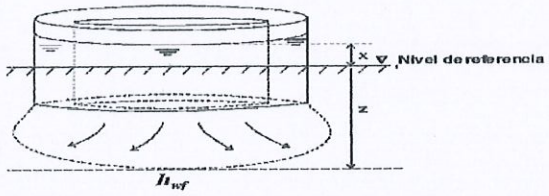
TESISTAS	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cardenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	14:32	HORA FIN	18:08	
ANILLO N°:	P-01	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Quinuamayo			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	12/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

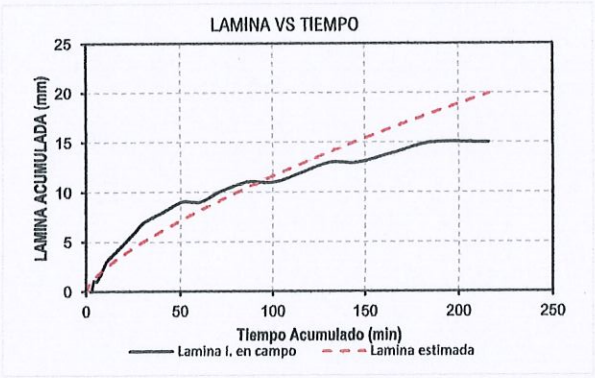
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	1.14E-06
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.05
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.15
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.12
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**5.36E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0143
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0132
Permeabilidad hidráulica saturada	m/s	**3.83E-07**

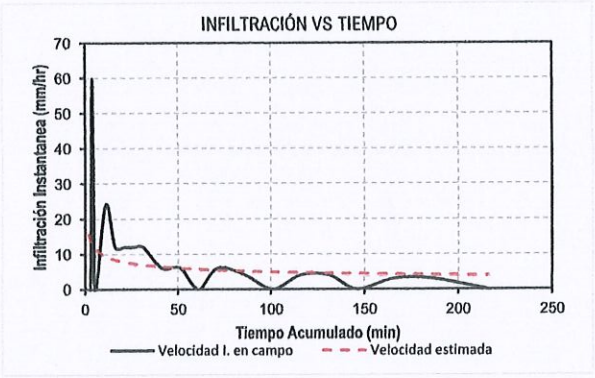


GRAFICOS

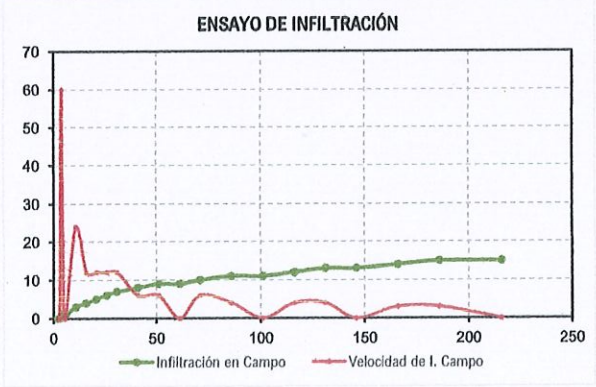
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:15:00	HORA FIN	10:41:00	
ANILLO N°:	P-02	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Quinuamayo			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	17/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°2 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoría pastizales y arboles a los márgenes del talud, en la corona del talud en su mayoría tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (i)	10	cm	P. lincado (i)	10	cm

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763881.2	NORTE	9269788.5

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO		
Masa de la tara	gr	72
Masa de tara las Suelo humedo	gr	1393
Masa de tara las Suelo seco	gr	1099
Humedad inicial	W%	28.63
Humedad Final	W%	30.19

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina infiltrada (I) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Capacidad de infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
07:16:00	0	1	17	-	-	-	0.0	0.0	
07:17:00	1	2		16.9	1	1	60.0	2.2	31.9
07:18:00	1	3		16.8	1	2	60.0	2.7	25.9
07:19:00	1	4		16.7	1	3	60.0	3.1	22.4
07:20:00	1	5		16.6	1	4	60.0	3.4	20.0
07:21:00	1	6		16.5	1	5	60.0	3.7	18.2
07:26:00	5	11		16.3	2	7	24.0	5.0	13.4
07:31:00	5	16		16.2	1	8	12.0	6.0	11.0
07:36:00	5	21		16.1	1	9	12.0	6.9	9.6
07:41:00	5	26		16	1	10	12.0	7.6	8.6
07:51:00	10	36		15.9	1	11	6.0	8.9	7.3
08:01:00	10	46		15.9	0	11	0.0	10.1	6.4
08:11:00	10	56		15.8	1	12	6.0	11.1	5.8
08:26:00	15	71		15.8	0	12	0.0	12.5	5.2
08:41:00	15	86		15.7	1	13	4.0	13.7	4.7
09:11:00	30	116		15.6	1	14	2.0	15.8	4.0
09:41:00	30	146		15.5	1	15	2.0	17.7	3.6
10:11:00	30	176		15.5	0	15	0.0	19.4	3.2
10:41:00	30	206		15.4	1	16	2.0	21.0	3.0

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. de Lamina (mm)	Ec. de la velocidad (mm/hr)	Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi
$I_{acum} = A*t^B$ 0.4891 1.5500 t	$I_{ins} = a*t^b$ -0.5109 45.5 t	$Ib=a(-600)^b$ I_b = 2.44 mm/h

OBSERVACIONES:	

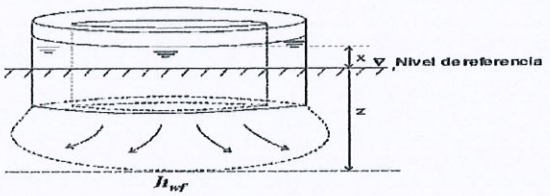
TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:15:00	HORA FIN	10:41:00	
ANILLO N°:	P-02	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Quinuamayo			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	17/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

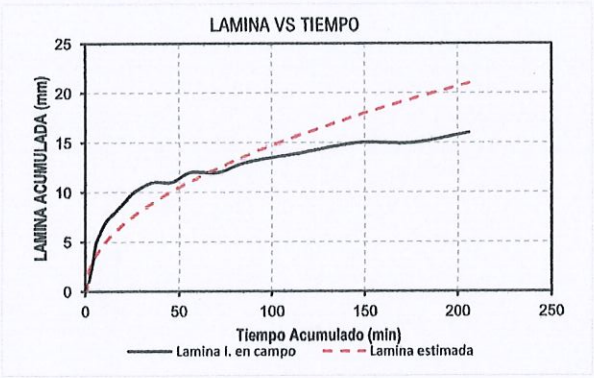
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	6.78E-07
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.06
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.16
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.125
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**3.14E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0120
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0109
Permeabilidad hidráulica saturada	m/s	**2.25E-07**

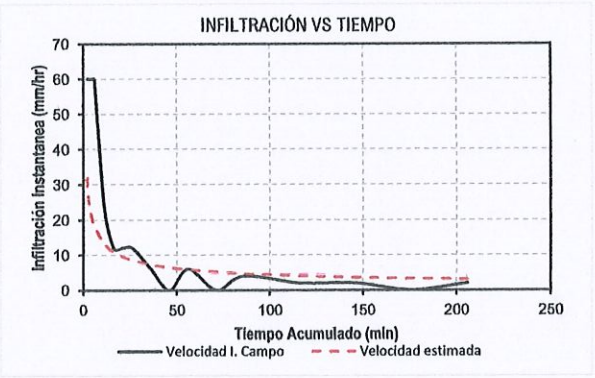


GRAFICOS

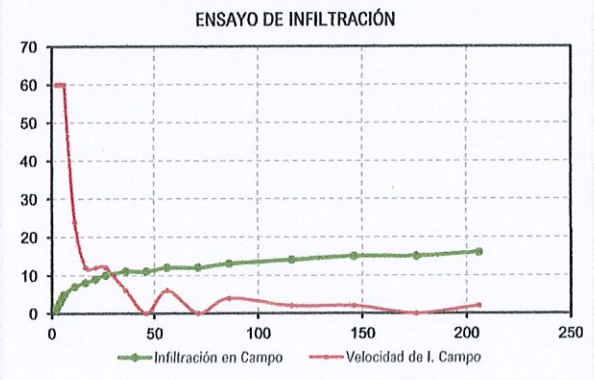
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	11:08:00	HORA FIN	15:36:00	
ANILLO N°:	P-03	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder		
UBICACIÓN	Quinuamayo					
FECHA DE ENSAYO:	17/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°2 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoría pastizales y arboles a los márgenes del talud, en la corona del talud en su mayoría tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (l)	10	cm	P. lincado (l)	10	cm

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763372.3	NORTE	9269817.03

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO		
Masa de la tara	gr	72
Masa de tara las Suelo humedo	gr	621
Masa de tara las Suelo seco	gr	496
Humedad inicial	W%	29.48
Humedad Final	W%	33.49

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina infiltrada (l) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Capacidad de infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
11:09:00	0	1	15	-	-	-	-	0.0	
11:10:00	1	2		15	0	0	0.0	2.3	34.1
11:11:00	1	3		14.9	1	1.0	60.0	2.8	27.7
11:12:00	1	4		14.8	1	2.0	60.0	3.3	23.9
11:13:00	1	5		14.7	1	3.0	60.0	3.6	21.3
11:15:00	2	7		14.5	2	5.0	60.0	4.3	18.0
11:17:00	2	9		14.3	2	7.0	60.0	4.8	15.8
11:19:00	2	11		14.2	1	8.0	30.0	5.3	14.3
11:21:00	2	13		14.1	1	9.0	30.0	5.8	13.1
11:26:00	5	18		14	1	10.0	12.0	6.8	11.1
11:31:00	5	23		13.9	1	11.0	12.0	7.7	9.8
11:36:00	5	28		13.9	0	11.0	0.0	8.4	8.9
11:46:00	10	38		13.8	1	12.0	6.0	9.8	7.6
11:56:00	10	48		13.7	1	13.0	6.0	11.0	6.7
12:06:00	10	58		13.7	0	13.0	0.0	12.1	6.1
12:16:00	10	68		13.6	1	14.0	6.0	13.0	5.6
12:26:00	10	78		13.6	0	14.0	0.0	13.9	5.2
12:46:00	20	98		13.5	1	15.0	3.0	15.6	4.7
13:06:00	20	118		13.4	1	16.0	3.0	17.1	4.2
13:36:00	30	148		13.4	0	16.0	0.0	19.1	3.8
14:06:00	30	178		13.3	1	17.0	2.0	20.9	3.4
14:36:00	30	208		13.3	0	17.0	0.0	22.5	3.2
15:36:00	60	268		13.3	0	17.0	0.0	25.5	2.8

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. de Lamina (mm)	Ec. de la velocidad (mm/hr)	Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi
$I_{acum} = A*t^B$ 0.4893 1.6541 t	$I_{ins} = a*t^b$ -0.5107 48.6 t	$Ib=a(-600)^b$ I_b = 2.61 mm/h

OBSERVACIONES:	

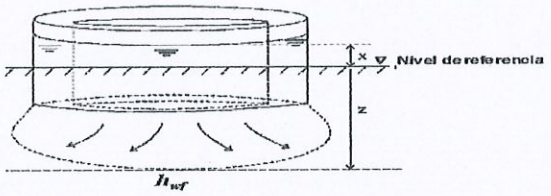
TESISTAS	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	11:08:00	HORA FIN	15:36:00	
ANILLO N°:	P-03	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Quinuamayo			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	17/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

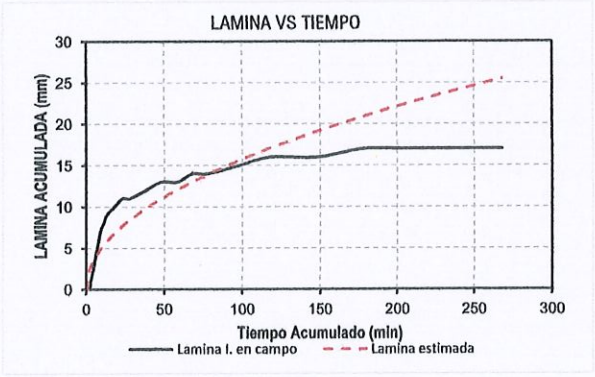
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	7.25E-07
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.07
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.17
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.125
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**3.38E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0106
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0094
Permeabilidad hidráulica saturada	m/s	**2.40E-07**

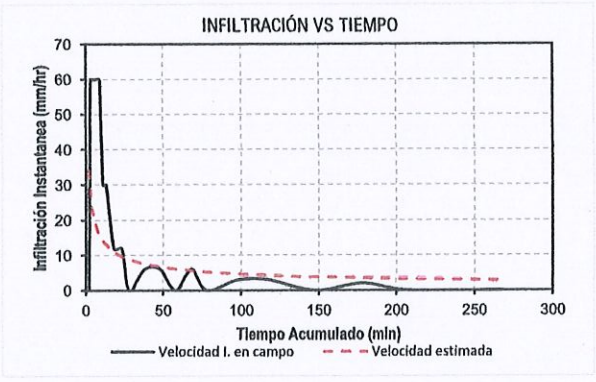


GRAFICOS

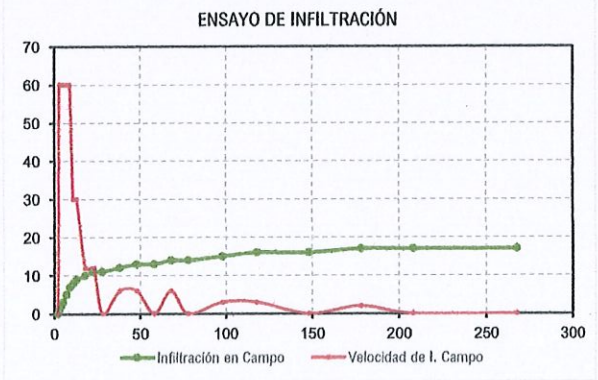
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

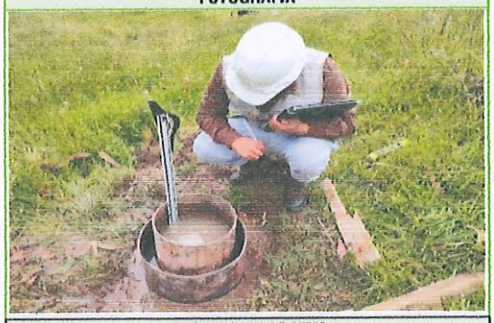
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
	PROTOCOLO				
ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:24:00	HORA FIN	11:31:00
ANILLO N°:	P-01	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
UBICACIÓN	Negropampa la Torre				
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez	

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°1 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoria pastisales y arboles a los margenes del talud, en la corona del talud en su mayoria tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (i)	10	cm	P. lincado (i)	10	cm

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763077.2	NORTE	9268982.4

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO		
Masa de la tara	gr	71
Masa de tara mas Suelo humedo	gr	243.1
Masa de tara mas Suelo seco	gr	209.6
Humedad inicial	W%	24.17
Humedad Final	W%	34.99

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina infiltrada (I) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Velocidad infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
07:25:00	0	1	14	-	-	-	-	0.0	
07:26:00	1	2		14	0	0	0.0	1.4	23.6
07:27:00	1	3		13.9	1	1	60.0	1.7	19.8
07:28:00	1	4		13.9	0	1	0.0	2.1	17.5
07:29:00	1	5		13.8	1	2	60.0	2.3	15.9
07:31:00	2	7		13.7	1	3	30.0	2.8	13.7
07:33:00	2	9		13.6	1	4	30.0	3.3	12.3
07:35:00	2	11		13.6	0	4	0.0	3.6	11.3
07:37:00	2	13		13.5	1	5	30.0	4.0	10.5
07:39:00	2	15		13.4	1	6	30.0	4.3	9.8
07:41:00	2	17		13.4	0	6	0.0	4.7	9.3
07:46:00	5	22		13.3	1	7	12.0	5.4	8.3
07:51:00	5	27		13.2	1	8	12.0	6.1	7.6
07:56:00	5	32		13.2	0	8	0.0	6.7	7.1
08:01:00	5	37		13.1	1	9	12.0	7.2	6.6
08:06:00	5	42		13.1	0	9	0.0	7.8	6.3
08:16:00	10	52		13	1	10	6.0	8.8	5.7
08:26:00	10	62		12.9	1	11	6.0	9.7	5.3
08:36:00	10	72		12.8	1	12	6.0	10.6	5.0
08:46:00	10	82		12.8	0	12	0.0	11.4	4.7
09:01:00	15	97		12.7	1	13	4.0	12.5	4.4
09:16:00	15	112		12.6	1	14	4.0	13.6	4.1
09:31:00	15	127		12.6	0	14	0.0	14.6	3.9
09:51:00	20	147		12.7	-1	13	-3.0	15.8	3.7
10:11:00	20	167		12.6	1	14	3.0	17.0	3.5
10:31:00	20	187		12.6	0	14	0.0	18.1	3.3
11:01:00	30	217		12.5	1	15	2.0	19.7	3.1
11:31:00	30	247		12.5	0	15	0.0	21.2	2.9

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. INFILTRACIÓN ACUMULADA		Ec. TASA DE INFILTRACIÓN (mm/hr)		Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi			
$I_{acum} = A*t^B$	0.5660 0.9385 t	$I_{ins} = a*t^b$	-0.4340 31.9 t	$Ib=a(-600)^b$	$I_b =$	2.85	mm/h

OBSERVACIONES:	

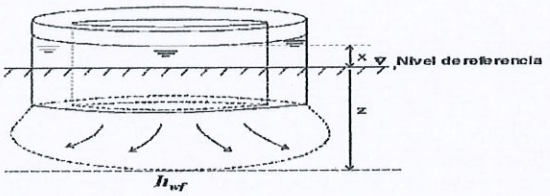
TESISTAS	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:24:00	HORA FIN	11:31:00
ANILLO N°:	P-01	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder	
UBICACIÓN	Negropampa la Torre				
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez	

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

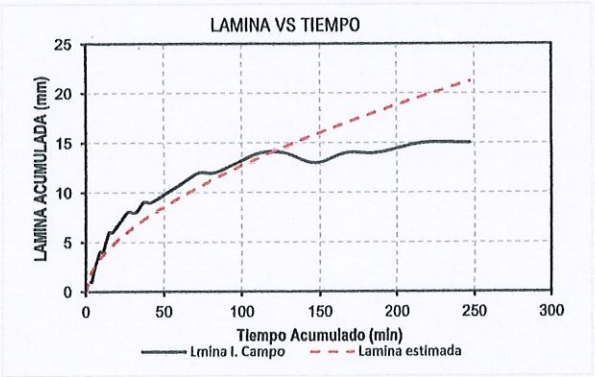
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	7.92E-07
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.05
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.15
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.125
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**3.66E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0099
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0088
Permeabilidad hidráulica saturada	m/s	**2.63E-07**

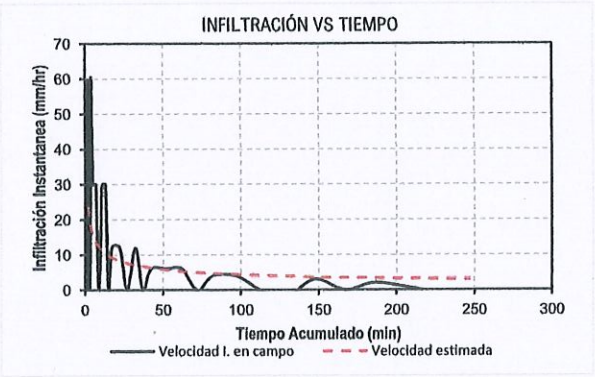


GRAFICOS

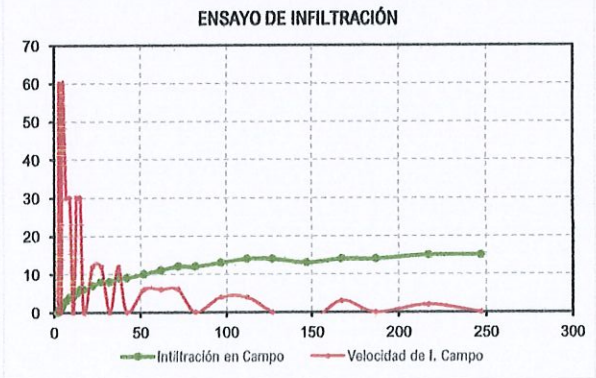
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	12:05:00	HORA FIN	16:53:00	
ANILLO N°:	P-02	TESISTAS:	Ruiz Mejia, Anibal Cubas Bustamante, Wilder			
UBICACIÓN	Negropampa la Torre					
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO	Ing. Walter Manuel Vásquez			

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°1 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoria pastisales y arboles a los margenes del talud, en la corona del talud en su mayoria tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (l)	10	cm	P. lincado (l)	10	cm

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763043.5	NORTE	9268948.7

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO

Masa de la tara	gr	72
Masa de tara mas Suelo humedo	gr	154.6
Masa de tara mas Suelo seco	gr	137.1
Humedad inicial	W%	26.88
Humedad Final	W%	54.53

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina infiltrada (l) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Velocidad infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
12:06:00	0	1	18.5	-	-	-	0.0	0.0	
12:07:00	1	2		18.4	1	1	60.0	1.8	28.1
12:08:00	1	3		18.4	0	1	0.0	2.2	23.2
12:09:00	1	4		18.3	1	2	60.0	2.6	20.3
12:10:00	1	5		18.2	1	3	60.0	2.9	18.2
12:12:00	2	7		18	2	5	60.0	3.4	15.5
12:14:00	2	9		17.9	1	6	30.0	3.9	13.8
12:16:00	2	11		17.9	0	6	0.0	4.4	12.5
12:18:00	2	13		17.8	1	7	30.0	4.8	11.6
12:23:00	5	18		17.7	1	8	12.0	5.7	9.9
12:28:00	5	23		17.7	0	8	0.0	6.4	8.8
12:33:00	5	28		17.6	1	9	12.0	7.1	8.1
12:43:00	10	38		17.5	1	10	6.0	8.4	7.0
12:53:00	10	48		17.4	1	11	6.0	9.5	6.2
13:03:00	10	58		17.4	0	11	0.0	10.5	5.7
13:13:00	10	68		17.3	1	12	6.0	11.4	5.3
13:23:00	10	78		17.3	0	12	0.0	12.3	5.0
13:33:00	10	88		17.2	1	13	6.0	13.1	4.7
13:43:00	10	98		17.2	0	13	0.0	13.8	4.4
14:03:00	20	118		17.1	1	14	3.0	15.2	4.1
14:23:00	20	138		17	1	15	3.0	16.5	3.8
14:43:00	20	158		16.9	1	16	3.0	17.8	3.5
15:03:00	20	178		16.8	1	17	3.0	18.9	3.4
15:23:00	20	198		16.8	0	17	0.0	20.0	3.2
15:53:00	30	228		16.7	1	18	2.0	21.5	3.0
16:53:00	60	288		16.7	0	18	0.0	24.4	2.7

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. INFILTRACIÓN ACUMULADA	Ec. TASA DE INFILTRACIÓN (mm/hr)	Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi
$I_{acum} = A*t^b$ 0.5259 1.2391 t	$I_{ins} = a*t^b$ -0.4741 39.1 t	$Ib=a(-600)^b$ $I_b =$ 2.68 mm/h

OBSERVACIONES:	

TESISTAS	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder	Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

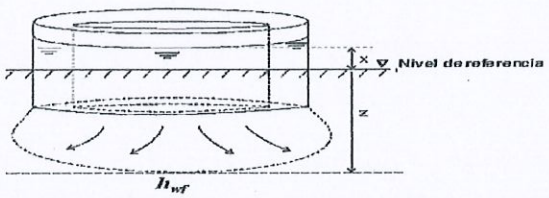
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	12:05:00	HORA FIN	16:53:00	
ANILLO N°:	P-02	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Negropampa la Torre			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

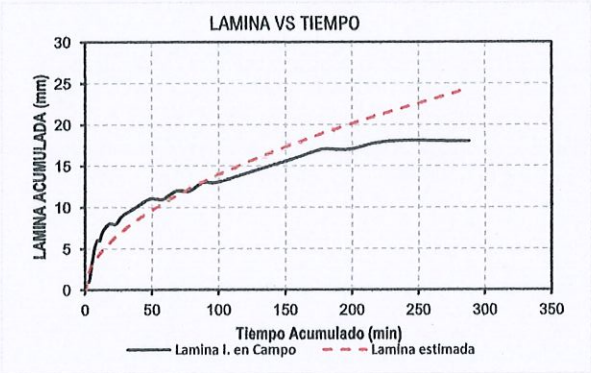
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	7.46E-07
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.08
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.18
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.125
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**3.49E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0131
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0118
Permeabilidad hidráulica saturada	m/s	**2.47E-07**

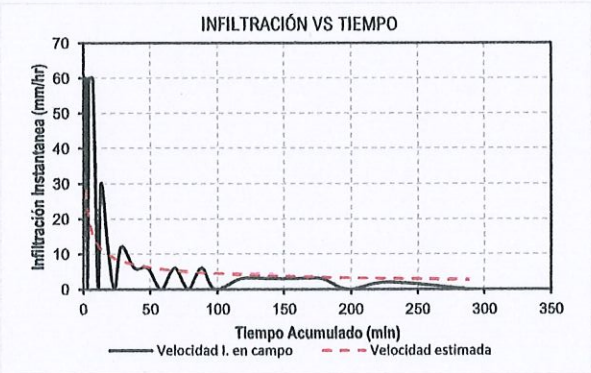


GRAFICOS

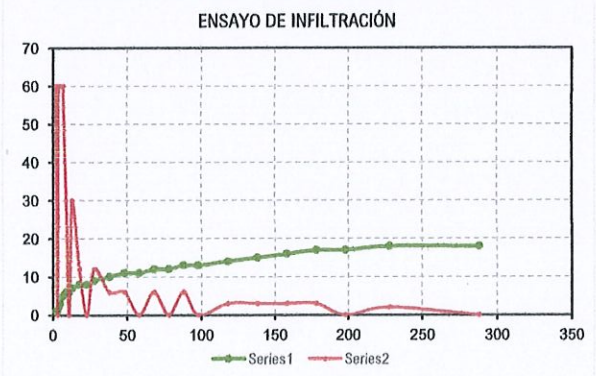
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS		REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal		Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:15:00	HORA FIN	13:33:00	
ANILLO N°:	P-03	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Negropampa la Torre			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	12/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

DESCP. DEL SITIO	El analsis se realizo en el talud N°1 lugar de estudios de la carretera chota -samangay, el lugar presenta en su mayoria pastisales y arboles a los margenes del talud, en la corona del talud en su mayoria tiene presencia del pasto conocido en la zona como el heno y en el cuerpo se presencia perdida de suelo.

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL EQUIPO

ANILLO EXTERIOR			ANILLO INTERIOR		
Diámetro (D)	40	cm	Diámetro (D)	30	cm
Radio (R)	20	cm	Radio (R)	15	cm
Altura (H)	25	cm	Altura (H)	35	cm
Área (A)	1256.6	cm^2	Área (A)	706.9	cm^2
P. lincado (i)	10	cm	P. lincado (i)	10	cm

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DEL SUELO

Masa de la tara	gr	77
Masa de tara mas Suelo humedo	gr	877
Masa de tara mas Suelo seco	gr	656
Humedad inicial	W%	38.17
Humedad Final	W%	41.11

FOTOGRAFIA



COORDENADAS UTM			
ESTE	763008.9	NORTE	9268964.1

TIEMPO			LECTURA DE ESCALA		LAMINA		VELOCIDAD	ESTIMACIONES	
HORA	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Relleno (cm)	Lectura Nivel de agua (cm)	Lámina infiltrada (I) (mm)	Infiltración acumulada (mm)	Velocidad infiltración (i) (mm/h)	LAMINA ESTIMADA (mm)	VEL. INFIL. ESTIMADO (mm/Hr)
07:16:00	0	1	16.4	-	-	-	-	0.0	
07:17:00	1	2		16.4	0	0	0.0	1.1	18.6
07:18:00	1	3		16.4	0	0	0.0	1.4	15.6
07:19:00	1	4		16.3	1	1	60.0	1.7	13.7
07:20:00	1	5		16.3	0	1	0.0	1.9	12.4
07:22:00	2	7		16.2	1	2	30.0	2.2	10.6
07:24:00	2	9		16.1	1	3	30.0	2.6	9.5
07:26:00	2	11		16	1	4	30.0	2.9	8.7
07:28:00	2	13		16	0	4	0.0	3.2	8.1
07:33:00	5	18		15.9	1	5	12.0	3.8	7.0
07:38:00	5	23		15.9	0	5	0.0	4.3	6.2
07:43:00	5	28		15.8	1	6	12.0	4.8	5.7
07:53:00	10	38		15.7	1	7	6.0	5.7	5.0
08:03:00	10	48		15.6	1	8	6.0	6.5	4.5
08:13:00	10	58		15.6	0	8	0.0	7.2	4.1
08:23:00	10	68		15.5	1	9	6.0	7.9	3.8
08:33:00	10	78		15.5	0	9	0.0	8.5	3.6
08:53:00	20	98		15.4	1	10	3.0	9.7	3.3
09:13:00	20	118		15.3	1	11	3.0	10.7	3.0
09:33:00	20	138		15.3	0	11	0.0	11.7	2.8
10:03:00	30	168		15.2	1	12	2.0	13.0	2.6
10:33:00	30	198		15.1	1	13	2.0	14.2	2.4
10:53:00	20	218		15	1	14	3.0	15.0	2.3
11:13:00	20	238		14.9	1	15	3.0	15.8	2.2
11:33:00	20	258		14.9	0	15	0.0	16.5	2.1
12:03:00	30	288		14.8	1	16	2.0	17.5	2.0
12:33:00	30	318		14.8	0	16	0.0	18.5	1.9
13:33:00	60	378		14.7	1	17	1.0	20.4	1.8

KOSTIAKOV -LEWIZ

Ec. INFILTRACIÓN ACUMULADA		Ec. TASA DE INFILTRACIÓN (mm/hr)		Tasa de infiltración básica (I_{basica}) Formula de Grassi			
$I_{acum} = A*t^B$	0.5523	$I_{ins} = a*t^b$	-0.4477	$Ib=a(-600)^b$	$I_b =$	2.08	mm/h
0.768 t		25.4 t					

OBSERVACIONES:	

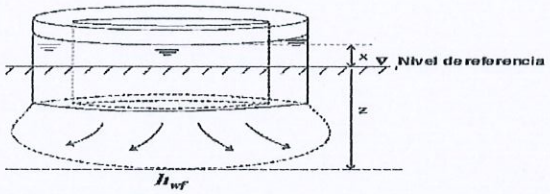
TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	INFILTRACIÓN MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTROMETROS ASTM D3385-03				
	PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025				
MÉTODO:	Doble Anillo	HORA INICIO	07:15:00	HORA FIN	13:33:00	
ANILLO N°:	P-03	TESISTAS:		Ruiz Mejia, Anibal		
UBICACIÓN	Negropampa la Torre			Cubas Bustamante, Wilder		
FECHA DE ENSAYO:	12/03/2025	ENCARGADO DE LAVORATORO		Ing. Walter Manuel Vásquez		

PARÁMETROS HIDRÁULICOS

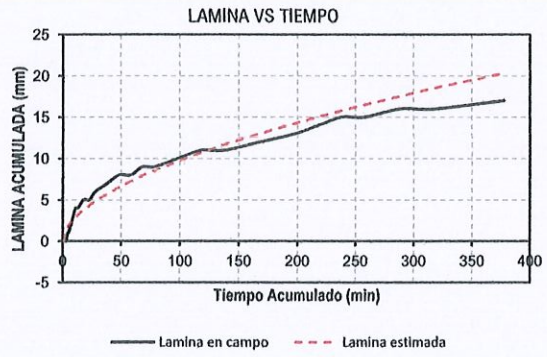
CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Tasa de infiltración	q (m/s)	5.78E-07
Altura de la zona de transmisión	h_{wf} (m)	0.07
Espezor de la zona de transmisión	z (m)	0.17
Carga de agua en el anillo	x (m)	0.125
Conductividad hidráulica (Ley de Darcy)	m/s	**2.69E-07**
Volumen inivial en el anillo interno	m^3	0.0116
Volumen final del anillo interno	m^3	0.0104
Permeabilidad hidráulica saturada (Reynolds)	m/s	**1.92E-07**

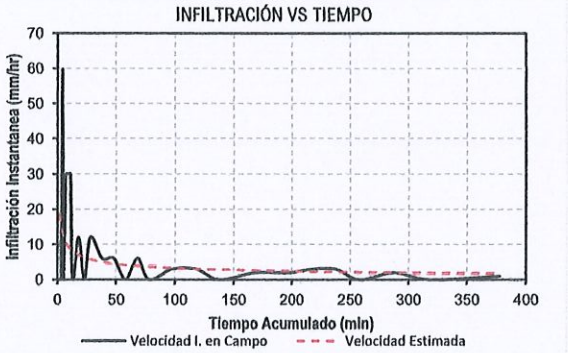


GRAFICOS

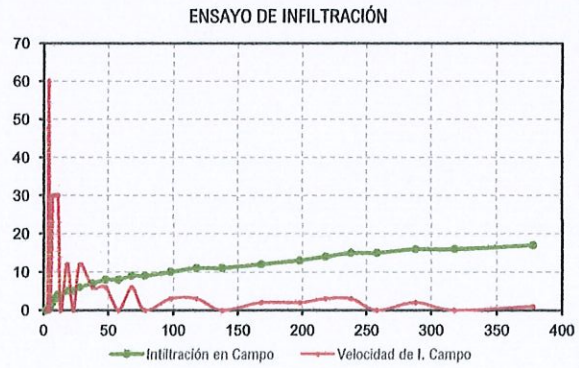
GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN ACUMULADA



GRAFICA DE LA INFILTRACIÓN INSTANTANEA



GRAFICA DE ENSAYO DE INFILTRACIÓN (LAMINA-VELOCIDAD)VsTIEMPO



OBSERVACIONES:	

TESISTAS	TECNICO DE LABORATORIO	REVISADO POR: ASESORES	FIRMA
Ruiz Mejia, Anibal	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Dr. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales	
Cubas Bustamante, Wilder		Mg. Ing. Nelve Núñez Bustamante	

ANEXO H

Estrategia de estabilización con vetiver

El pasto vetiver es una técnica de mejoramiento de estabilidad de talud, la cual es eficiente en diferentes tipos de suelo adaptándose a diferentes geometrías de un talud, como le muestra las siguientes figuras:

Figura 32

Planta de vetiver y su mejora en la estabilidad de taludes

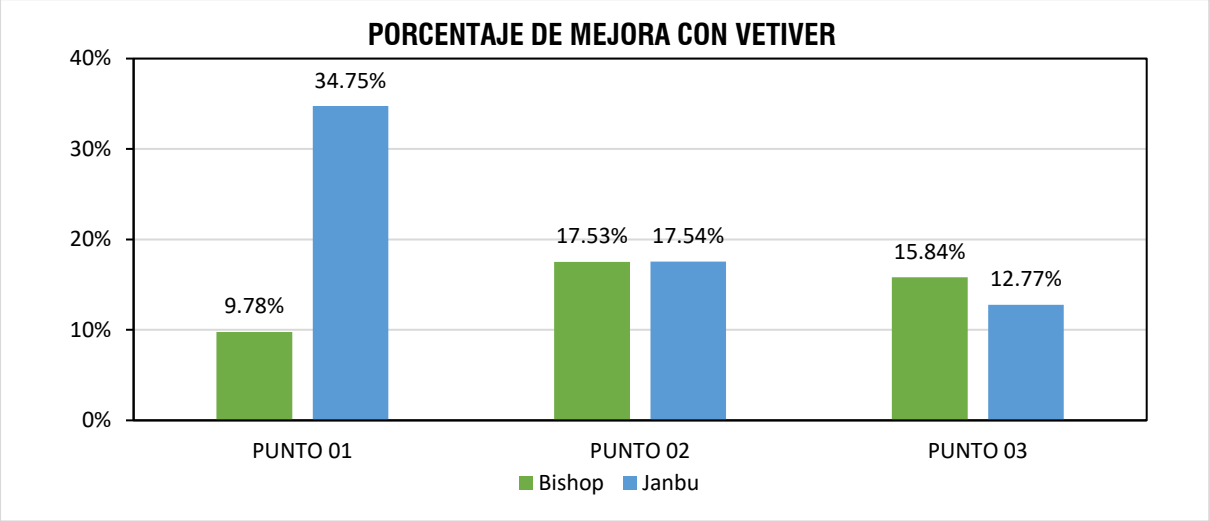


Nota. la figura muestra un ejemplo de la planta vetiver lo cual puede ser utilizada para la estabilización de los taludes en las obras viales.

Esta estrategia se realizó en base a los parámetros del presente estudio, donde realizó un análisis en SLOPE/W con plantación de vetiver en la superficie de corte del talud, determinando que la incorporación de pasto vetiver puede incrementar el factor de seguridad en un promedio del 18% y alcanzar mejoras de hasta 34.75% en condiciones óptimas, evidenciando su eficiencia como técnica de bioingeniería para la estabilización de taludes. en concordancia con el estudio de (Guevara, 2023), ha obtenido resultados donde muestra que el uso de pasto vetiver para llega aumentar la cohesión hasta un 19 % y los resultados finales del factor de seguridad de hasta un 21 % en condiciones estáticas.

Figura 33

Porcentaje de mejora del Vetiver en el factor de seguridad

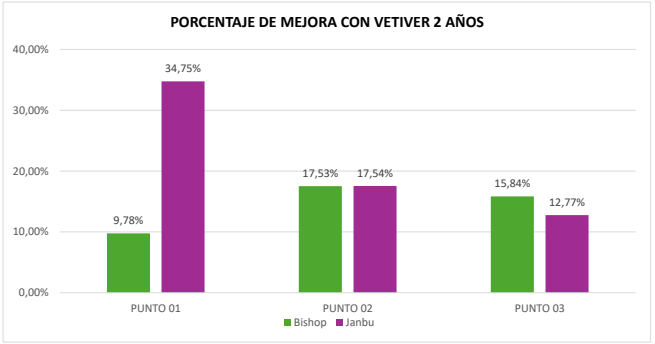


Nota: La Figura muestra que la implementación del pasto Vetiver realizado por ambos métodos Bishop y Janbu donde se evidencia que genera un incremento significativo del factor de seguridad con respecto al Fs crítico obtenido en la figura, alcanzando mejoras de hasta 34.75 %, lo cual refleja su efectividad como una técnica de estabilización superficial.

PORCENTAJE DE MEJORA UTILIZANDO VENTIVER

Método				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	1,173	0,838	
	PUNTO 02	0,846	0,705	
	PUNTO 03	0,829	1,301	

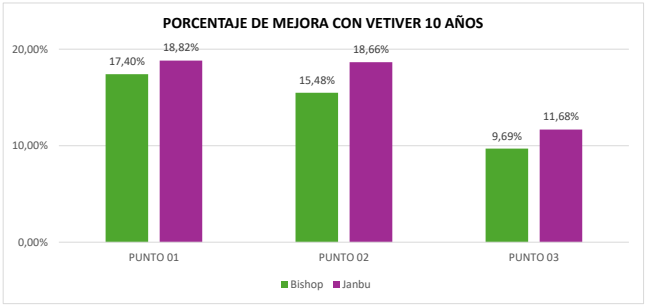
Metódo con PP + Ventiver 2 Años				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	1,288	1,130	
	PUNTO 02	0,994	0,829	
	PUNTO 03	0,960	1,467	



% de redución con PP 2 Años			
FS		Bishop	Janbu
	PUNTO 01	9,78%	34,75%
	PUNTO 02	17,53%	17,54%
	PUNTO 03	15,84%	12,77%

Método				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	0,958	0,666	
	PUNTO 02	0,718	0,563	
	PUNTO 03	0,806	1,246	

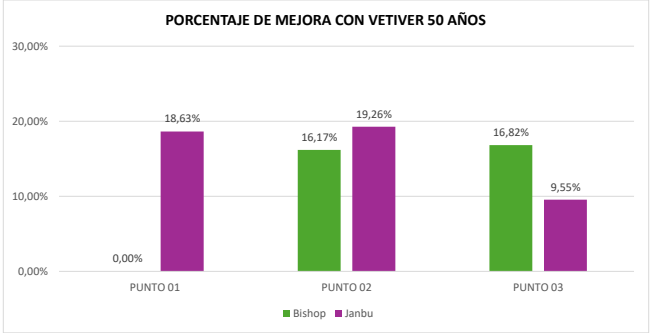
Metódo con PP + Ventiver 10 Años				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	1,125	0,791	
	PUNTO 02	0,830	0,668	
	PUNTO 03	0,884	1,391	



% de redución con PP 10 Años			
FS		Bishop	Janbu
	PUNTO 01	17,40%	18,82%
	PUNTO 02	15,48%	18,66%
	PUNTO 03	9,69%	11,68%

Método				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	0,844	0,566	
	PUNTO 02	0,636	0,479	
	PUNTO 03	0,771	1,166	

Metódo con PP + Ventiver 50 Años				
FS		Bishop	Janbu	
	PUNTO 01	0,844	0,671	
	PUNTO 02	0,739	0,571	
	PUNTO 03	0,900	1,277	



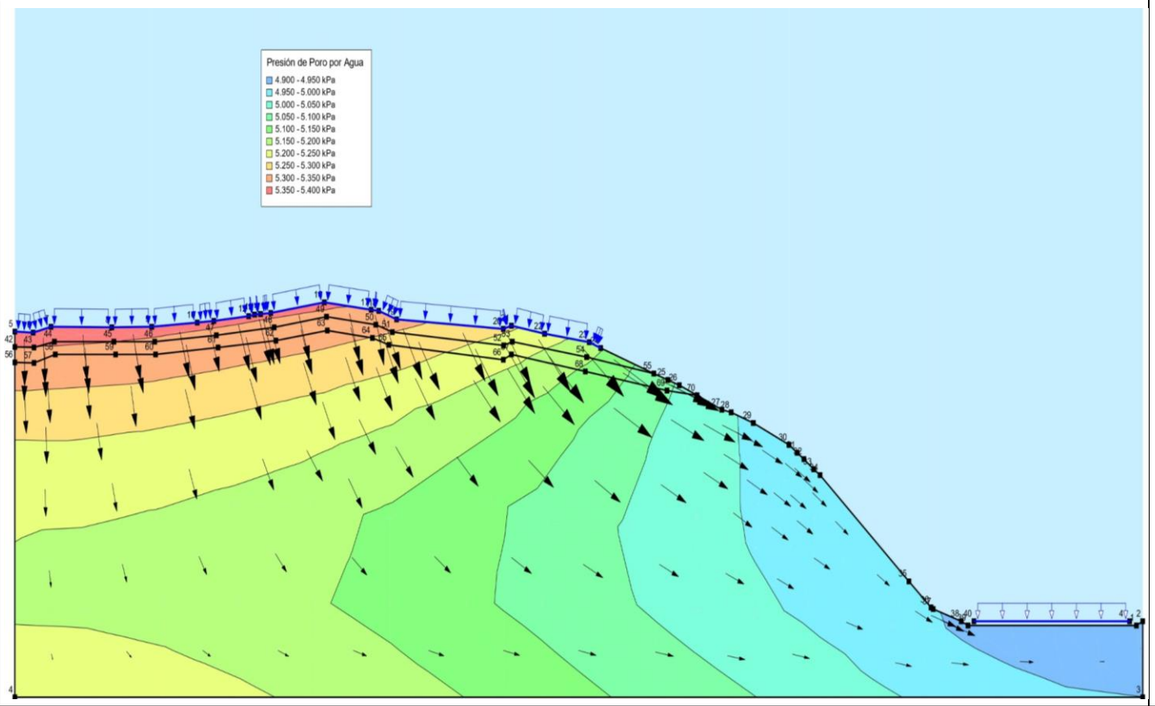
% de redución con PP 50 Años			
FS		Bishop	Janbu
	PUNTO 01	0,00%	18,63%
	PUNTO 02	16,17%	19,26%
	PUNTO 03	16,82%	9,55%

ANEXO I

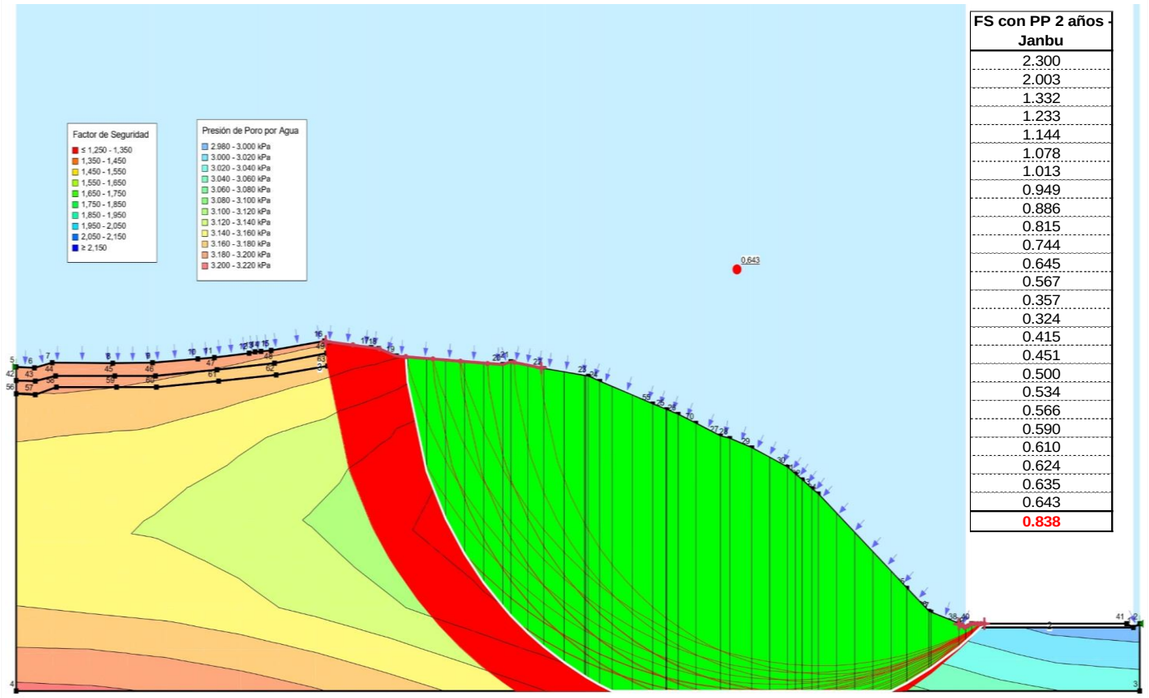
Análisis en SEEP/W y SLOPE/W

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 1 - S1

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

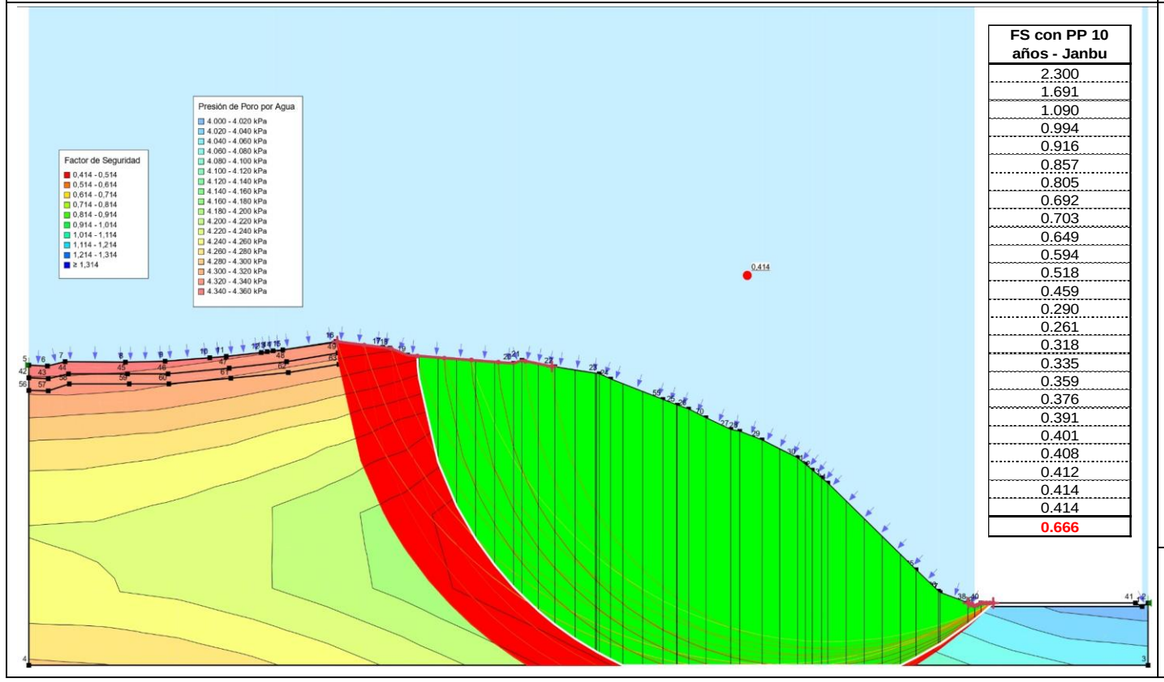


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



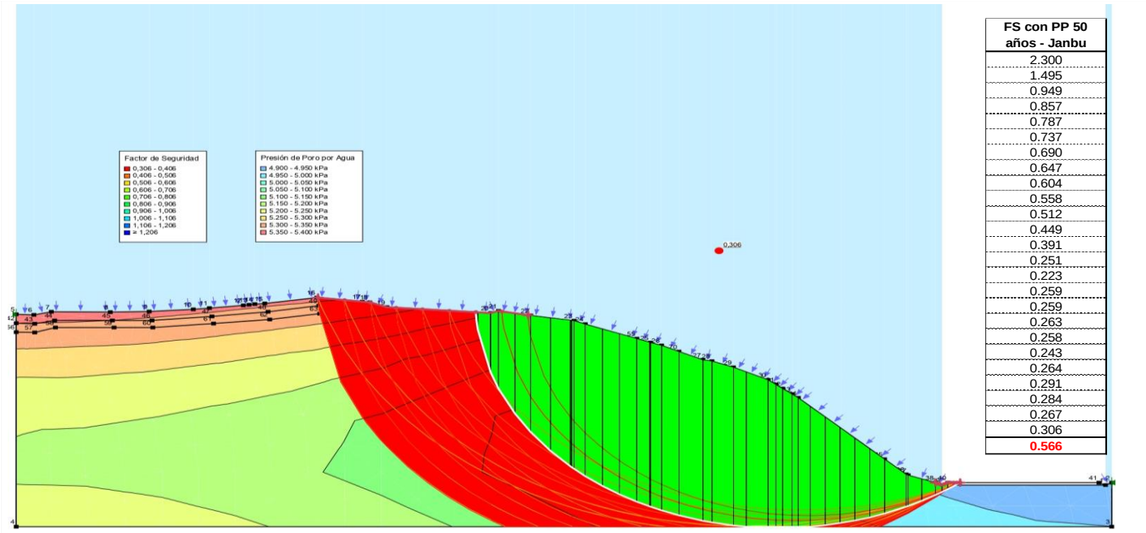
FS con PP 2 años - Janbu
2.300
2.003
1.332
1.233
1.144
1.078
1.013
0.949
0.886
0.815
0.744
0.645
0.567
0.357
0.324
0.415
0.451
0.500
0.534
0.566
0.590
0.610
0.624
0.635
0.643
0.838

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
2.300
1.691
1.090
0.994
0.916
0.857
0.805
0.692
0.703
0.649
0.594
0.518
0.459
0.290
0.261
0.318
0.335
0.359
0.376
0.391
0.401
0.408
0.412
0.414
0.414
0.666

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
2.300
1.495
0.949
0.857
0.787
0.737
0.690
0.647
0.604
0.558
0.512
0.449
0.391
0.251
0.223
0.259
0.259
0.263
0.258
0.243
0.264
0.291
0.284
0.267
0.306
0.566

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

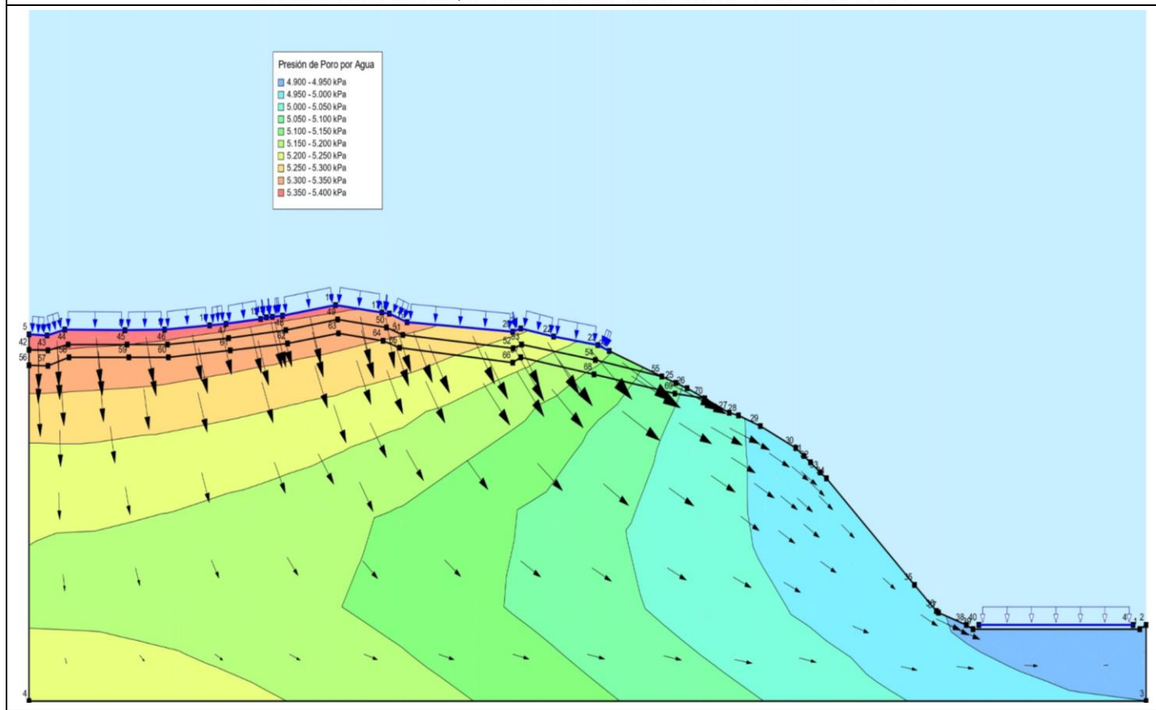
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 1

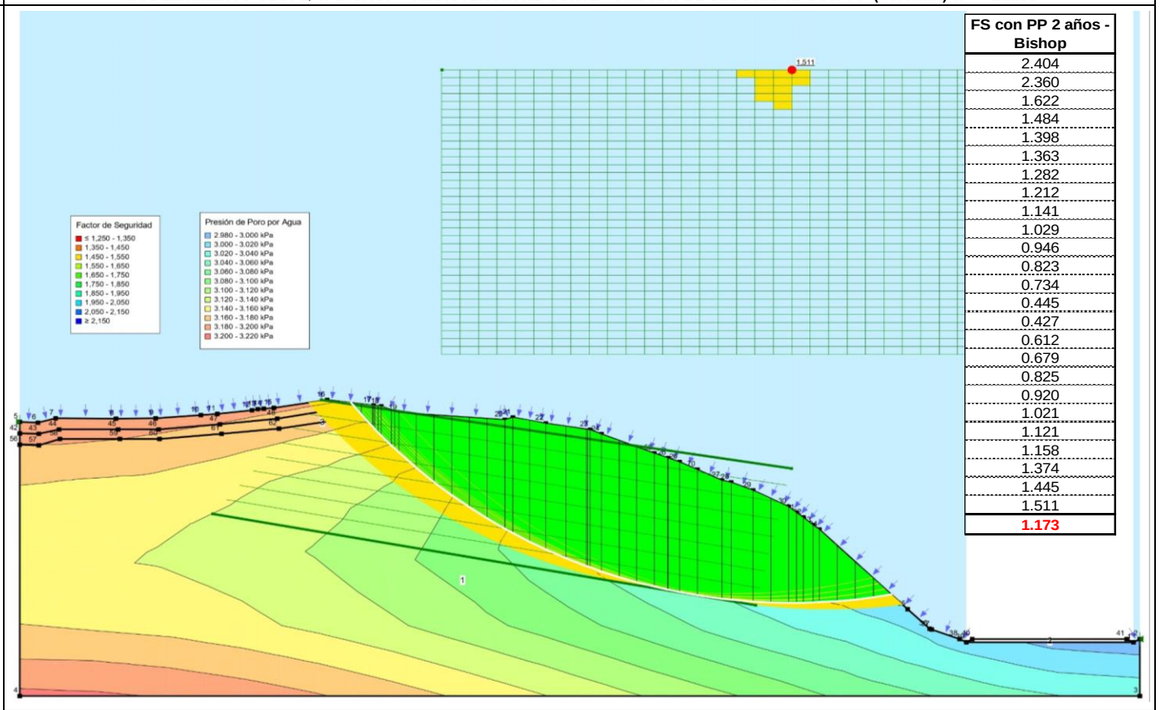
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	1	SECCIÓN:	1	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 1 - S1

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

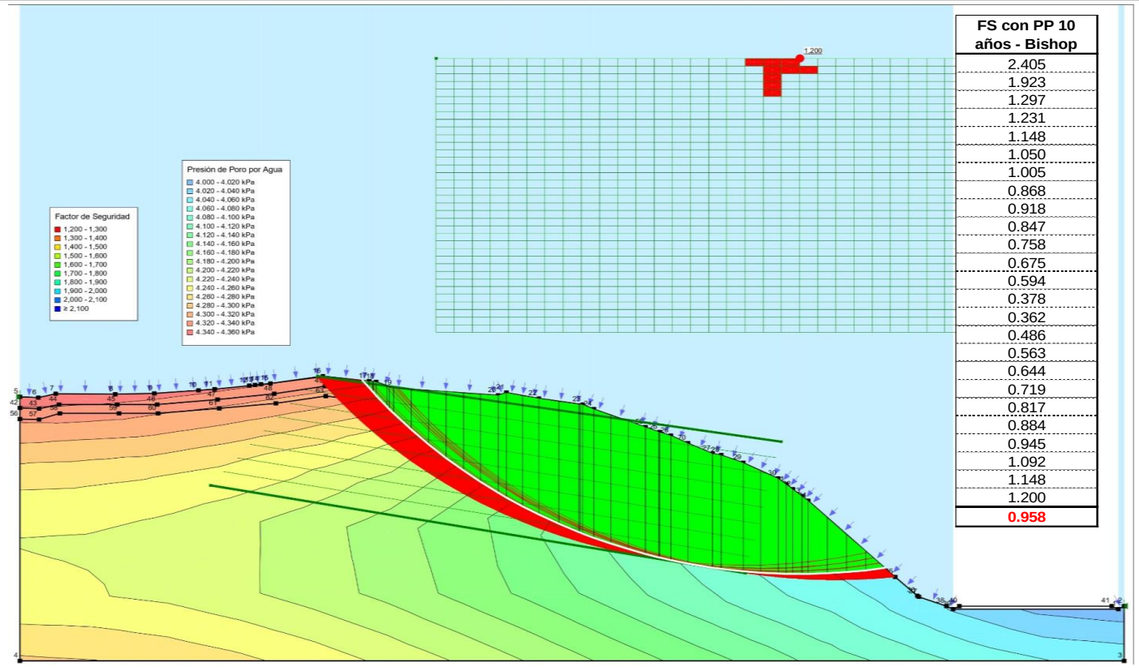


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



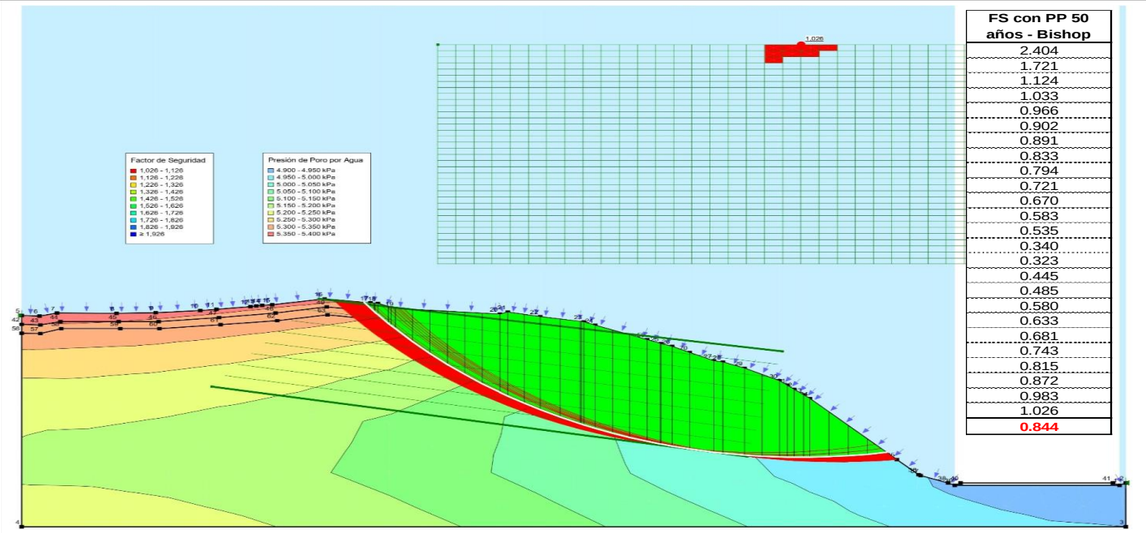
FS con PP 2 años - Bishop
2.404
2.360
1.622
1.484
1.398
1.363
1.282
1.212
1.141
1.029
0.946
0.823
0.734
0.445
0.427
0.612
0.679
0.825
0.920
1.021
1.121
1.158
1.374
1.445
1.511
1.173

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
2.405
1.923
1.297
1.231
1.148
1.050
1.005
0.868
0.918
0.847
0.758
0.675
0.594
0.378
0.362
0.486
0.563
0.644
0.719
0.817
0.884
0.945
1.092
1.148
1.200
0.958

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
2.404
1.721
1.124
1.033
0.966
0.902
0.891
0.833
0.794
0.721
0.670
0.583
0.535
0.340
0.323
0.445
0.485
0.580
0.633
0.681
0.743
0.815
0.872
0.983
1.026
0.844

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

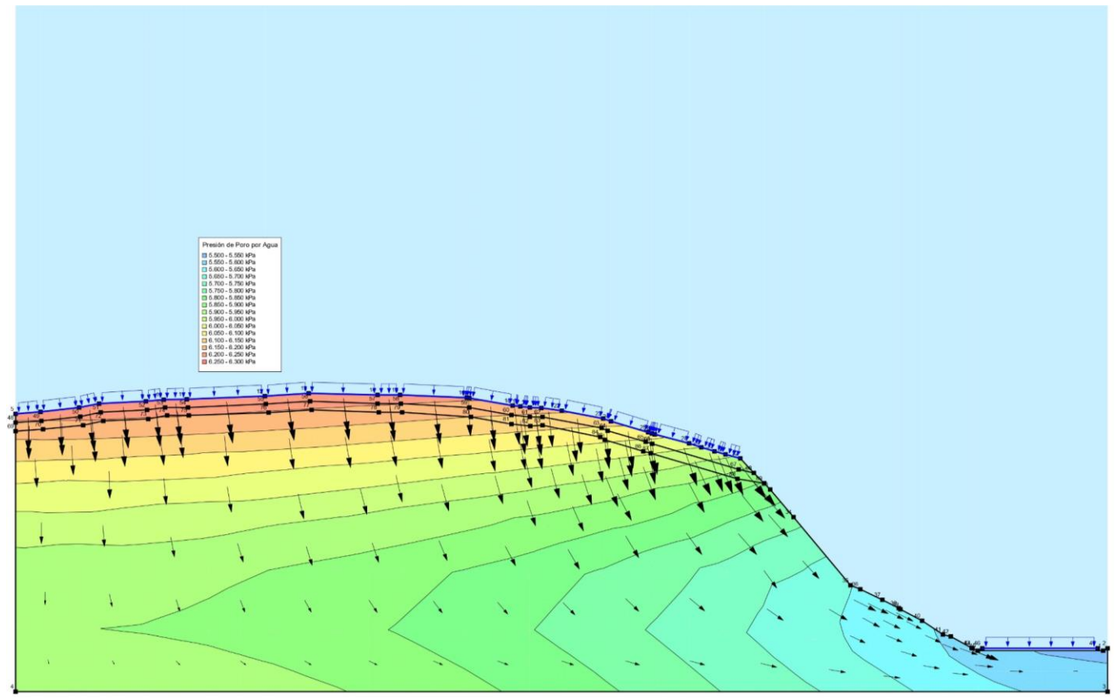
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 2

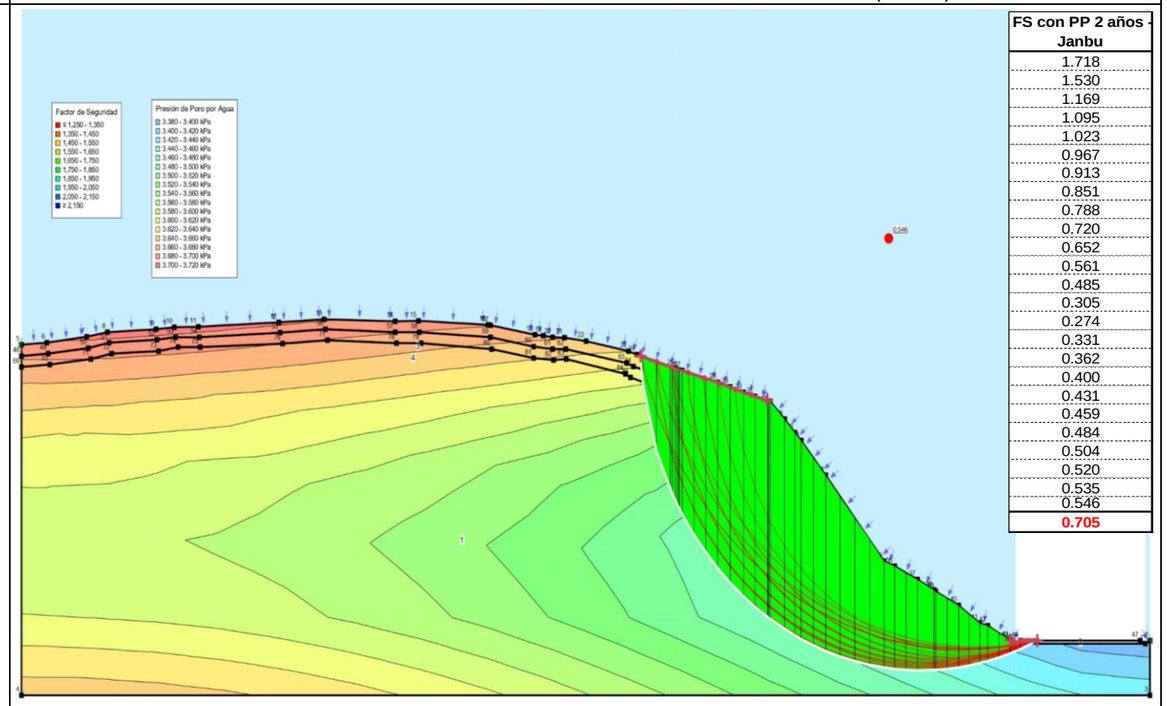
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	1	SECCIÓN:	1	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 1 - S2

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

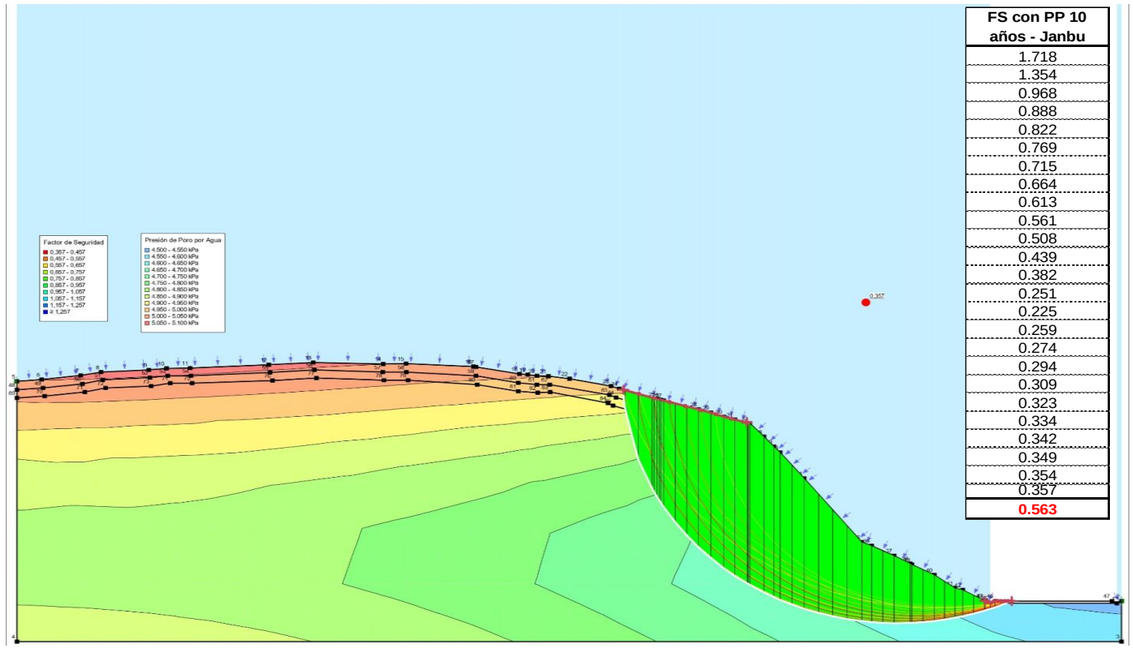


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



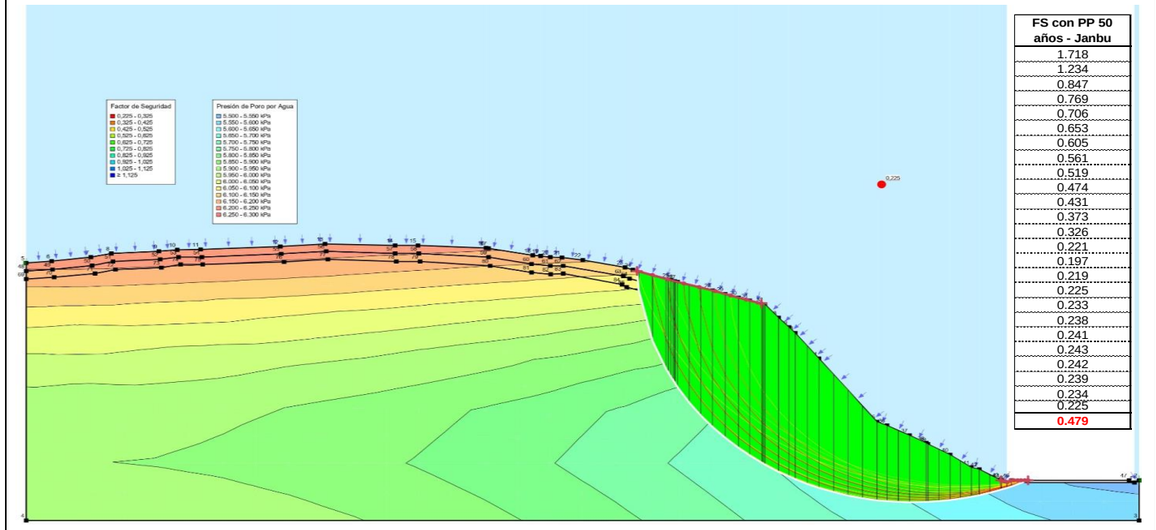
FS con PP 2 años - Janbu
1.718
1.530
1.169
1.095
1.023
0.967
0.913
0.851
0.788
0.720
0.652
0.561
0.485
0.305
0.274
0.331
0.362
0.400
0.431
0.459
0.484
0.504
0.520
0.535
0.546
0.705

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
1.718
1.354
0.968
0.888
0.822
0.769
0.715
0.664
0.613
0.561
0.508
0.439
0.382
0.251
0.225
0.259
0.274
0.294
0.309
0.323
0.334
0.342
0.349
0.354
0.357
0.563

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
1.718
1.234
0.847
0.769
0.706
0.653
0.605
0.561
0.519
0.474
0.431
0.373
0.326
0.221
0.197
0.219
0.225
0.233
0.238
0.241
0.243
0.242
0.239
0.234
0.225
0.479

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

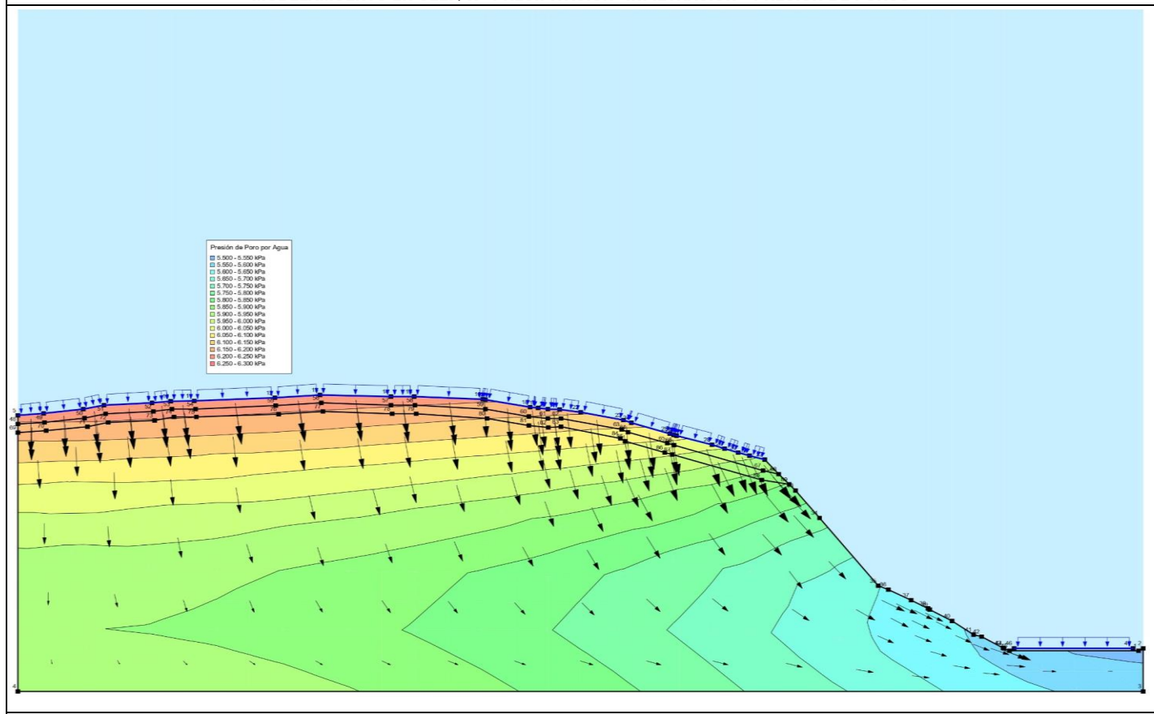
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 3

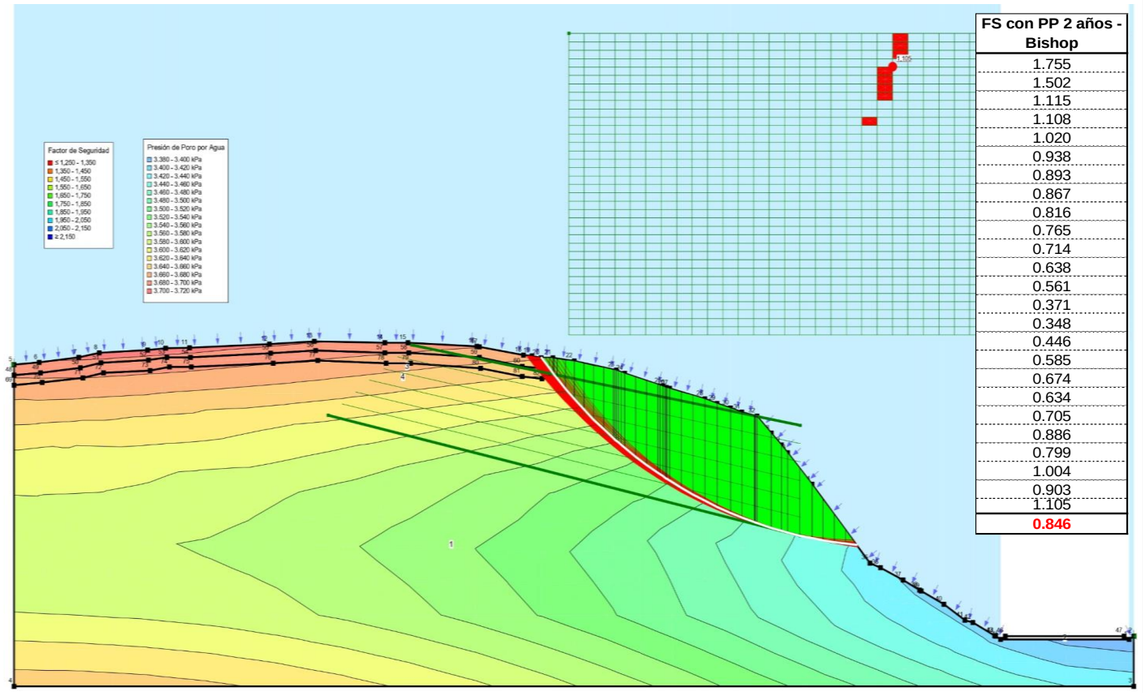
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	1	SECCIÓN:	2	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 1 - S2

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

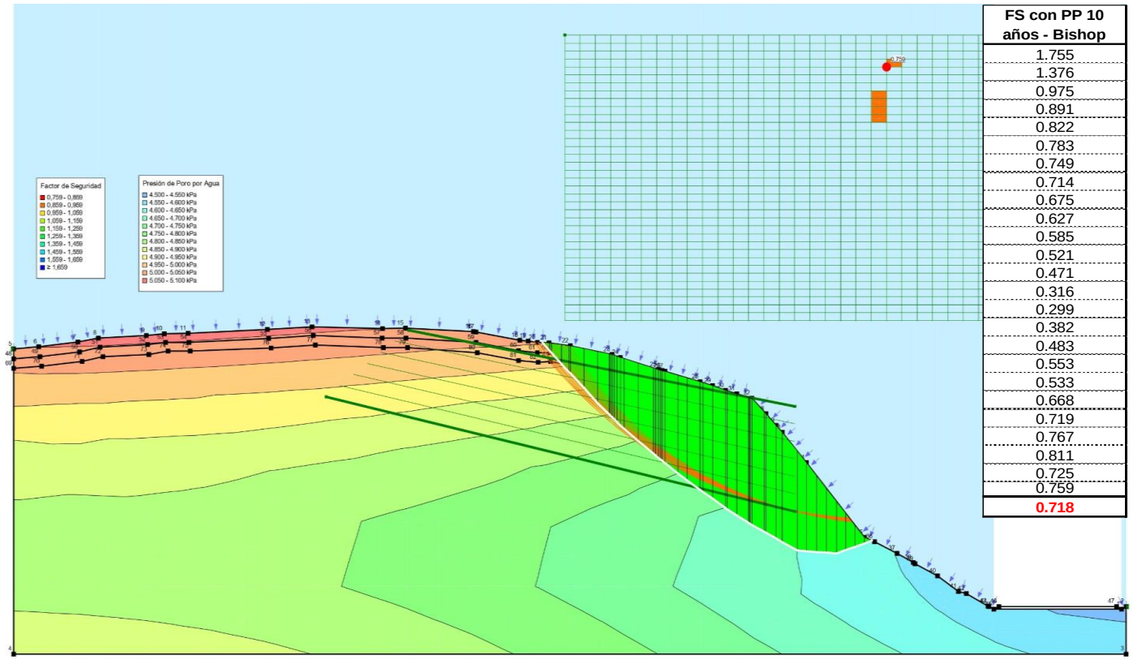


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



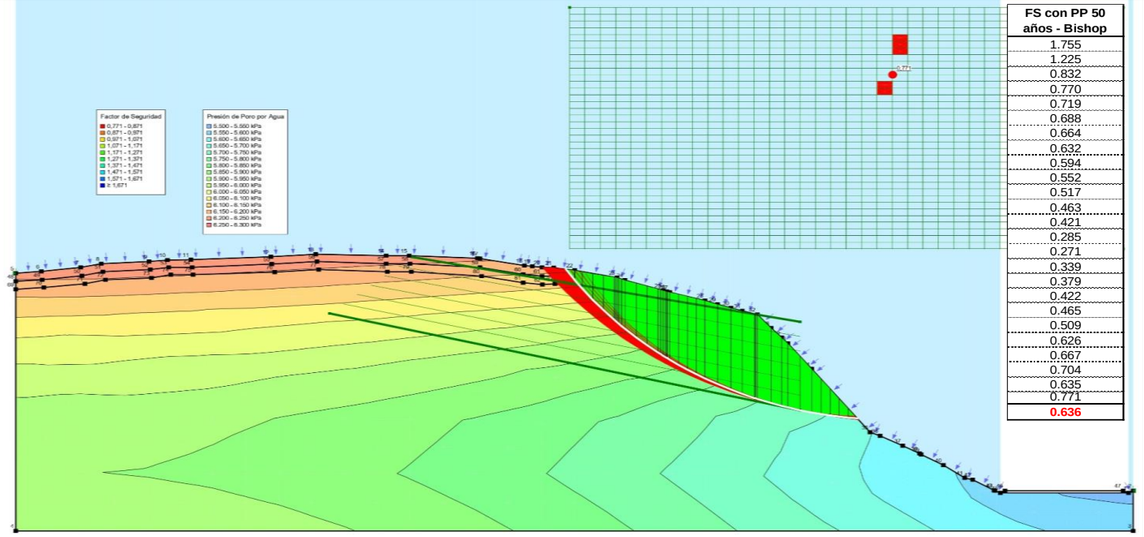
FS con PP 2 años - Bishop
1.755
1.502
1.115
1.108
1.020
0.938
0.893
0.867
0.816
0.765
0.714
0.638
0.561
0.371
0.348
0.446
0.585
0.674
0.634
0.705
0.886
0.799
1.004
0.903
1.105
0.846

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
1.755
1.376
0.975
0.891
0.822
0.783
0.749
0.714
0.675
0.627
0.585
0.521
0.471
0.316
0.299
0.382
0.483
0.553
0.533
0.668
0.719
0.767
0.811
0.725
0.759
0.718

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
1.755
1.225
0.832
0.770
0.719
0.688
0.664
0.632
0.594
0.552
0.517
0.463
0.421
0.285
0.271
0.339
0.379
0.422
0.465
0.509
0.626
0.667
0.704
0.635
0.771
0.636

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

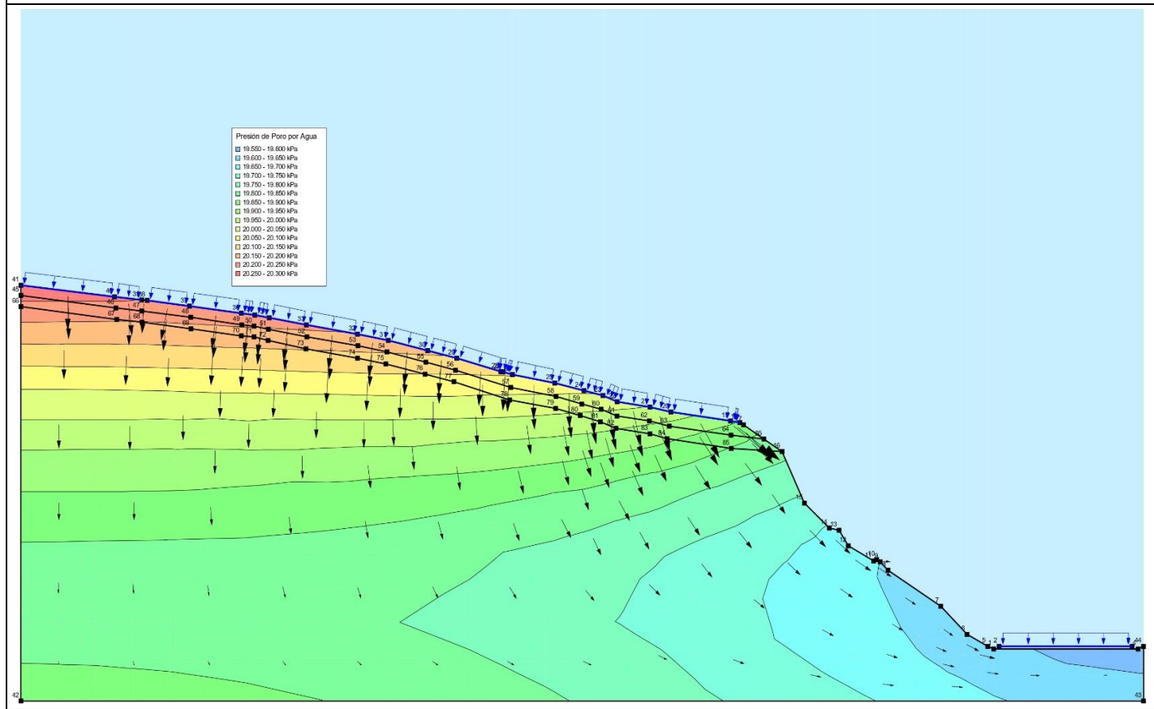
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 4

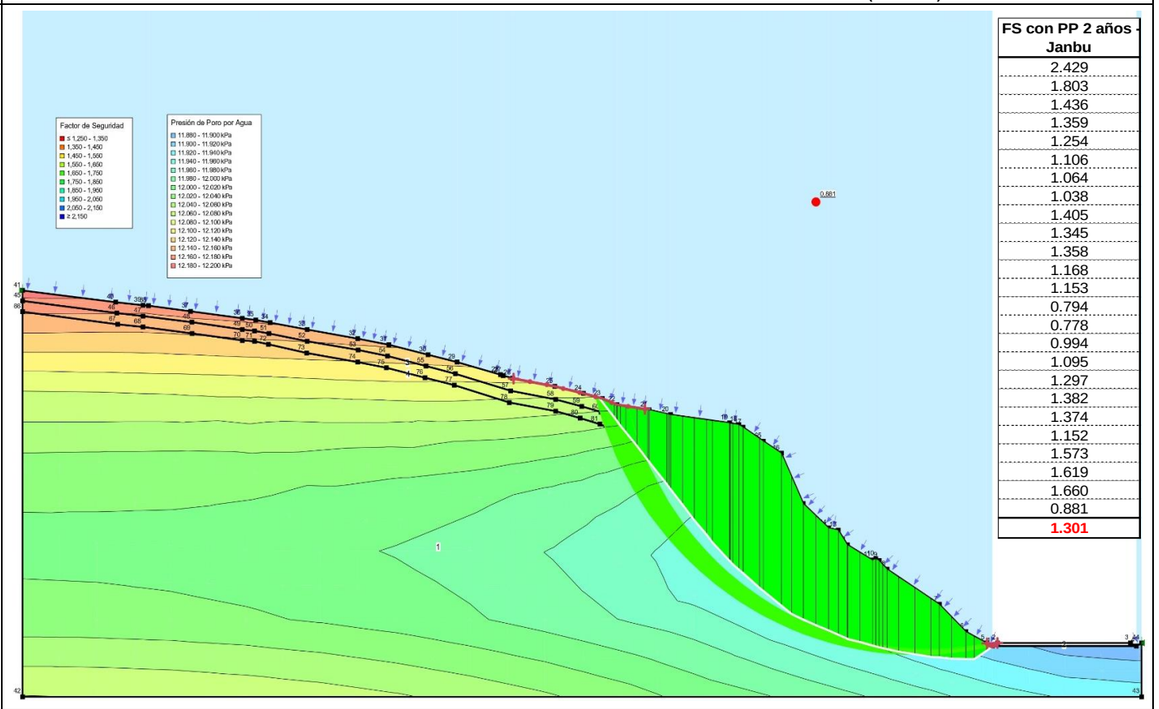
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	1	SECCIÓN:	2	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 1 - S3

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

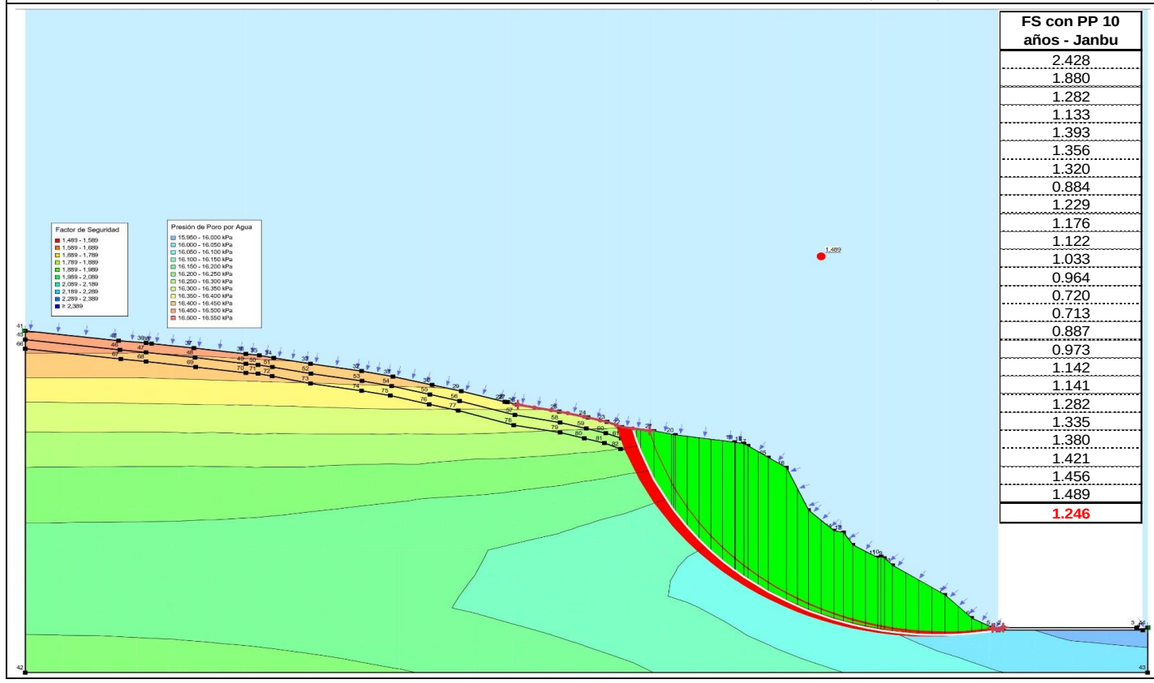


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



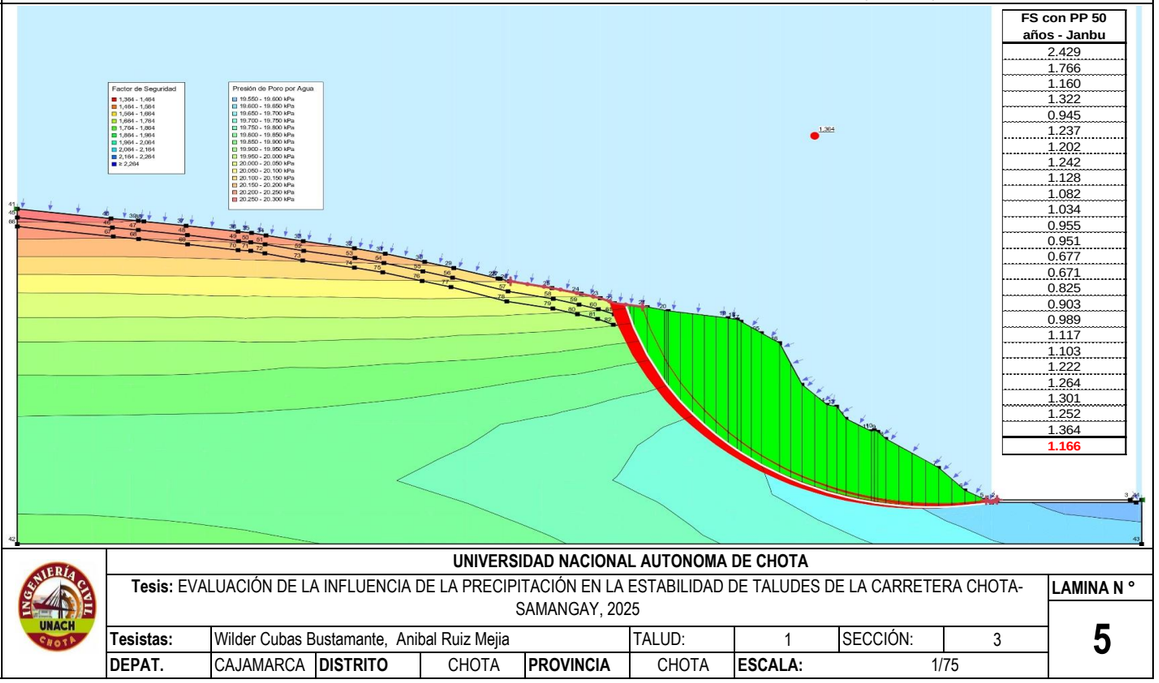
FS con PP 2 años - Janbu
2.429
1.803
1.436
1.359
1.254
1.106
1.064
1.038
1.405
1.345
1.358
1.168
1.153
0.794
0.778
0.994
1.095
1.297
1.382
1.374
1.152
1.573
1.619
1.660
0.881
1.301

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
2.428
1.880
1.282
1.133
1.393
1.356
1.320
0.884
1.229
1.176
1.122
1.033
0.964
0.720
0.713
0.887
0.973
1.142
1.141
1.282
1.335
1.380
1.421
1.456
1.489
1.246

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
2.429
1.766
1.160
1.322
0.945
1.237
1.202
1.242
1.128
1.082
1.034
0.955
0.951
0.677
0.671
0.825
0.903
0.989
1.117
1.103
1.222
1.264
1.301
1.252
1.364
1.166

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

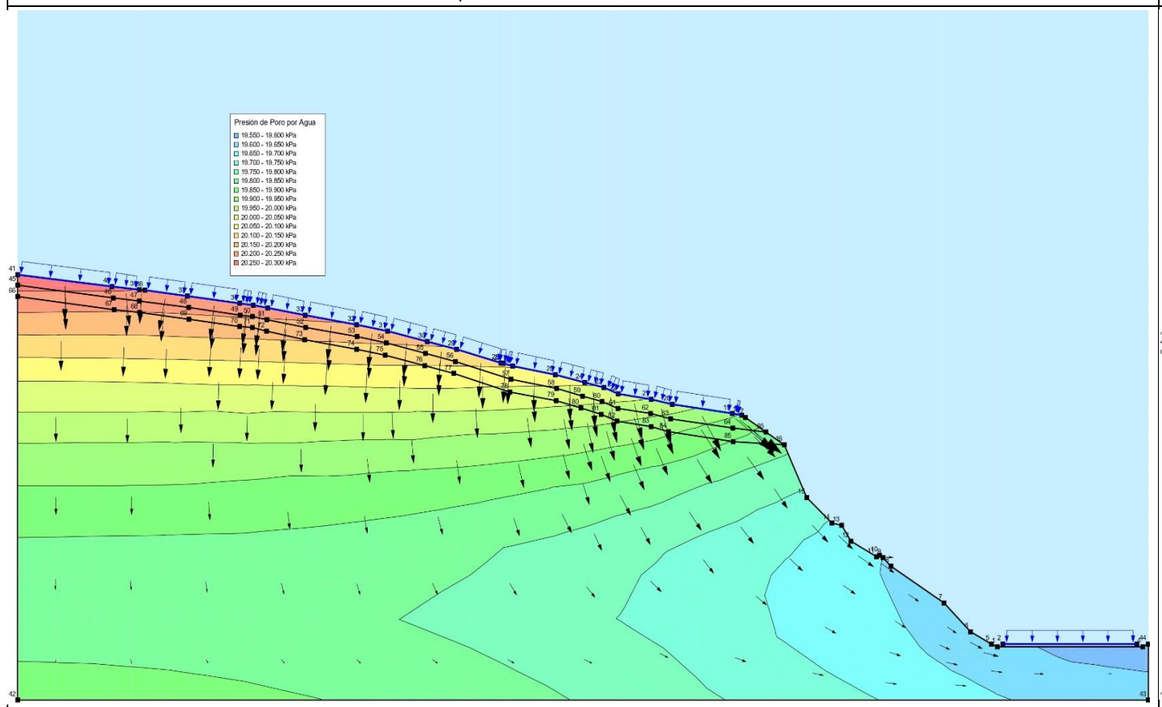
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 5

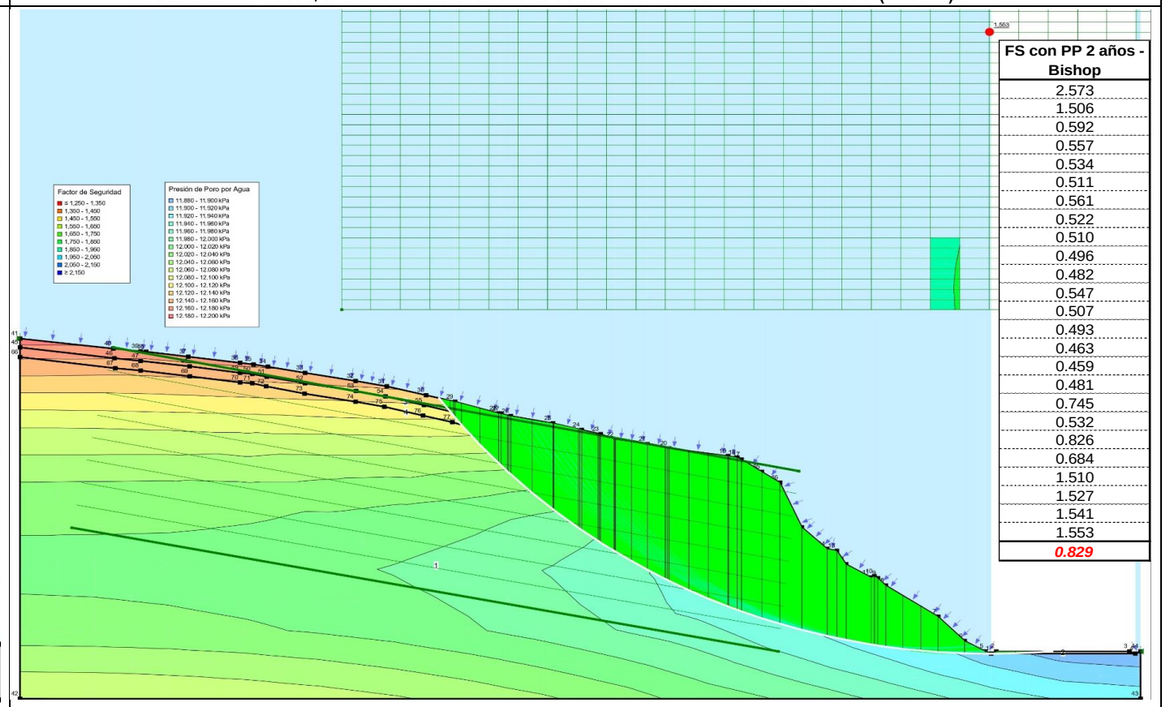
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	1	SECCIÓN:	3	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 1 - S3

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

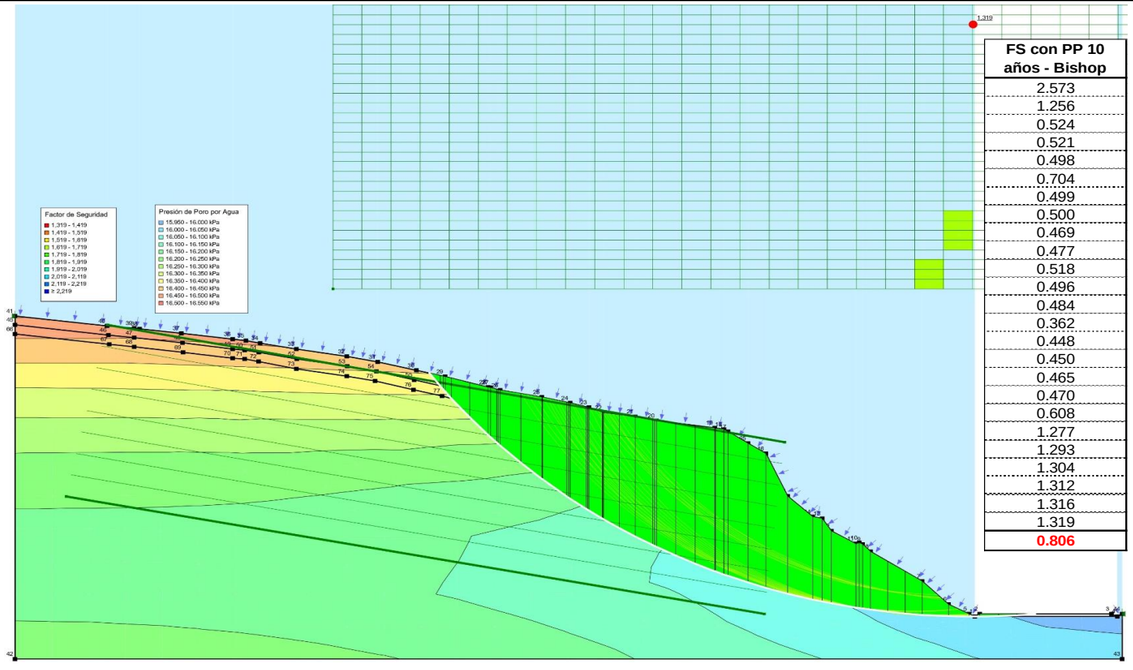


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



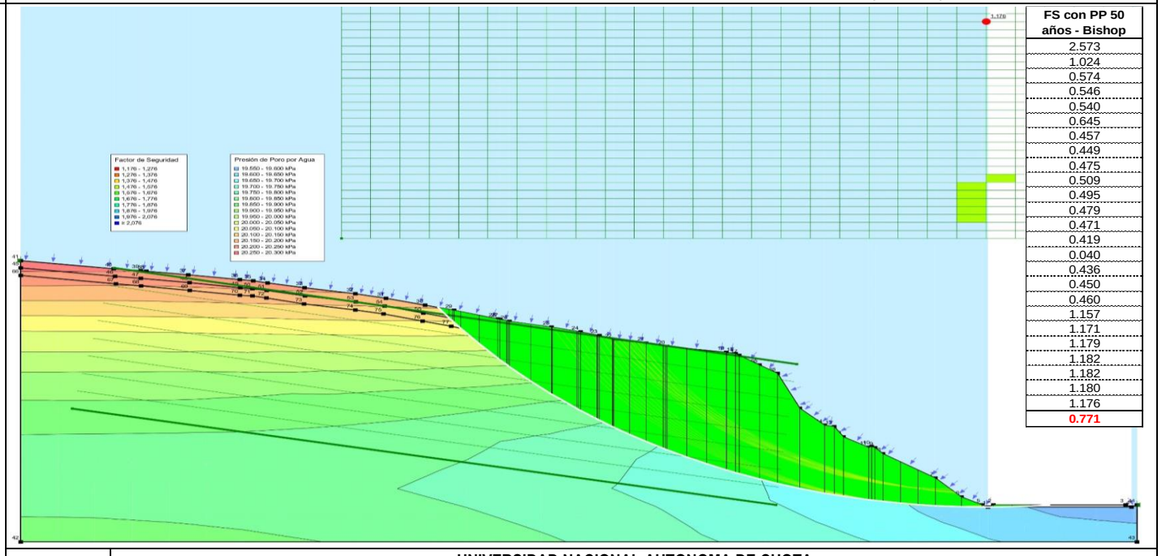
FS con PP 2 años - Bishop
2.573
1.506
0.592
0.557
0.534
0.511
0.561
0.522
0.510
0.496
0.482
0.547
0.507
0.493
0.463
0.459
0.481
0.745
0.532
0.826
0.684
1.510
1.527
1.541
1.553
0.829

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
2.573
1.256
0.524
0.521
0.498
0.704
0.499
0.500
0.469
0.477
0.518
0.496
0.484
0.362
0.448
0.450
0.465
0.470
0.608
1.277
1.293
1.304
1.312
1.316
1.319
0.806

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
2.573
1.024
0.574
0.546
0.540
0.645
0.457
0.449
0.475
0.509
0.495
0.479
0.471
0.419
0.040
0.436
0.450
0.460
1.157
1.171
1.179
1.182
1.182
1.180
1.176
0.771

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

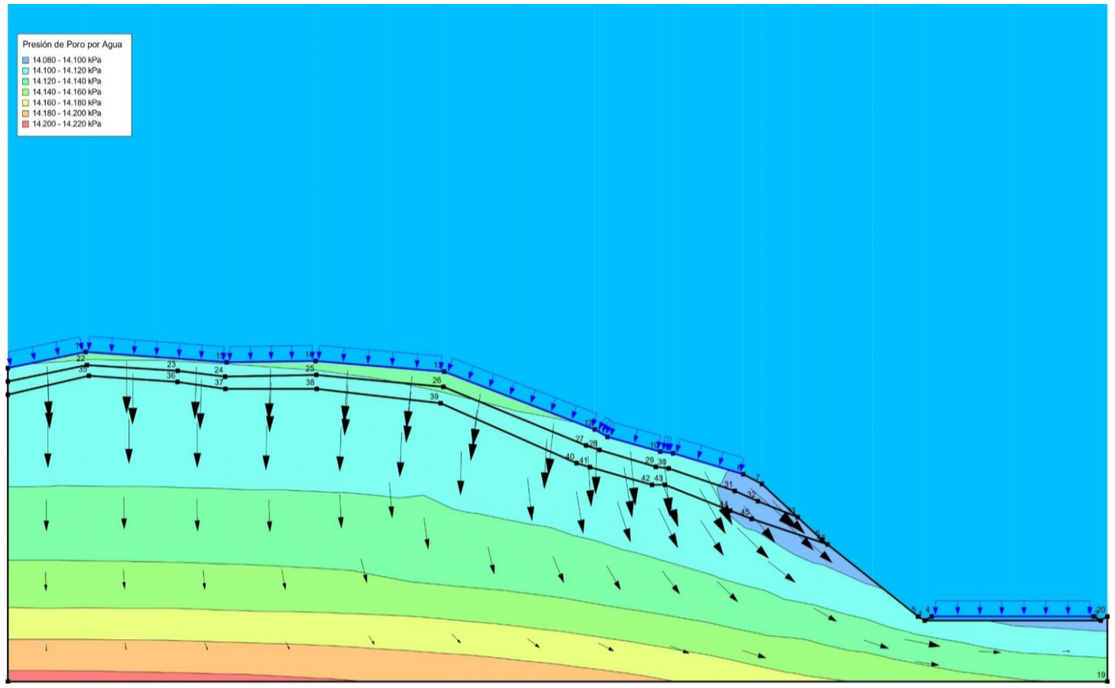
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 6

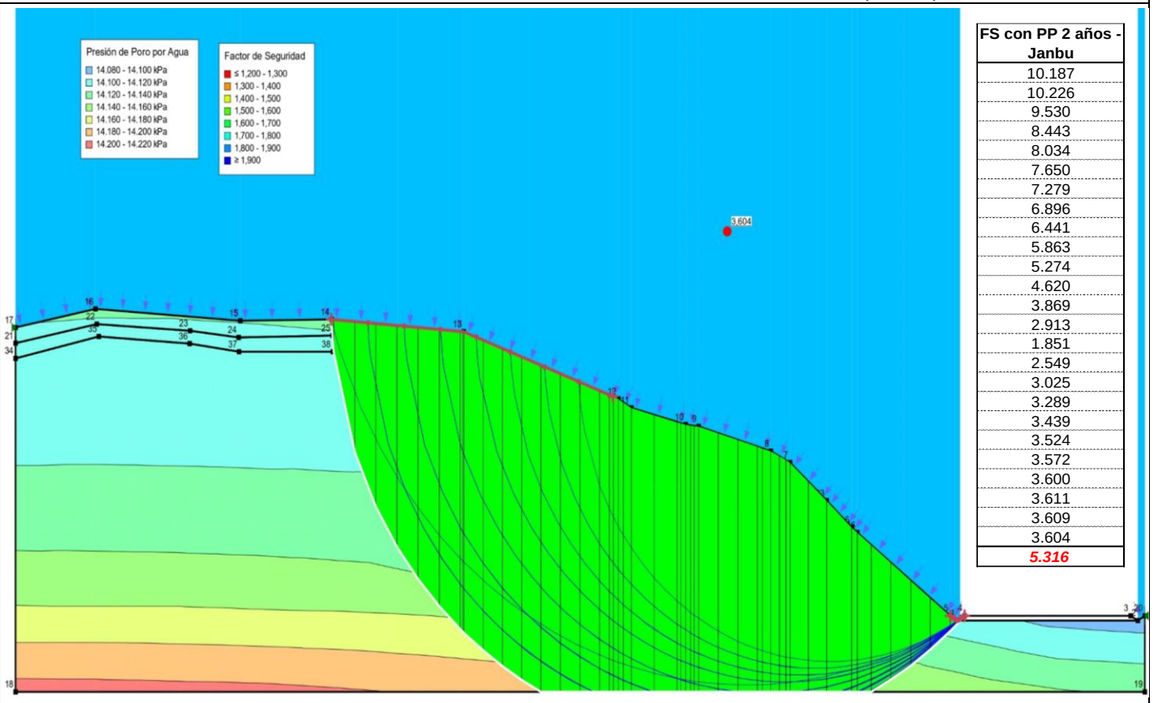
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia					TALUD:	1	SECCIÓN:	3
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 2 - S1

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

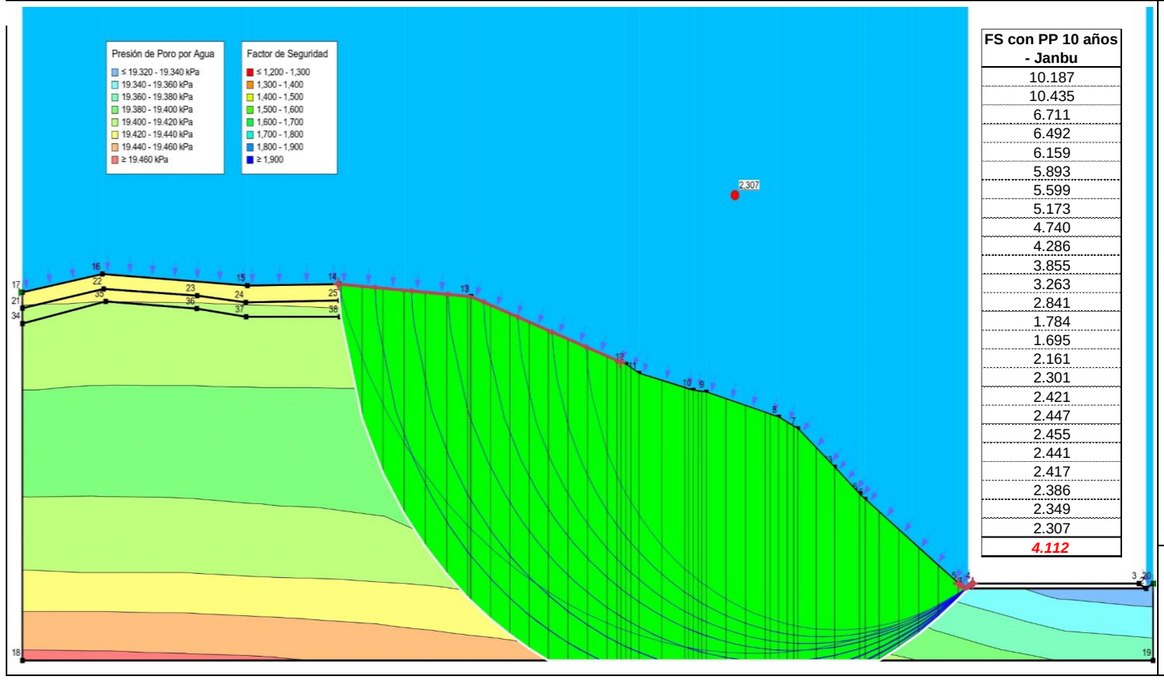


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



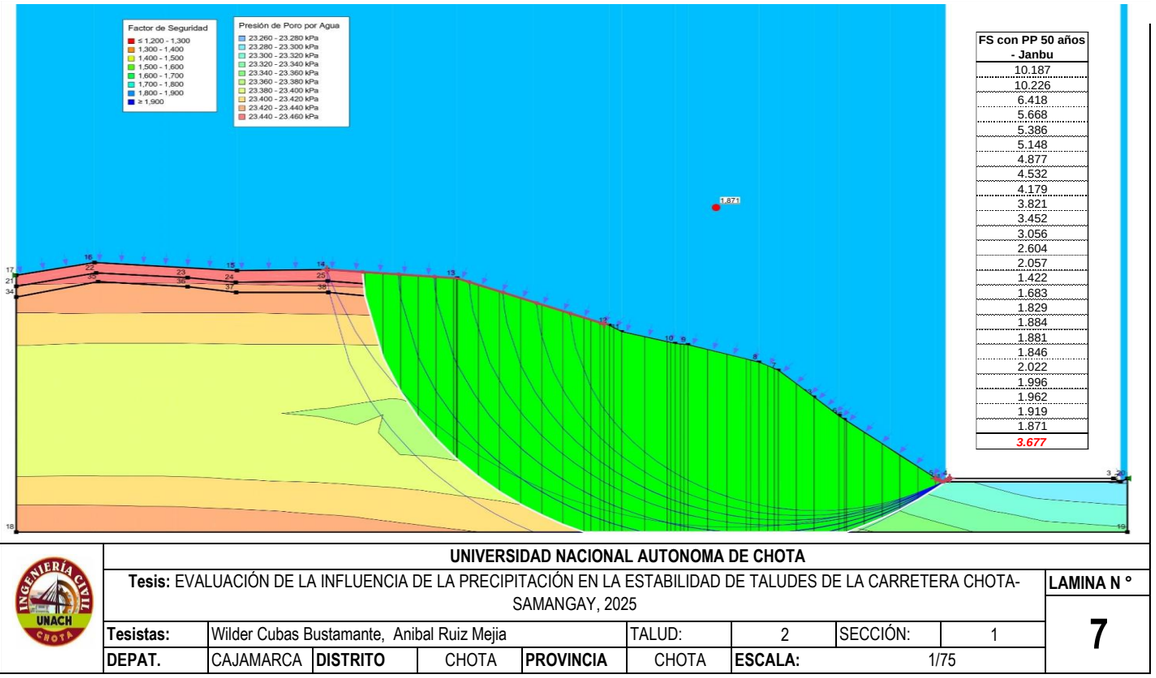
FS con PP 2 años - Janbu
10.187
10.226
9.530
8.443
8.034
7.650
7.279
6.896
6.441
5.863
5.274
4.620
3.869
2.913
1.851
2.549
3.025
3.289
3.439
3.524
3.572
3.600
3.611
3.609
3.604
5.316

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
10.187
10.435
6.711
6.492
6.159
5.893
5.599
5.173
4.740
4.286
3.855
3.263
2.841
1.784
1.695
2.161
2.301
2.421
2.447
2.455
2.441
2.417
2.386
2.349
2.307
4.112

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
10.187
10.226
6.418
5.668
5.386
5.148
4.877
4.532
4.179
3.821
3.452
3.056
2.604
2.057
1.422
1.683
1.829
1.884
1.881
1.846
2.022
1.996
1.962
1.919
1.871
3.677

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

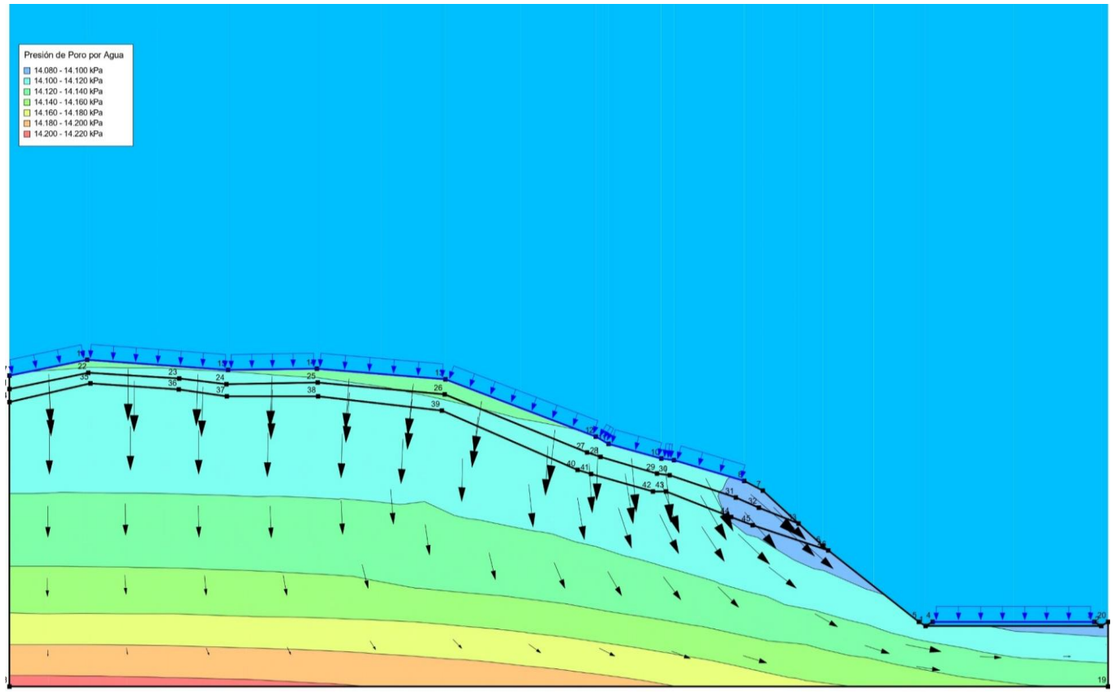
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 7

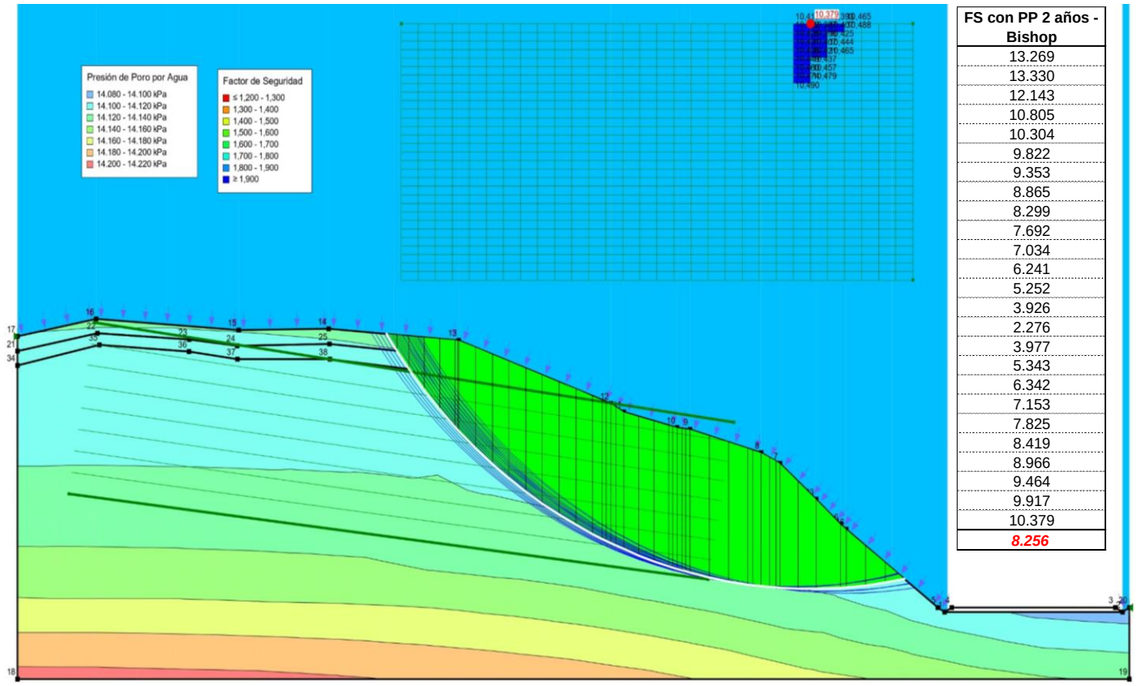
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	1	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 2 - S1

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

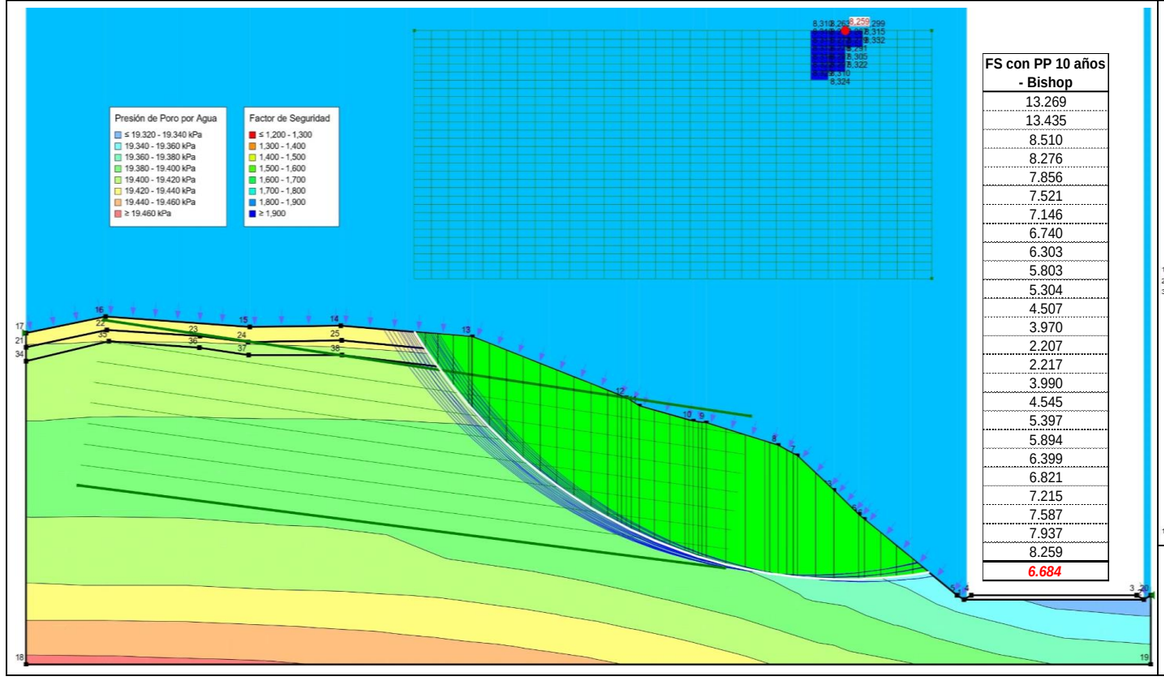


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



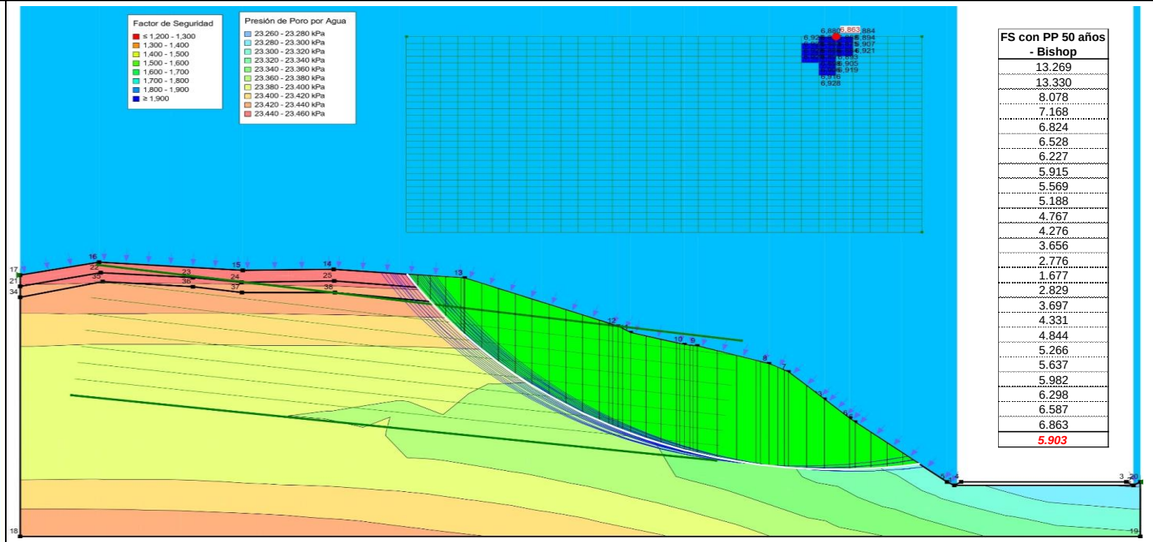
FS con PP 2 años - Bishop
13.269
13.330
12.143
10.805
10.304
9.822
9.353
8.865
8.299
7.692
7.034
6.241
5.252
3.926
2.276
3.977
5.343
6.342
7.153
7.825
8.419
8.966
9.464
9.917
10.379
8.256

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
13.269
13.435
8.510
8.276
7.856
7.521
7.146
6.740
6.303
5.803
5.304
4.507
3.970
2.207
2.217
3.990
4.545
5.397
5.894
6.399
6.821
7.215
7.587
7.937
8.259
6.684

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
13.269
13.330
8.078
7.168
6.824
6.528
6.227
5.915
5.569
5.188
4.767
4.276
3.656
2.776
1.677
2.829
3.697
4.331
4.844
5.266
5.637
5.982
6.298
6.587
6.863
5.903

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

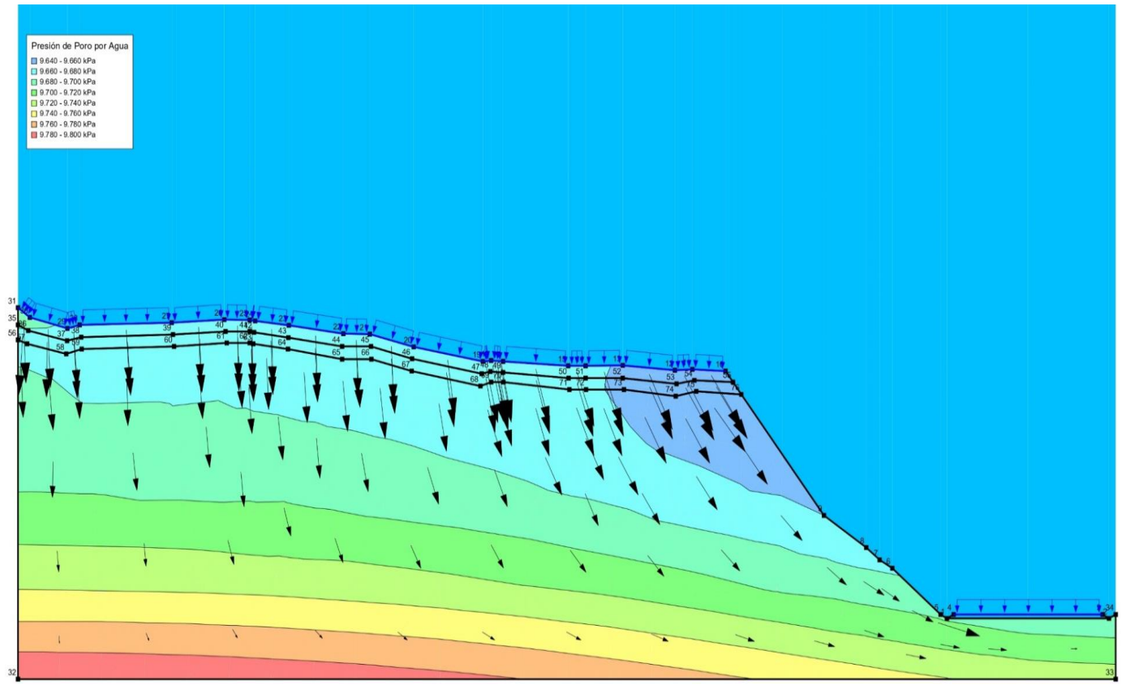
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 8

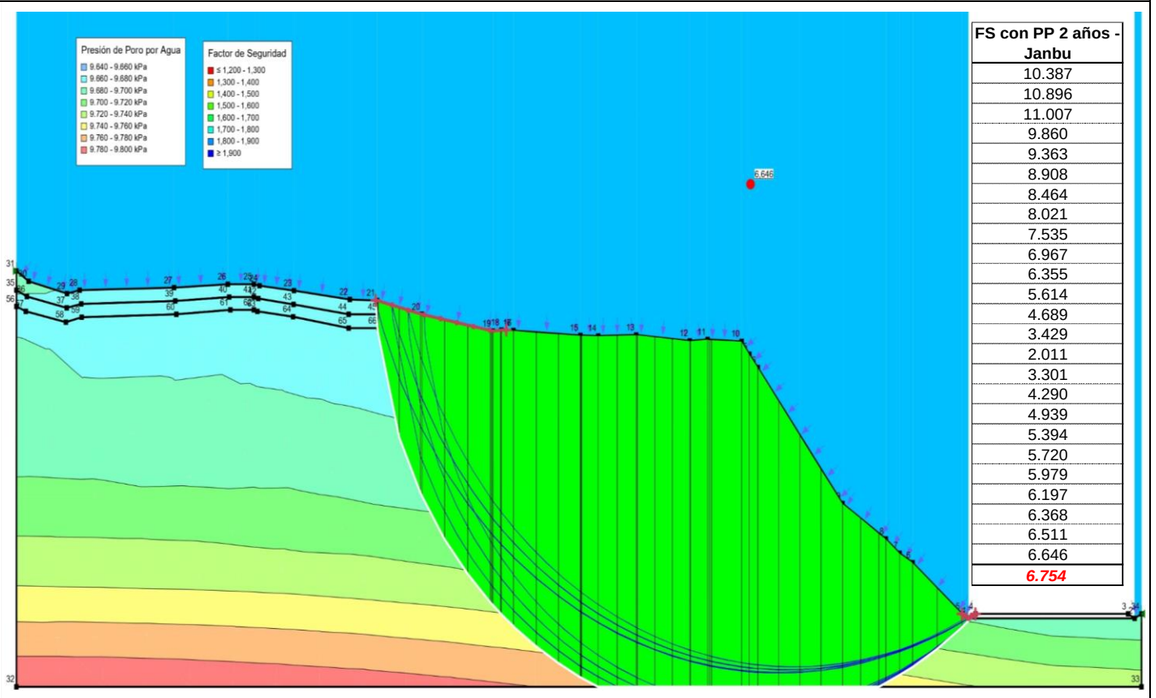
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	1	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 2 - S2

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

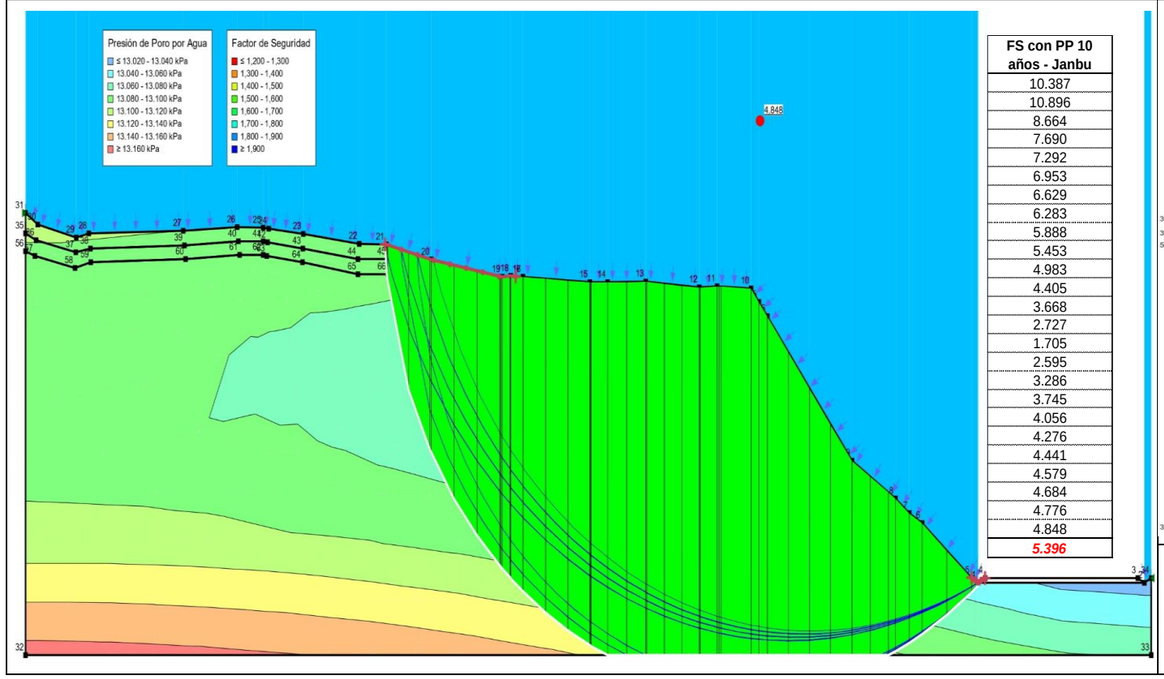


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



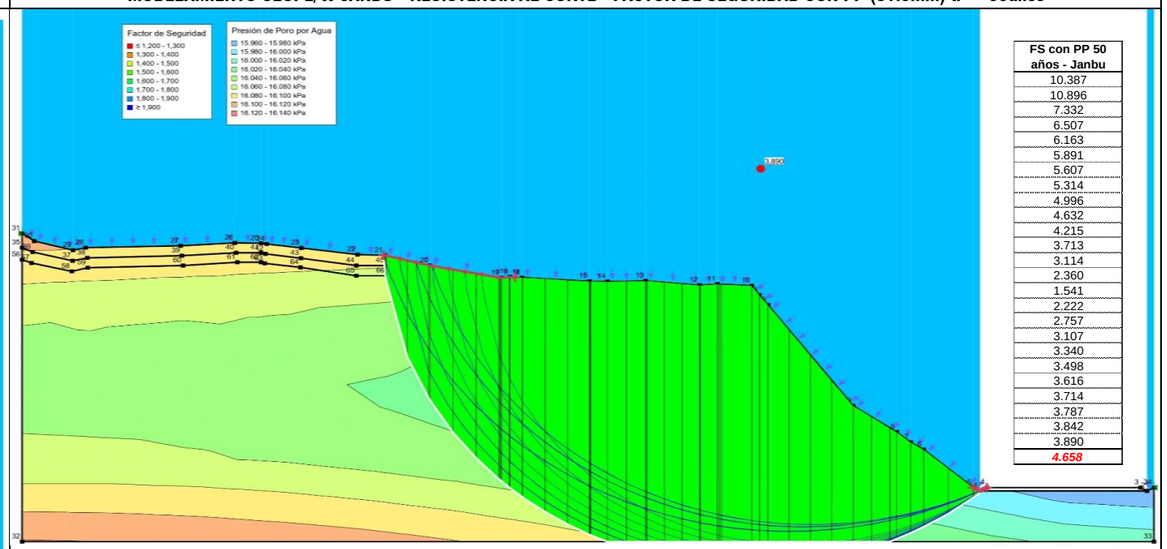
FS con PP 2 años - Janbu
10.387
10.896
11.007
9.860
9.363
8.908
8.464
8.021
7.535
6.967
6.355
5.614
4.689
3.429
2.011
3.301
4.290
4.939
5.394
5.720
5.979
6.197
6.368
6.511
6.646
6.754

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
10.387
10.896
8.664
7.690
7.292
6.953
6.629
6.283
5.888
5.453
4.983
4.405
3.668
2.727
1.705
2.595
3.286
3.745
4.056
4.276
4.441
4.579
4.684
4.776
4.848
5.396

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
10.387
10.896
7.332
6.507
6.163
5.891
5.607
5.314
4.996
4.632
4.215
3.713
3.114
2.360
1.541
2.222
2.757
3.107
3.340
3.498
3.616
3.714
3.787
3.842
3.890
4.658

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

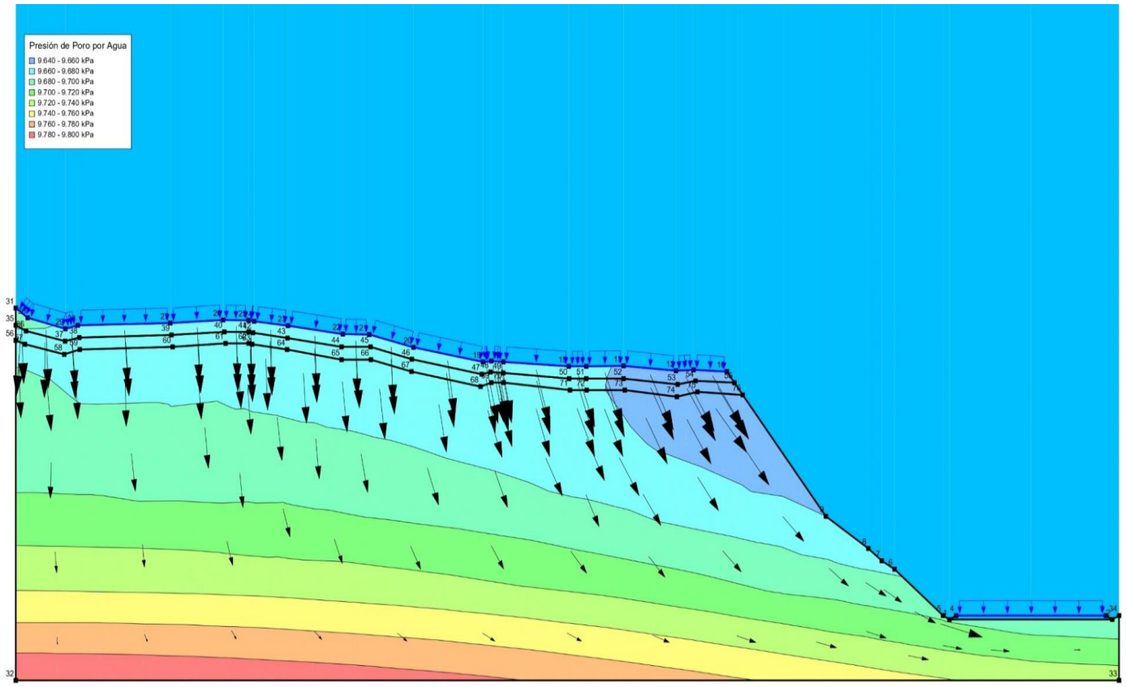
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 9

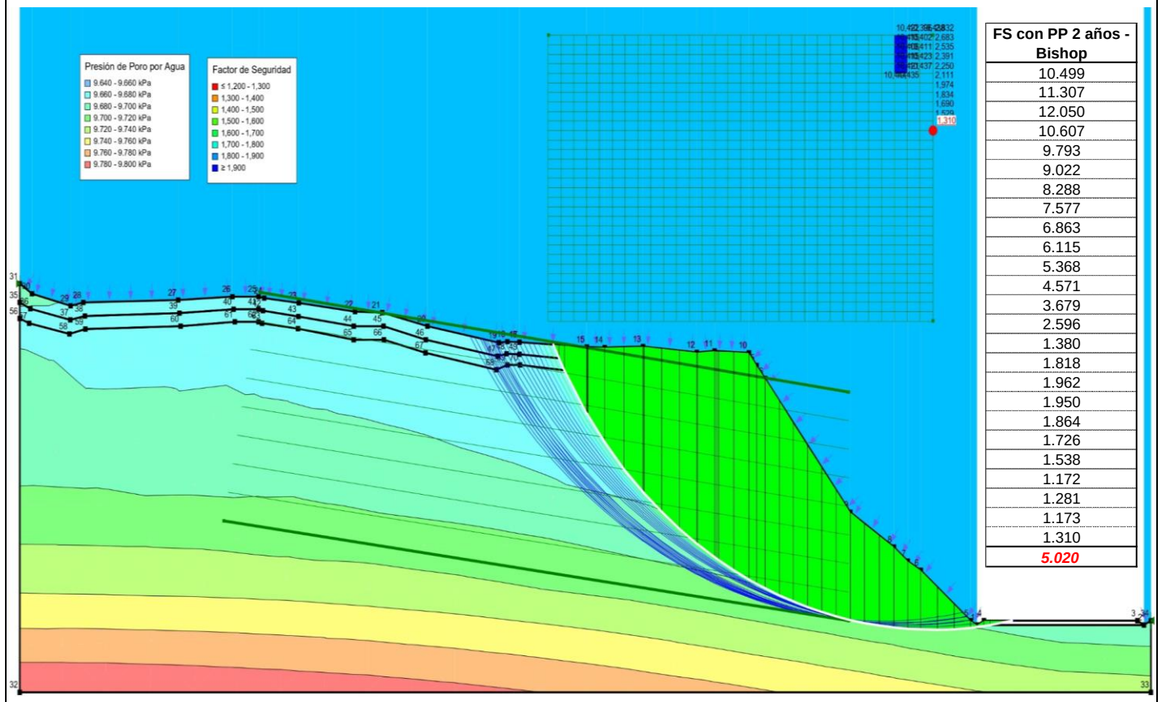
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	2	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 2 - S2

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

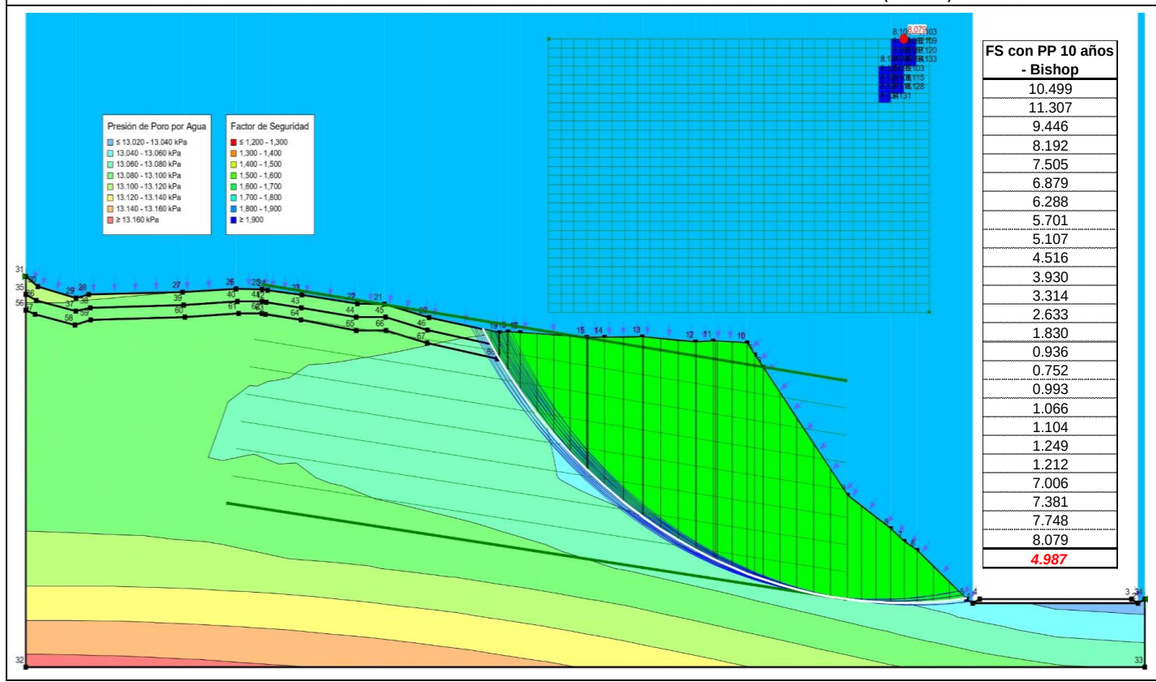


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



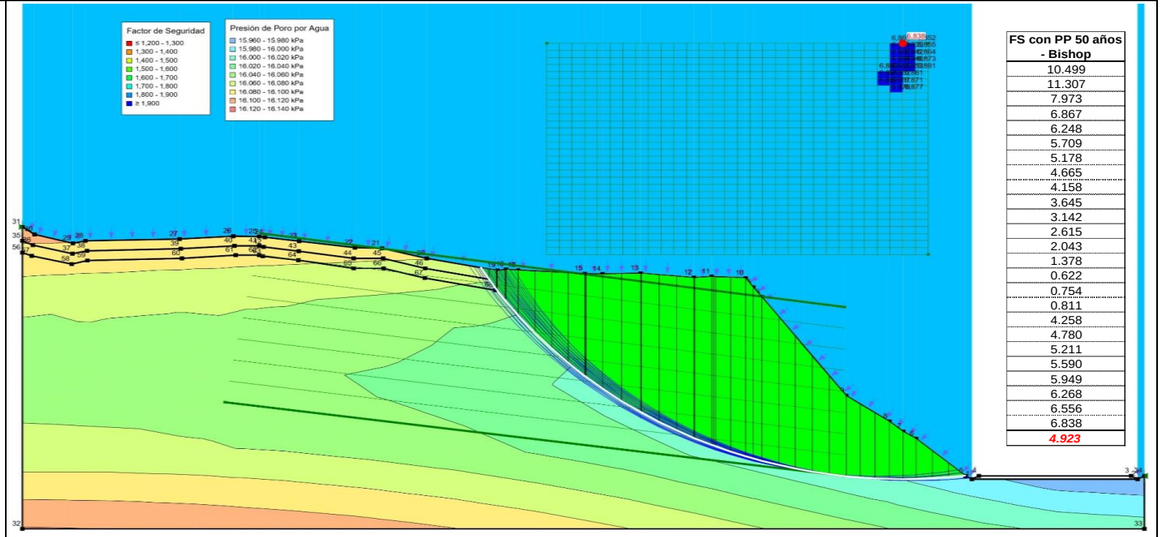
FS con PP 2 años - Bishop
10.499
11.307
12.050
10.607
9.793
9.022
8.288
7.577
6.863
6.115
5.368
4.571
3.679
2.596
1.380
1.818
1.962
1.950
1.864
1.726
1.538
1.172
1.281
1.173
1.310
5.020

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
10.499
11.307
9.446
8.192
7.505
6.879
6.288
5.701
5.107
4.516
3.930
3.314
2.633
1.830
0.936
0.752
0.993
1.066
1.104
1.249
1.212
7.006
7.381
7.748
8.079
4.987

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
10.499
11.307
7.973
6.867
6.248
5.709
5.178
4.665
4.158
3.645
3.142
2.615
2.043
1.378
0.622
0.754
0.811
4.258
4.780
5.211
5.590
5.949
6.268
6.556
6.838
4.923

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

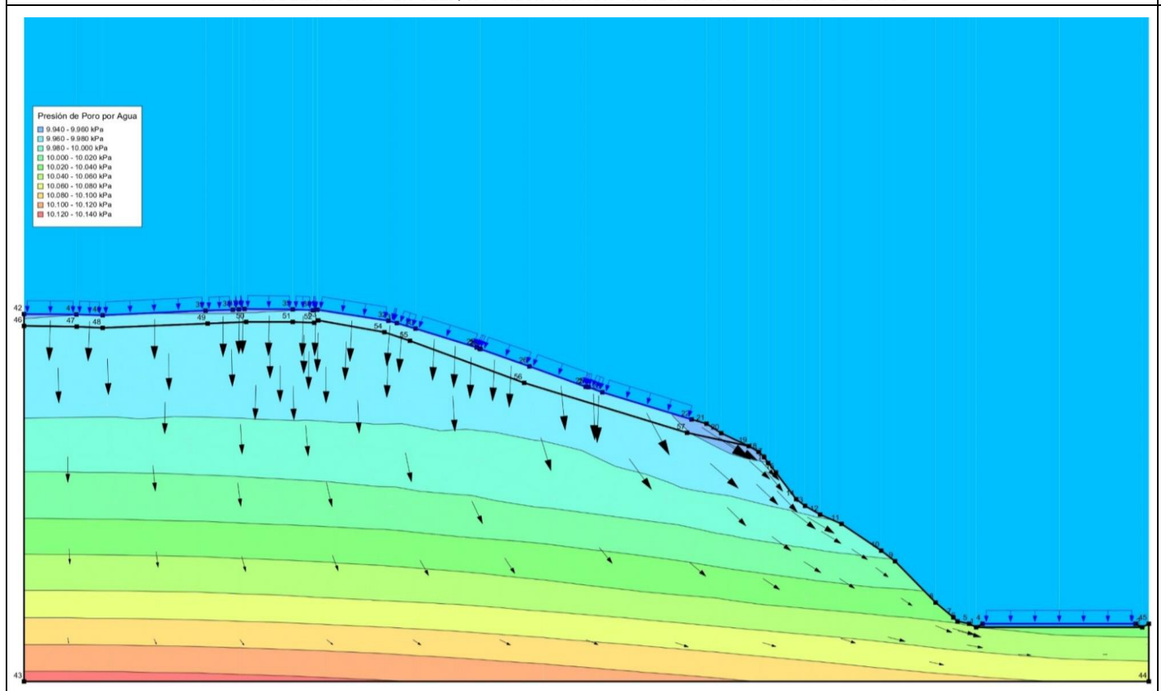
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 10

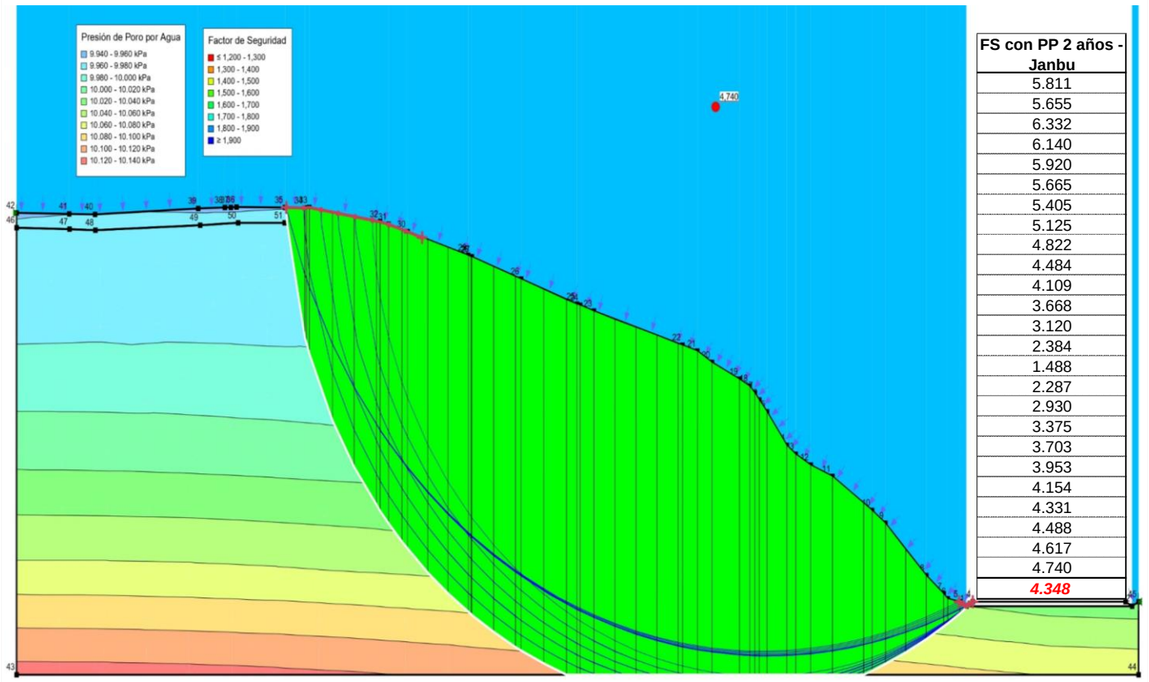
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	2	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE JANBU - TALUD 2 - S3

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

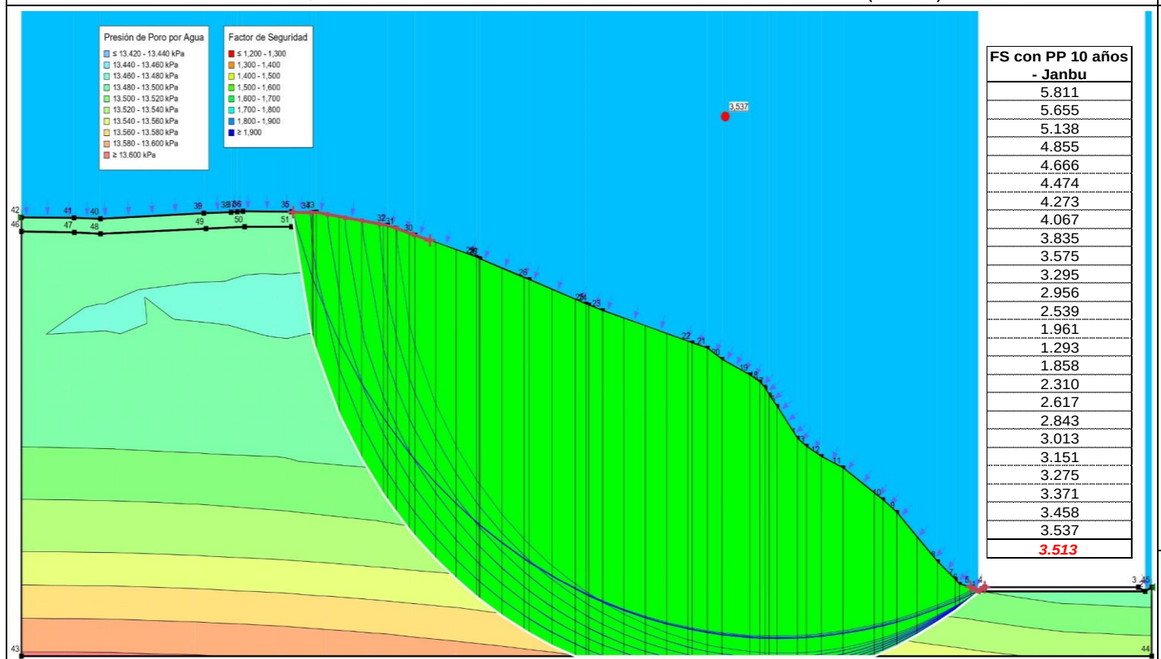


MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



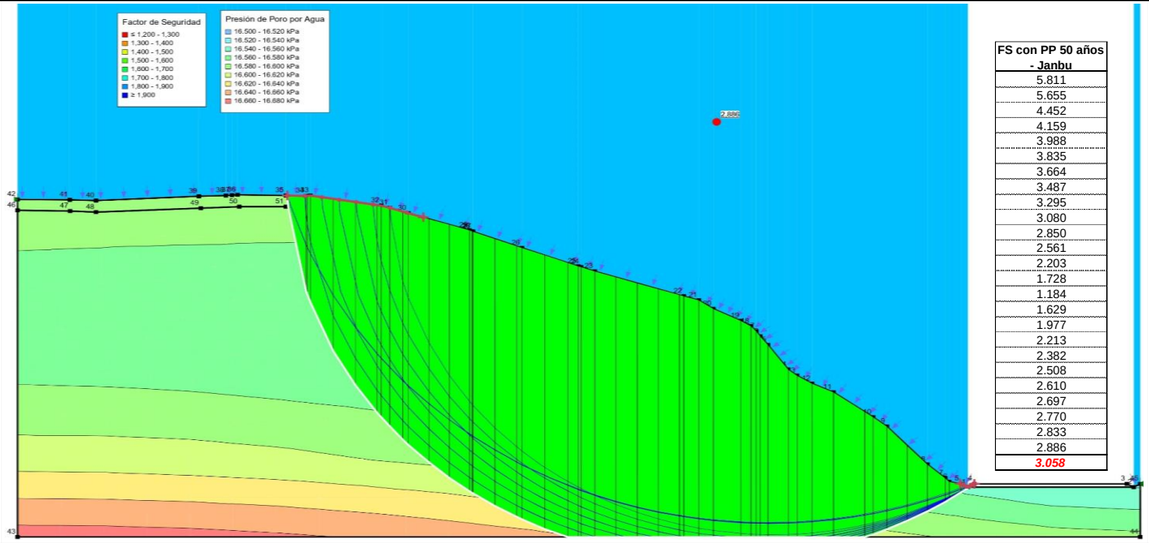
FS con PP 2 años - Janbu
5.811
5.655
6.332
6.140
5.920
5.665
5.405
5.125
4.822
4.484
4.109
3.668
3.120
2.384
1.488
2.287
2.930
3.375
3.703
3.953
4.154
4.331
4.488
4.617
4.740
4.348

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Janbu
5.811
5.655
5.138
4.855
4.666
4.474
4.273
4.067
3.835
3.575
3.295
2.956
2.539
1.961
1.293
1.858
2.310
2.617
2.843
3.013
3.151
3.275
3.371
3.458
3.537
3.513

MODELAMIENTO SLOPE/W JANBU - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Janbu
5.811
5.655
4.452
4.159
3.988
3.835
3.664
3.487
3.295
3.080
2.850
2.561
2.203
1.728
1.184
1.629
1.977
2.213
2.382
2.508
2.610
2.697
2.770
2.833
2.886
3.058

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

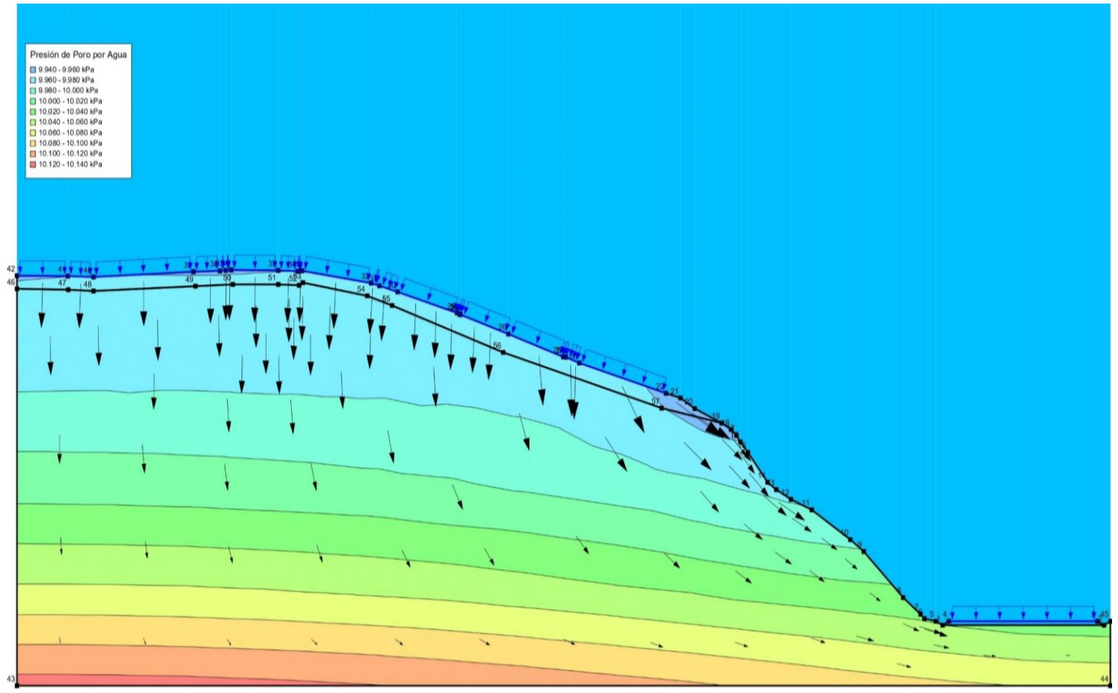
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

LAMINA N ° 11

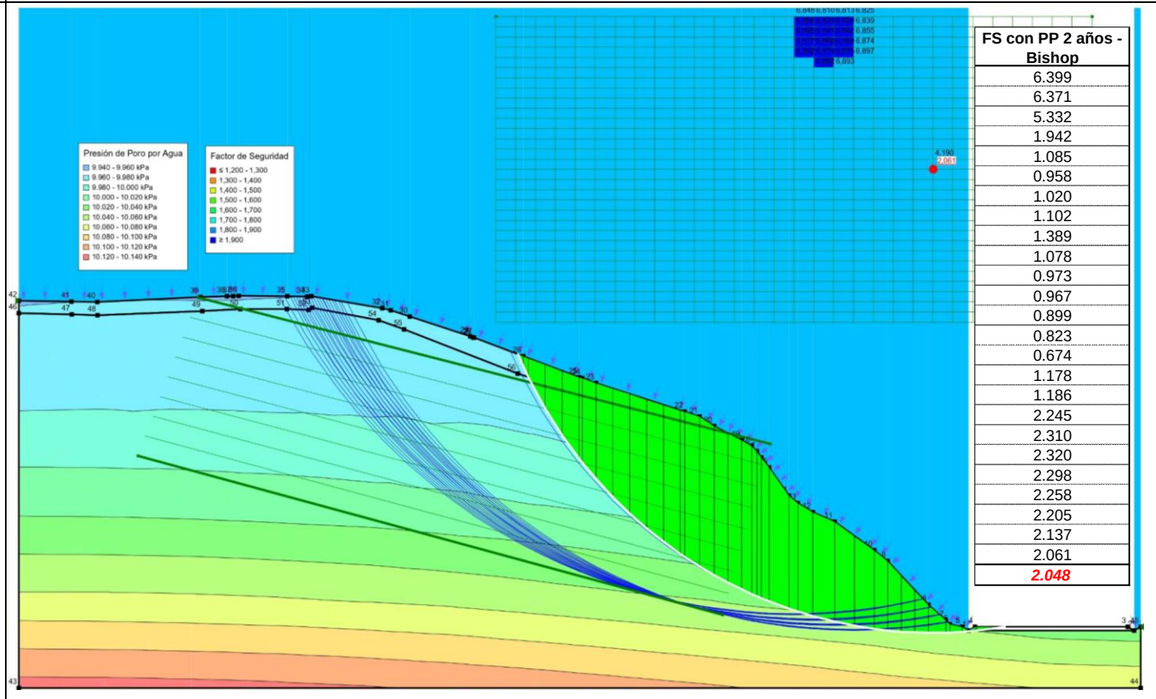
Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	3	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANÁLISIS ESTABILIDAD - MÉTODO DE BISHOP - TALUD 2 - S3

MODELAMOENTO EN SEEP/W -PRECIPITACIÓN -INFILTRACIÓN - PRECIÓN DE POROS

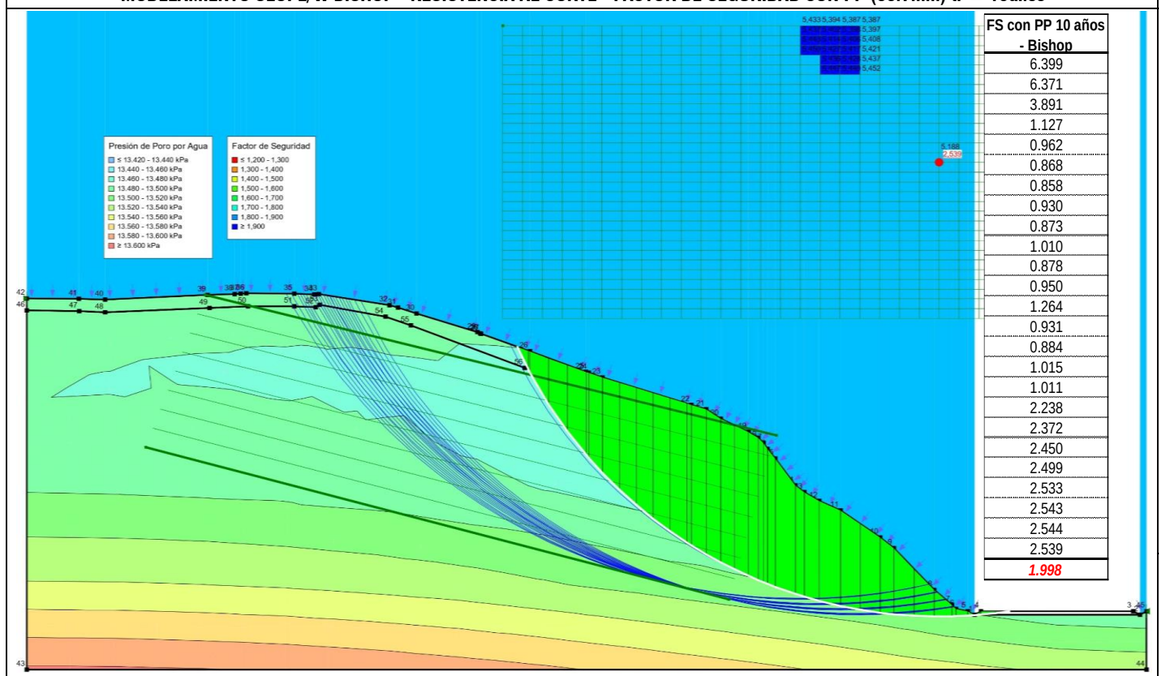


MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (49.5mm) tr = 2años



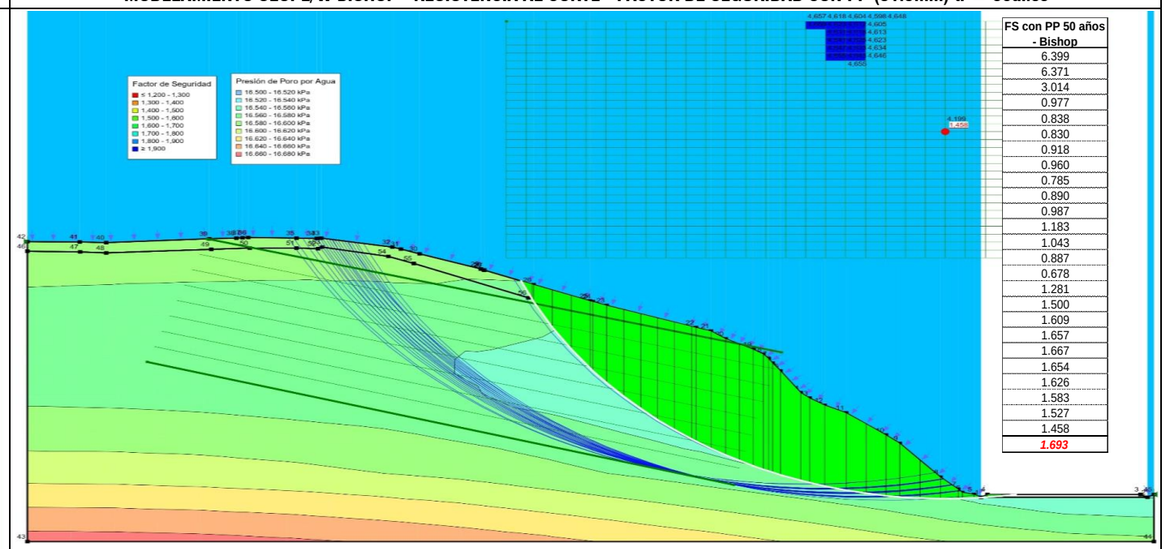
FS con PP 2 años - Bishop
6.399
6.371
5.332
1.942
1.085
0.958
1.020
1.102
1.389
1.078
0.973
0.967
0.899
0.823
0.674
1.178
1.186
2.245
2.310
2.320
2.298
2.258
2.205
2.137
2.061
2.048

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (66.7mm) tr = 10años



FS con PP 10 años - Bishop
6.399
6.371
3.891
1.127
0.962
0.868
0.858
0.930
0.873
1.010
0.878
0.950
1.264
0.931
0.884
1.015
1.011
2.238
2.372
2.450
2.499
2.533
2.543
2.544
2.539
1.998

MODELAMIENTO SLOPE/W BISHOP - RESISTENCIA AL CORTE - FACTOR DE SEGURIDAD CON PP (81.9mm) tr = 50años



FS con PP 50 años - Bishop
6.399
6.371
3.014
0.977
0.838
0.830
0.918
0.960
0.785
0.890
0.987
1.183
1.043
0.887
0.678
1.281
1.500
1.609
1.657
1.667
1.654
1.626
1.583
1.527
1.458
1.693

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

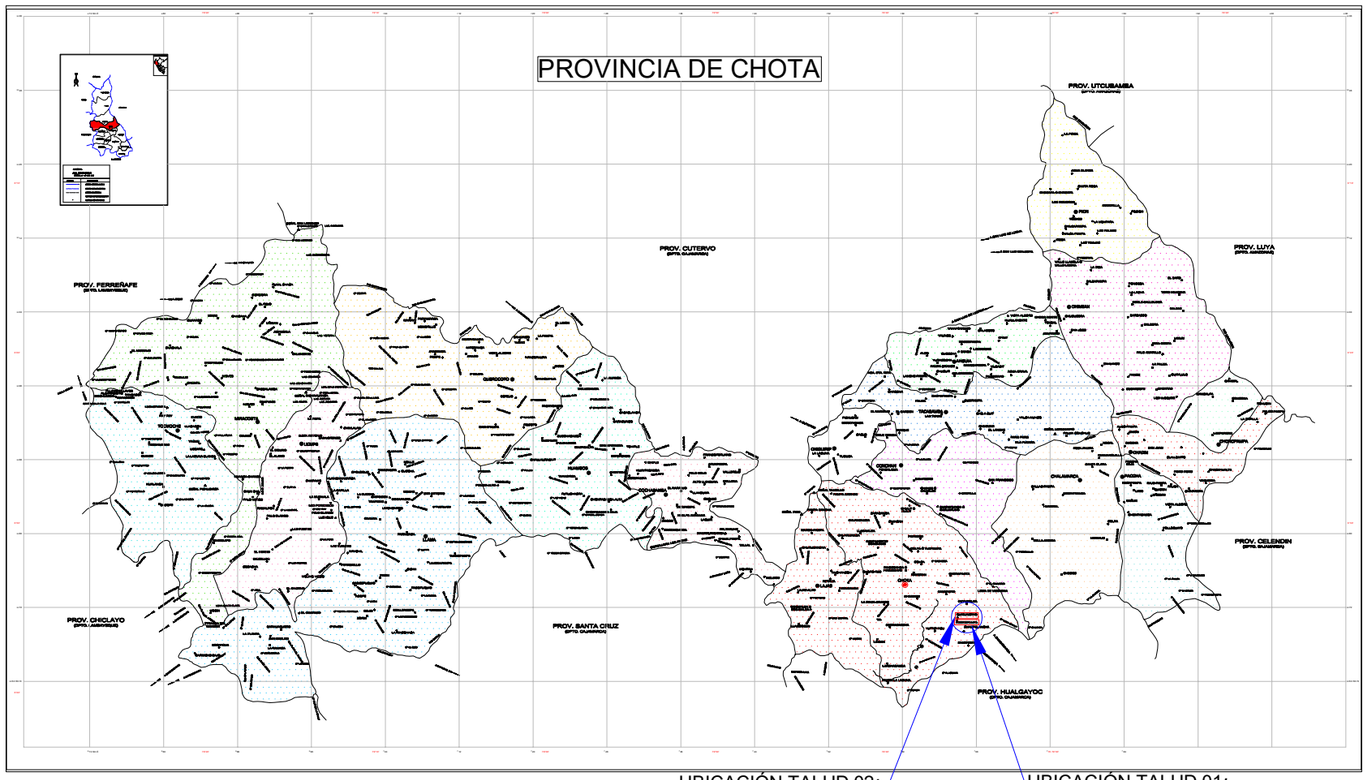
Tesis: EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA-SAMANGAY, 2025

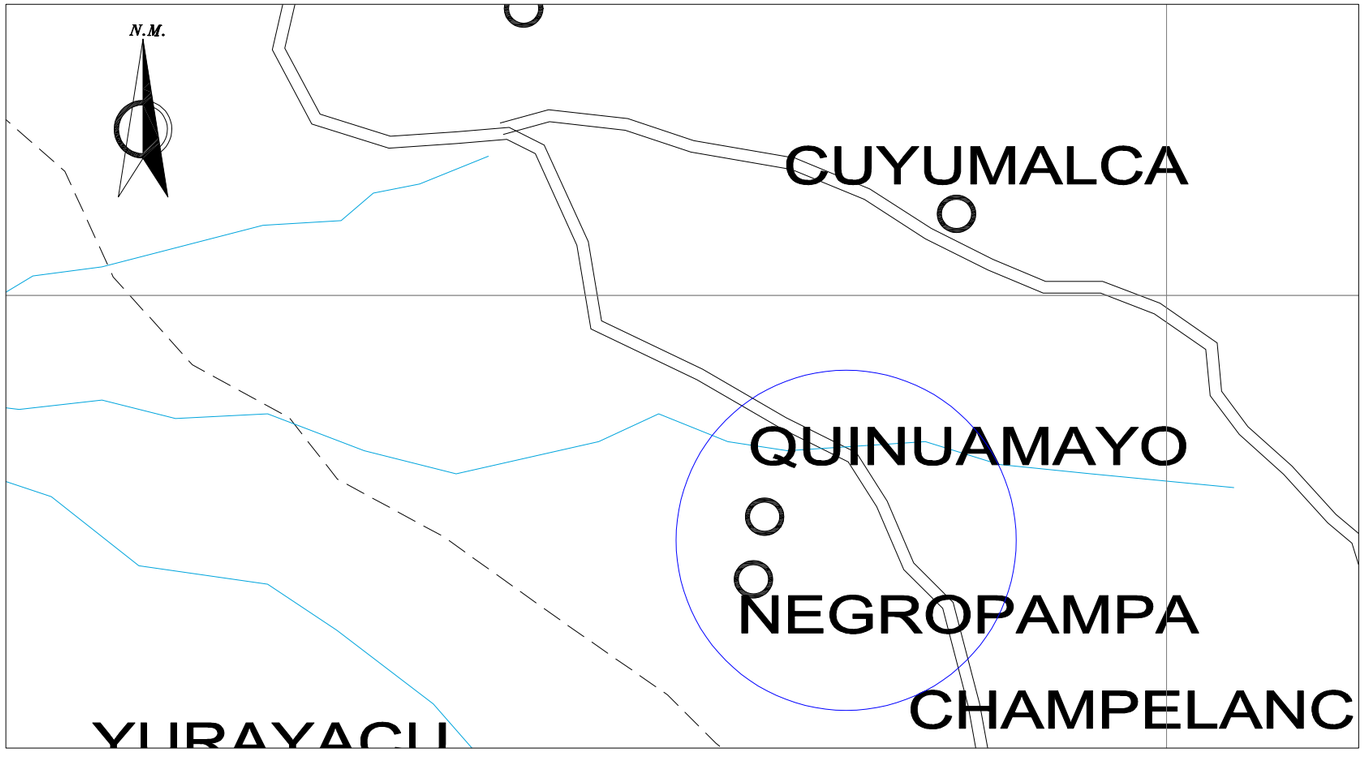
LAMINA N ° 12

Tesistas:	Wilder Cubas Bustamante, Anibal Ruiz Mejia				TALUD:	2	SECCIÓN:	3	
DEPAT.	CAJAMARCA	**DISTRITO**	CHOTA	**PROVINCIA**	CHOTA	**ESCALA:**	1/75		

ANEXO J

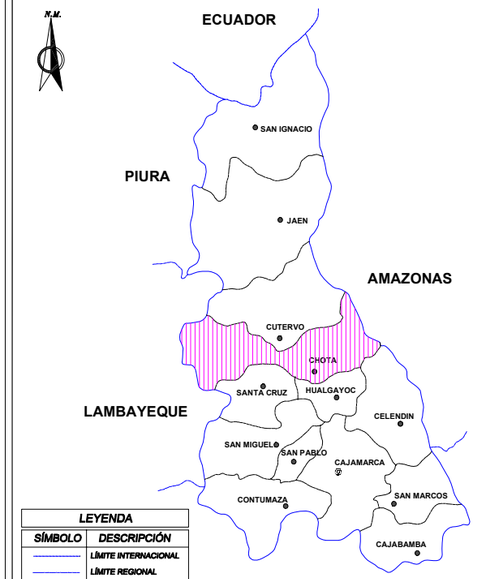
Planos





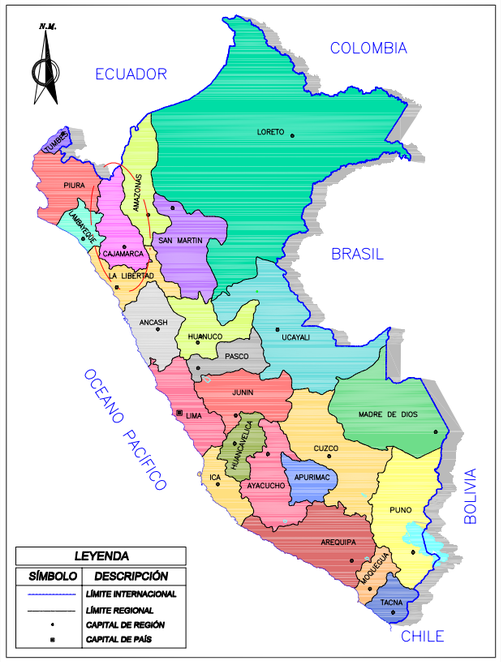
Esc. 1:100

MAPA REGIONAL DE CAJAMARCA



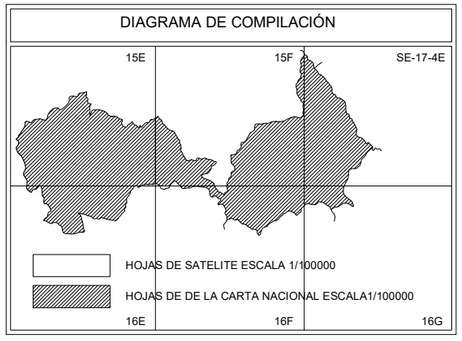
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE INTERNACIONAL
	LÍMITE REGIONAL
	LÍMITE PROVINCIAL
	CAPITAL DE REGIÓN
	CAPITAL DE PROVINCIA

MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE INTERNACIONAL
	LÍMITE REGIONAL
	CAPITAL DE REGIÓN
	CAPITAL DE PAÍS

DIAGRAMA DE COMPILACIÓN



GEOPLANOS

TIPO DE DOCUMENTO	DPTO. CAJAMARCA
MAPA	PROV. CHOTA
ESCALA: 1/200	
FECHA: ENERO DEL 2025	

LEYENDA

CAPITAL PROVINCIAL	◉
CAPITAL DISTRITAL	●
CENTRO POBLADO	•
LÍMITE PROVINCIAL	——
LÍMITE DISTRITAL	——
CARRETERA AFIRMADA	═══

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESIS: "EVALUCIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA SAMANGAY-2025"

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:
CAJAMARCA	CHOTA	CHOTA	NEGROPAMPA-QUINUAMAYO

PLANO: **UBICACIÓN**

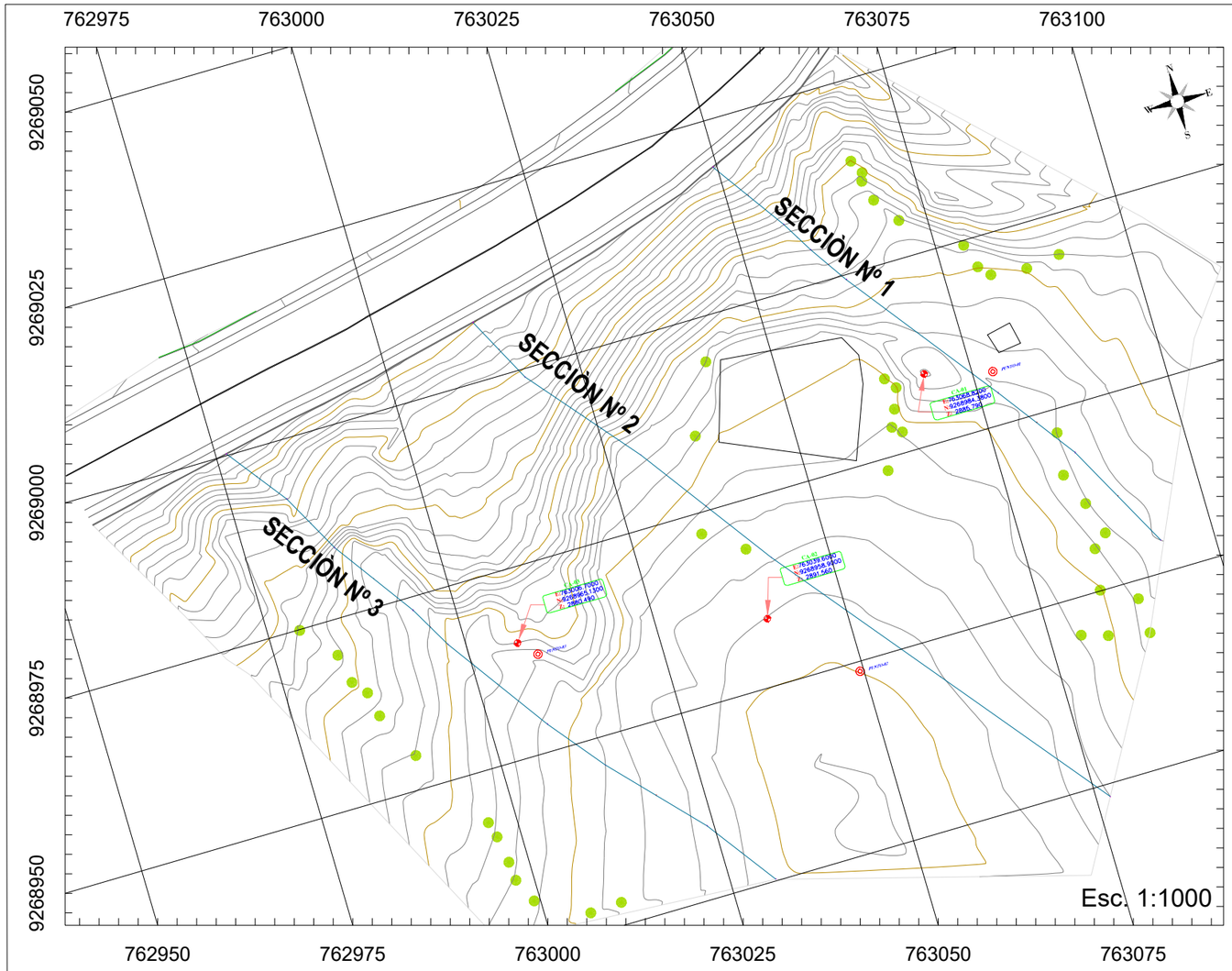
PLANO Nº **U-1**

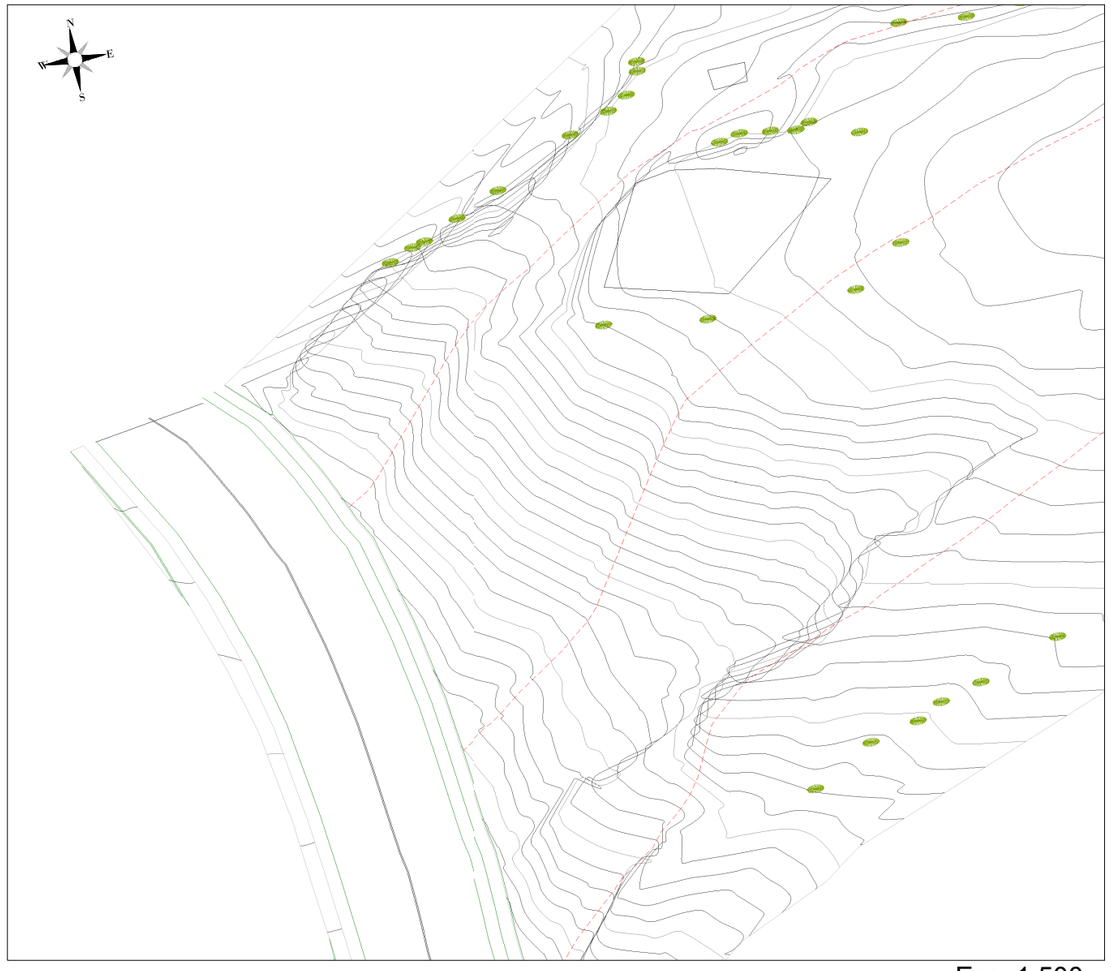
TESISTAS: ANIBAL RUIZ MEJIA

WILDER CUBAS BUSTAMANTE

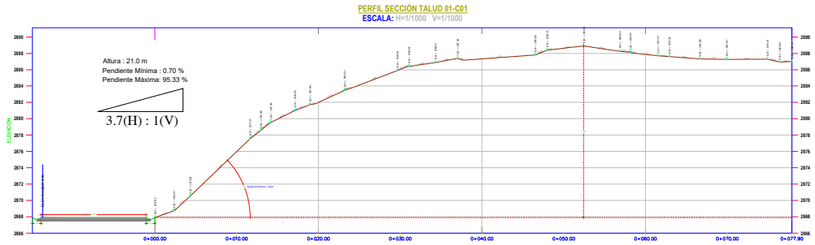
FECHA: ABRIL 2025

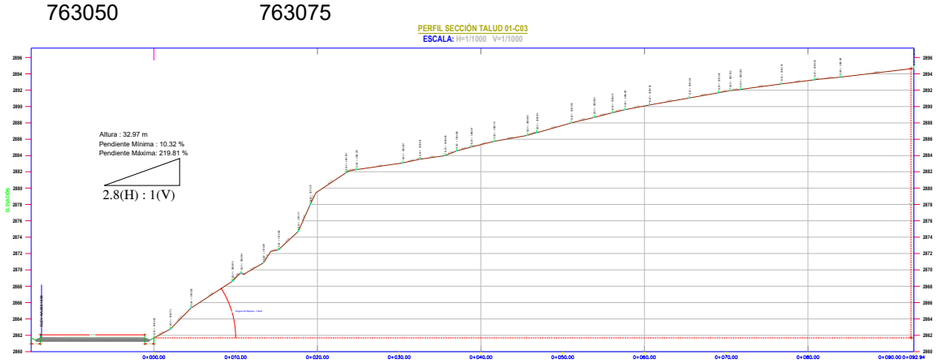
ESCALA: INDICADA

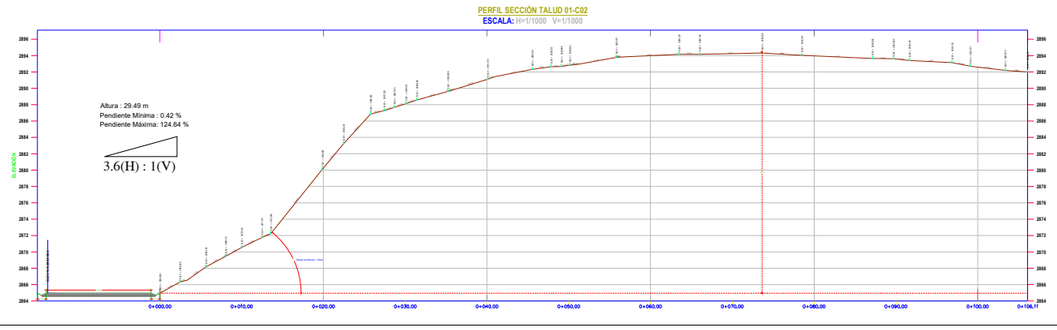




Esc. 1:750







UBICACIÓN CALICATAS

CA-01	E: 763068.82	N: 9268984.34	Z: 2885.79
CA-02	E: 763039.6	N: 9268958.9	Z: 2891.56
CA-03	E: 763006.7	N: 9268965.34	Z: 2880.49

UBICACIÓN INFILTRACIÓN

PT-01	E: 763077.7	N: 9268982.1	Z: 2890.3
PT-02	E: 763049.5	N: 9268948.7	Z: 2905.1
PT-03	E: 763008.9	N: 9268964.1	Z: 2892.5

LEYENDA

- UBICACIÓN CALICATAS
- ARBOLES
- CURVA NIVEL MAYOR
- CURVA NIVEL MENOR
- LÍMITE SUPERFICIE
- CARRETERA ASFALTADA
- CASA
- PUNTO INFILTRACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA SAMANGAY-2025"

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:
CAJAMARCA	CHOTA	CHOTA	NEGROPAMPA-QUINUAMAYO

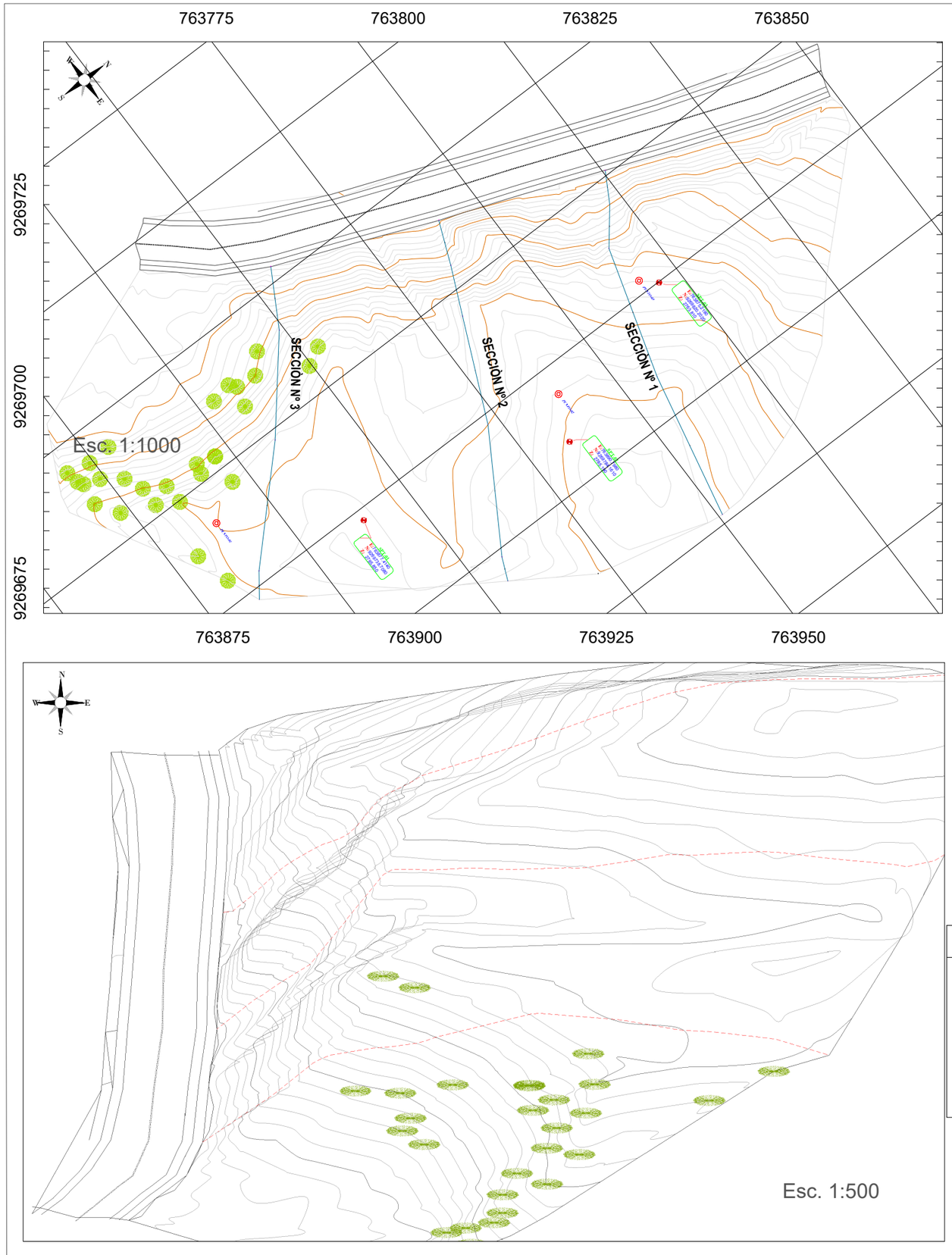
PLANO: **UBICACIÓN-TALUD 01**

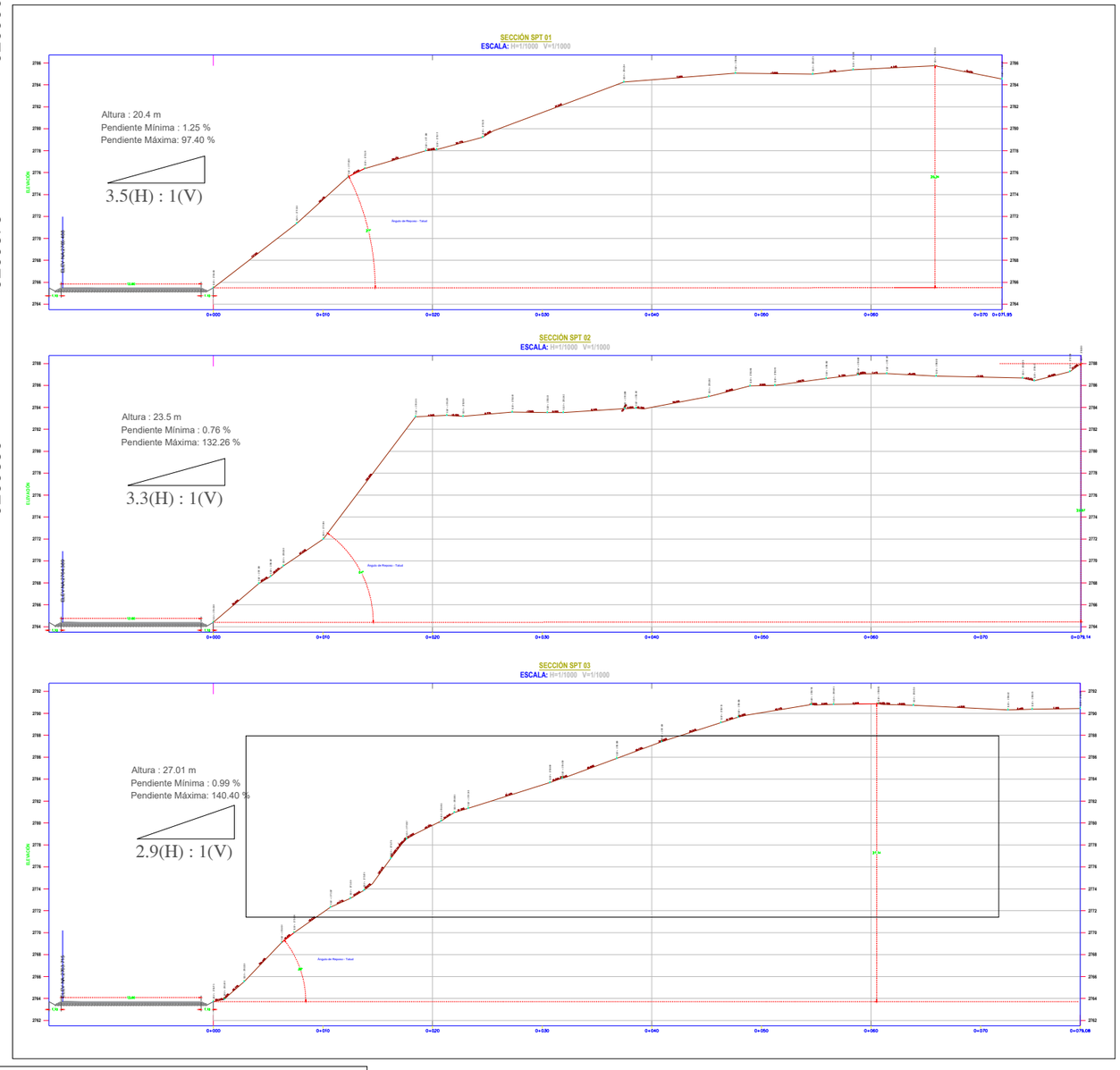
PLANO Nº **U-2**

TESISTAS: ANIBAL RUIZ MEJIA

WILDER CUBAS BUSTAMANTE

FECHA:	ESCALA:
ABRIL 2026	INDICADA





Esc. 1:500

LEYENDA

- UBICACIÓN SPT
- ARBOLES
- CURVA NIVEL MAYOR
- CURVA NIVEL MENOR
- LÍMITE SUPERFICIE
- CARRETERA ASFALTADA
- CASA
- PUNTO INFILTRACIÓN

UBICACIÓN INFILTRACIÓN

PT-01	E: 763858.7	N: 9269713.1	Z: 2797.1
PT-02	E: 763881.8	N: 9269788.2	Z: 2777.9
PT-03	E: 763872.2	N: 9269817.03	Z: 2887.2

UBICACIÓN SPT

SPT-01	E: 763877.41	N: 9269738.71	Z: 2795.85
SPT-02	E: 763890.8	N: 9269784.2	Z: 2785.19
SPT-03	E: 763875.2	N: 9269820.20	Z: 2763.81

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CHOTA SAMANGAY-2025"

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:
CAJAMARCA	CHOTA	CHOTA	NEGROPAMPA-QUINUAMAYO

PLANO: **UBICACIÓN-TALUD 02**

PLANO Nº **U-3**

TESISTAS: ANIBAL RUIZ MEJIA

WILDER CUBAS BUSTAMANTE

FECHA: ABRIL 2026

ESCALA: INDICADA