

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los
suelos para zapatas aisladas combinando cloruro de calcio y
cemento, Choropampa, Chota, 2025.”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil

Línea de investigación:

Estudio de propiedades geotécnicas y comportamiento de suelos

Autor(es):

Bach. César Yair Cruzado Tapia

Bach. Yerson Asencio Silva Vásquez

Asesor:

MSc. Ing. Carlos Tapia Cabrera

Chota – Perú

2026



Colpa Matara, 21 de enero del 2026.

C.O. N° 01-2026-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: **“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA y YERSON ASECIO SILVA VÁSQUEZ**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 19% 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. N° 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

César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vás...

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COM...

-  Informe Final de Tesis
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2026
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3462139323

Fecha de entrega

21 ene 2026, 4:48 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 ene 2026, 4:58 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_PRESENTAR_tnt.pdf

Tamaño del archivo

5.0 MB

146 páginas

30.595 palabras

146.945 caracteres



Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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




19% 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

- 19%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)


Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
8 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.


Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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

Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

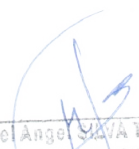
Fuentes principales

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

1	Internet	hdl.handle.net	3%
2	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
3	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	1%
4	Internet	repositorio.utea.edu.pe	1%
5	Internet	alicia.concytec.gob.pe	1%
6	Internet	vsip.info	<1%
7	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
8	Internet	repository.usta.edu.co	<1%
9	Internet	es.slideshare.net	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
11	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%

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

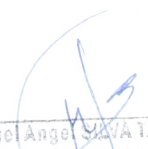
12	Internet	dspace.unila.edu.br	<1%
13	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
14	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
15	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
18	Internet	revistas.uss.edu.pe	<1%
19	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
20	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
21	Internet	oa.upm.es	<1%
22	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
23	Internet	repository.uhn.ru.nl	<1%
24	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%



Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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

26	Internet	qdoc.tips	<1%
27	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
28	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
29	Internet	docplayer.es	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
31	Publicación	Toufik Batouche, Abdelhak Tabet, Oussama Zerzour, Riheb Hadji, Ali Ahmed Beny...	<1%
32	Internet	www.fceia.unr.edu.ar	<1%
33	Internet	docs.google.com	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
35	Internet	www.coursehero.com	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	<1%
37	Internet	repositorio.uta.edu.ec	<1%
38	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
39	Trabajos del estudiante	Similitud UNAT	<1%


Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Director de la unidad de
investigación FCI-UNACH

40	Internet	c3ingenieriaspecializada.com.pe	<1%
41	Publicación	CONSULTORIA CARRANZA E.I.R.L.. "PMA del Proyecto de Construcción y Funciona...	<1%
42	Internet	digital.library.unt.edu	<1%
43	Internet	repositorio.umsa.bo	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica De Cuenca	<1%
45	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%
46	Trabajos del estudiante	Instituto Tecnológico del Putumayo	<1%
47	Internet	repositorio.uprit.edu.pe	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
49	Internet	abjournals.org	<1%
50	Internet	dspace.unach.edu.ec	<1%
51	Internet	files01.core.ac.uk	<1%
52	Internet	repositorio.unac.edu.pe	<1%
53	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%



Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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

54	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
55	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
56	Internet	www.slideshare.net	<1%
57	Trabajos del estudiante	Escuela Politecnica Nacional	<1%
58	Internet	www.semanticscholar.org	<1%
59	Publicación	GALVEZ BONIFACIO HILARIO FELIX. "EIA del Proyecto Mejoramiento del Sistema ...	<1%
60	Publicación	Terence E. Fitzgerald, James O. Prochaska. "Nonprogressing profiles in smoking c...	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
62	Trabajos del estudiante	Universidad San Francisco de Quito	<1%
63	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	<1%
64	Trabajos del estudiante	University College London	<1%
65	Internet	dspace.espace.edu.ec	<1%
66	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
67	Internet	repositorio.ulvr.edu.ec	<1%

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

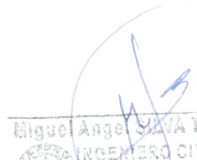
Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Director de la unidad de
investigación FCI-UNACH

68	Internet	repositorio.utp.edu.pe	<1%
69	Trabajos del estudiante	ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	<1%
70	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional SEK	<1%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC	<1%
73	Internet	doku.pub	<1%
74	Trabajos del estudiante	uni	<1%
75	Internet	upc.aws.openrepository.com	<1%
76	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	<1%
77	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
78	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
79	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
80	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
81	Internet	www.scribd.com	<1%

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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

82	Publicación	Aroste Villa, Jorge Luis. "Impregnación de agregados reciclados con cemento IP y ..."	<1%
83	Publicación	Chambi Carita, Jasmani Juvin. "Percepciones de retroalimentación y evaluación fo..."	<1%
84	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE	<1%
85	Trabajos del estudiante	University of New South Wales	<1%
86	Internet	patents.google.com	<1%
87	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	<1%
88	Internet	repositorio.uniscjsa.edu.pe	<1%
89	Internet	repositorio.upecen.edu.pe	<1%
90	Internet	www.buenastareas.com	<1%
91	Internet	www.bv.transports.gouv.qc.ca	<1%
92	Internet	www.dipc.as.es	<1%



Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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



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 02:00 p.m. del día 22 de abril, reunidos en la sala de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por los bachilleres: **César Yair Cruzado Tapia y Yerson Asencio Silva Vásquez**, denominada: **"Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas combinando cloruro de calcio y cemento, Choropampa, Chota, 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 coordinador 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, 22 de abril del 2026.

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE

Dr. Edwar Cieza Sánchez
SECRETARIO

Dr. Luis Fernando Romero Chuquilin
VOCAL

M. Sc. Carlos Tapia Cabrera
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

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: **“Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas combinando cloruro de calcio y cemento, Choropampa, Chota, 2025”** presentado por los bachilleres: **César Yair Cruzado Tapia** y **Yerson Asencio Silva Vásquez**, sustentada el día 22 de abril del 2026, según Resolución N°079-2026-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 05 de mayo de 2026.

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE

Dr. Edwar Cieza Sánchez
SECRETARIO

Dr. Luis Fernando Romero Chuquilin
VOCAL

M. Sc. Carlos Tapia Cabrera
ASESOR

DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación a todas las personas que han sido pilares en nuestro recorrido y nos han ofrecido su apoyo de manera incondicional:

YERSON:

A mis padres, María Teresa Vásquez Ruíz y Filemón Ramos Rodríguez, por ser ejemplo de fortaleza, por su sabiduría, amor, sacrificio incondicional y constante apoyo en cada paso de mi vida. Gracias por enseñarme, con esfuerzo diario, el verdadero valor del trabajo y la perseverancia.

Con profundo amor y gratitud, a ambos les dedico este logro que también es suyo.

CESAR:

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Luz Angélica Tapia Ochoa y José Alindor Carranza Carranza, por su apoyo incondicional y ser el pilar fundamental en mi vida, por inculcarme con valores. Su ejemplo de dedicación y sacrificio ha sido mi mayor inspiración a lo largo de este camino.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento; en primer lugar, a Dios por concedernos los conocimientos y fortaleza para llevar a cabo esta investigación. Su guía y protección fueron fundamentales en cada etapa de este proceso.

De manera especial agradecemos al Msc. Ing. Carlos Tapia Cabrera, por su orientación, dedicación y compromiso durante la asesoría de este trabajo de investigación. Su conocimiento fue clave para el desarrollo exitoso de esta investigación.

También queremos manifestar nuestra gratitud a la población del distrito de Choropampa por permitirnos realizar estudios en su jurisdicción. Agradecer también a todos aquellos que contribuyeron de alguna manera a este proyecto. Valoramos profundamente cada gesto de apoyo recibido.

Asimismo, extendemos este agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Chota, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería representada por el Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez, y a los docentes de dicha facultad, por brindarnos la oportunidad de realizar esta investigación y darnos el respaldo académico recibido a lo largo de nuestra formación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ABSTRAC	XXIII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	24
1.1. Planteamiento del problema.....	24
1.2. Formulación de problema	29
1.2.1. Problema general.....	29
1.2.2. Problemas específicos	29
1.3. Justificación	29
1.3.1. Justificación teórica.....	29
1.3.2. Justificación metodológica	30
1.3.3. Justificación técnica	30
1.3.4. Justificación económica	31
1.4. Objetivos	31
1.4.1. Objetivo general	31
1.4.2. Objetivos específicos	32
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. Antecedentes	33
2.1.1. Internacionales	33
2.1.2. Nacionales.....	37

2.1.3. Regionales	40
2.1.4. Locales	41
2.2. Bases teórico – científicas	43
2.2.1. Teoría de la capacidad portante según Terzaghi.....	43
2.2.2. Teoría de falla de Mohr-Coulomb	47
2.2.3. La Teoría de Terzaghi – Consolidación Unidimensional	48
2.3. Marco conceptual	50
2.3.1. Suelo	50
2.3.2. Caracterización física y mecánica del suelo	51
2.3.3. Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos con cloruro de calcio y cemento	54
2.3.4. Cimentaciones superficiales	55
2.3.5. Consolidación	56
2.4. Hipótesis	60
2.4.1. Hipótesis general	60
2.4.2. Hipótesis específicas	60
2.5. Operacionalización de variables	61
2.5.1. Variable independiente: Combinación de cloruro de calcio y cemento	61
2.5.2. Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas	62
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	64
3.1. Tipo y nivel de investigación	64

3.2.	Diseño de investigación	65
3.3.	Métodos de investigación	67
3.4.	Población, muestra y muestreo	67
3.4.1.	<i>Población</i>	67
3.4.2.	<i>Muestra</i>	68
3.4.3.	<i>Muestreo</i>	69
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
3.5.1.	<i>Técnicas</i>	71
3.5.2.	<i>Instrumentos</i>	71
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	72
3.6.1.	<i>Procesamiento de datos</i>	72
3.7.	Aspectos éticos	74
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		75
4.1.	Descripción de resultados	75
4.1.2.	<i>Propiedades físicas, mecánicas y capacidad portante del suelo de cimentación alterado</i> 82	
4.1.3.	<i>Porcentaje de cloruro de calcio combinado con el 4% de cemento más adecuado para el mejoramiento de su capacidad portante</i>	131
4.1.4.	<i>Asentamiento del suelo de cimentación</i>	133
4.1.5.	<i>Costo de mejoramiento del suelo mediante cloruro de calcio y cemento</i>	135
4.1.6.	<i>Diseño y costo de zapata aislada</i>	137
4.2.	Discusión de resultados	149

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	157
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	160
<u>CAPÍTULO VII. ANEXOS.....</u>	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de capacidad de carga para las ecuaciones de Terzaghi, Los valores de N_y para ϕ de 0, 34 y 48° son valores originales de Terzaghi y se usaron para calcular K_{py} (Coeficiente de empuje pasivo)	46
Tabla 2. Clasificación SUCCS del suelo	53
Tabla 3. <i>Zapatas aisladas según su geometría</i>	56
Tabla 4. Operacionalización de variables	63
Tabla 5. Tipo y nivel de investigación	65
Tabla 6. <i>Puntos de muestro según la Norma Técnica Peruana E.050 suelos y cimentaciones</i>	69
Tabla 7. Número de muestras	70
Tabla 8 Contenido de Humedad del Suelo de Cimentación Natural	76
Tabla 9 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Natural	76
Tabla 10 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Natural	77
Tabla 11 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Natural	78
Tabla 12 Límites de Consistencia del Suelo de Cimentación Natural	78
Tabla 13 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Natural	79
Tabla 14 Clasificación del Suelo de Cimentación Natural	81
Tabla 15 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	82
Tabla 16 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	84
Tabla 17 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	85

Tabla 18 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	87
Tabla 19 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	88
Tabla 20 Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	90
Tabla 21 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	92
Tabla 22 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	93
Tabla 23 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	94
Tabla 24 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	95
Tabla 25 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	96
Tabla 26 Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	97
Tabla 27 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	98
Tabla 28 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	99
Tabla 29 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	100

Tabla 30 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	101
Tabla 31 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	102
Tabla 32 Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	103
Tabla 33 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	104
Tabla 34 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	105
Tabla 35 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	106
Tabla 36 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	107
Tabla 37 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	108
Tabla 38 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	109
Tabla 39 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	110
Tabla 40 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	111
Tabla 41 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	112

Tabla 42 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	113
Tabla 43 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	114
Tabla 44 Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	115
Tabla 45 Propiedades Mecánicas del Suelo de Cimentación.....	117
Tabla 46 Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C1 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	120
Tabla 47 Propiedades mecánicas del Suelo de Cimentación en la calicata C2 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	121
Tabla 48 Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C3 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	122
Tabla 49 Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C4 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	123
Tabla 50 Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C5 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	124
Tabla 51 Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C6 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento.....	125
Tabla 52 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación Natural	126
Tabla 53 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C1 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	128
Tabla 54 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C2 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	128

Tabla 55 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C3 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	129
Tabla 56 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C4 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	129
Tabla 57 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C5 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	130
Tabla 58 Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C6 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	130
Tabla 59 Consolidación Primaria del Suelo de Cimentación Natural	133
Tabla 60 Consolidación Primaria del Suelo de Cimentación Alterado	134
Tabla 61 Consolidación Unidimensional de Suelo de Cimentación Alterado.....	135
Tabla 62 Propiedades Físico Mecánicas y de Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Zona de Expansión del Distrito de Choropampa	139
Tabla 63 Prueba de Normalidad de las Propiedades Físico Mecánicas y de Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Zona de Expansión del Distrito de Choropampa	140
Tabla 64 Prueba t-student para el Límite Líquido del Suelo Natural	141
Tabla 65 Prueba t-student para el Índice de Plasticidad del Suelo Natural	141
Tabla 66 ANOVA de las Propiedades Físico Mecánicas del Suelo de Cimentación con Cloruro de Calcio	143
Tabla 67 Correlación de Pearson Calificación.....	144
Tabla 68 Correlación de Pearson de las Propiedades Físico Mecánicas del Suelo de Cimentación con Cloruro de Calcio.....	144
Tabla 69 Prueba t-student de Dos Muestras para Capacidad Portante en Cimentaciones Cuadradas del Suelo de Cimentación	146

Tabla 70 Prueba t-student de Dos Muestras para Capacidad Portante en Cimentaciones Circulares del Suelo de Cimentación	147
Tabla 71 Prueba t-student de Dos Muestras para Asentamiento del Suelo de Cimentación	147
Tabla 72 Cohesión del Suelo del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento	151
Tabla 73 Ángulo de Fricción del Suelo del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento	151
Tabla 74 Capacidad Portante del Suelo en Cimentaciones Cuadradas del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento	152
Tabla 75 Capacidad Portante del Suelo en Cimentaciones Circulares del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento	152
Tabla 76 <i>Descripción de anexos</i>	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital de la ciudad de Choropampa	26
Figura 2. Identificación de la calicata	27
Figura 3. Identificación de asentamientos en construcciones.....	27
Figura 4. Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua....	46
Figura 5. Esquema del depósito del suelo.....	49
Figura 6. Curva teórica de consolidación, Casagrande.....	58
Figura 7. Curva de deformación, Taylor.....	58
Figura 8. Curva teórica de consolidación para distintas condiciones de drenaje	59
Figura 9. Diseño de investigación aplicativo.....	66
Figura 10. Localidad de Choropampa.....	68
Figura 11. Sector de expansión urbano de la localidad de Choropampa.....	69
Figura 12 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Natural.....	77
Figura 13 Curva de Fluides del Suelo de Cimentación Natural	78
Figura 14 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Natural.....	81
Figura 15. Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de	83
Figura 16 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	84
Figura 17 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	86
Figura 18 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	87
Figura 19 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	89

Figura 20 Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	90
Figura 21 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	92
Figura 22 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	93
Figura 23 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	94
Figura 24 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	95
Figura 25 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	96
Figura 26 Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	97
Figura 27 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	98
Figura 28 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	99
Figura 29 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	100
Figura 30 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	101
Figura 31 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	102

Figura 32 Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	103
Figura 33 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	104
Figura 34 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	105
Figura 35 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	106
Figura 36 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	107
Figura 37 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	108
Figura 38 Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	109
Figura 39 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	111
Figura 40 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	112
Figura 41 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	113
Figura 42 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	114
Figura 43 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento.....	115

Figura 44 Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento	116
Figura 45 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación.....	118
Figura 46 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C1 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	120
Figura 47 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C2 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	121
Figura 48 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C3 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	122
Figura 49 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C4 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	123
Figura 50 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C5 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	124
Figura 51 Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C6 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento	125
Figura 52 Distribución Porcentual de Dosificaciones Efectivas en Calicatas	131
Figura 53 Aplicación de Distintas Dosis de Cloruro de Calcio Combinado con Cemento en Cimentaciones Cuadradas.....	132
Figura 54 <i>Aplicación de Distintas Dosis de Cloruro de Calcio Combinado con Cemento en Cimentaciones Circulares.....</i>	132
Figura 55 Comparación de Costos de Diseño de Zapata Aislada.....	137
Figura 56 Zona de Estudio del Distrito de Choropampa, Chota, Cajamarca.....	150
Figura 57 Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Cuadradas del Distrito de Choropampa	153

Figura 58 Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Circulares del Distrito de Choropampa 154

Figura 59 Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Cuadradas Combinando 8% de Cloruro de Calcio y 4% de cemento del Distrito de Choropampa..... 155

Figura 60 Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Circulares Combinando 8% de Cloruro de Calcio y 4% de cemento del Distrito de Choropampa..... 155

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ley de resistencia al esfuerzo cortante.....	43
Ecuación 2. Ecuación de Terzaghi para capacidad portante	44
Ecuación 3. Ecuación para capacidad portante (Cimentación corrida)	45
Ecuación 4. Ecuación para capacidad portante (Cimentación cuadrada)	45
Ecuación 5. Ecuación para capacidad portante (Cimentación circular).....	45
Ecuación 6. Ecuación para capacidad portante (Cimentación corrida)	45
Ecuación 7. Ecuación para capacidad portante (Cimentación cuadrada)	45
Ecuación 8. Ecuación para capacidad portante (Cimentación circular).....	45
Ecuación 9. Factor de capacidad de carga N_c	45
Ecuación 10. Factor de capacidad de carga N_q	45
Ecuación 11. Factor de capacidad de carga N_y	45
Ecuación 12. Critello de falla de Mohr Coulomb incluyendo saturación de suelo.....	47
Ecuación 13. Ecuación para calcular el asentamiento	49
Ecuación 14. Contenido de humedad del suelo	51
Ecuación 15. Peso específico del suelo.....	52
Ecuación 16. Ecuación para calcular el índice de compresión	57
Ecuación 17. Ecuación para calcular el índice de hinchamiento	57
Ecuación 18. Método de Casagrande	58
Ecuación 19. Método de Taylor.....	59
Ecuación 20. Tiempo de consolidación	60

RESUMEN

El análisis desarrollado en esta investigación sobre el Mejoramiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Suelos para Zapatas Aisladas Combinando Cloruro de Calcio y Cemento, Choropampa, Chota, 2025. Se planteó la siguiente hipótesis: La incorporación de cloruro de calcio y cemento mejora significativamente las propiedades físicas (límites de consistencia, gravedad específica), las propiedades mecánicas (densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna) y la capacidad portante del suelo de cimentación, optimizando su desempeño para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota, y como objetivo general: Evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas mediante la incorporación de cloruro de calcio y cemento en el sector de expansión de Choropampa, Chota, 2025; teniendo en cuenta que a una profundidad de 1.5 metros, el tipo de suelo predominante es de características blandas. La metodología empleada en este estudio se basó en un enfoque cuantitativo y correlacional. El estudio toma como población al suelo del distrito de Choropampa, seleccionando como muestra seis calicatas ubicadas dentro de un área de 2 hectáreas. En la clasificación del suelo se empleó el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS), permitiendo identificar el tipo de suelo según sus características granulométricas y límites de consistencia. Los resultados indicaron que las calicatas C1, C3, C5, C5 Y C6 se clasifican como arenas mal gradadas (SP), mientras que la calicata C2 son arenas bien gradadas (SW); la gravedad específica en la calicata C1 es de 2.34 siendo la menor, por su parte en la calicata C3 es de 2.85 siendo la mayor. Al agregar los aditivos cloruro de calcio y cemento sus propiedades físicas mejoran, pero no de manera significativa. La Cohesión tiende a reducir al agregar dichos aditivos, pero no afecta de manera global ya que el ángulo de fricción mejora de manera significativa, mientras que la capacidad portante mejora de manera significativa en rangos de 21.66% a 173.86% agregando la dosis más adecuada de mejoramiento que es el 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento.

Palabras clave: SUCS, Gravedad específica, Cohesión, Ángulo de fricción, Capacidad portante.

ABSTRAC

The research developed in this study, Improvement of the Physical and Mechanical Properties of Soils for Isolated Footings by Combining Calcium Chloride and Cement, Choropampa, Chota, 2025, was guided by the following hypothesis: The incorporation of calcium chloride and cement significantly enhances the physical properties (consistency limits, specific gravity), the mechanical properties (dry density, cohesion, and internal friction angle), and the bearing capacity of foundation soils, thereby optimizing their performance for isolated footings in the expansion sector of Choropampa, Chota. Accordingly, the general objective was to evaluate the improvement of the physical and mechanical properties of foundation soils for isolated footings through the incorporation of calcium chloride and cement in the expansion sector of Choropampa, Chota, 2025. It is important to note that at a depth of 1.5 meters, the predominant soil type exhibits soft characteristics. The methodology employed in this research followed a quantitative and correlational approach. The study considered the soils of Choropampa district as the population, from which six test pits were selected within a 2-hectare area. For soil classification, the Unified Soil Classification System (USCS) was applied, allowing for the identification of soil types based on grain-size distribution and consistency limits. The results showed that test pits C1, C3, C5, and C6 were classified as poorly graded sands (SP), while test pit C2 corresponded to well-graded sands (SW). Specific gravity ranged from 2.34 in test pit C1 (the lowest value) to 2.85 in test pit C3 (the highest). The addition of calcium chloride and cement improved the soils' physical properties, although not significantly. Cohesion tended to decrease with the addition of these admixtures; however, this was offset by a significant increase in the internal friction angle. Furthermore, bearing capacity improved substantially, ranging from 21.66% to 173.86%, when incorporating the optimal dosage of 8% calcium chloride and 4% cement.

Keywords: USCS, Specific gravity, Cohesion, Internal friction angle, Bearing capacity.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del problema

Alrededor del 56 % de la población mundial vive en ciudades, para el 2050 se espera que la población urbana se duplique con creces es por ello casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades (BANCO MUNDIAL, 2023). Por lo tanto, es visible el cambio constante del material de construcción en edificaciones y con el tiempo se necesitarán estudios especializados para mantener la seguridad con respecto a sus cimientos, estos están relacionados directamente con los suelos, con el aumento de la población aumenta la probabilidad de construir en suelos blandos, por ende los ingenieros se enfrentan al problema de construir edificaciones sobre este suelo que no posee una suficiente capacidad portante para soportar las cargas de una construcción. (Karthick y otros, 2019)

América latina ha experimentado una explosión urbana y como resultado de este hoy es la región más urbanizada del mundo. Se estima que su población es de 623 millones de habitantes de los cuales el 79,5% habita en las zonas urbanas. (CEPAL, 2017, citado por Montero & García, 2017), debido a esta expansión demográfica ha aumentado las construcciones informales y sin los estudios de suelos necesarios para una construcción de una edificación, mayormente en suelos inestables, aumentando el riesgo de sufrir daños por asentamientos. Como el suelo no tiene resistencia fija, los asentamientos son mayores a un cierto valor limite produciéndose grietas en la edificación. Por tanto, es necesario conocer las ecuaciones y principios para estimar estas deformaciones, dependiendo de cada lugar. (Rodríguez , 2020)

En el Perú según los censos 2007 y 2017, la población peruana tuvo un crecimiento, de 1,0 por ciento cada año en promedio. (Instituto Nacional de Estadística e Informática , 2017). En el Perú existe mucha construcción informal, según la Cámara Peruana de Construcción,

2023 afirma que aproximadamente el 80% de viviendas han sido construidas sin asistencia técnica, sin autorización municipal y, sin posibilidad de inscribirlas en los registros públicos. Esto obliga a aumentar construcciones en suelos con baja capacidad portante por ello se necesita mejorarlo para cumplir con el Reglamento Nacional de edificaciones (E.050 -Suelos y Cimentaciones).

Los suelos presentes en la región Cajamarca son mayormente provenientes de materiales residuales, suelos de origen aluvio coluvial, suelos de origen aluvial, suelos de origen fluvio glacial y lacustre. (Gobierno Regional de Cajamarca, 2011). Estos suelos mayormente se caracterizan por ser de tipo blandos, suelos con baja capacidad portante, obligando al sector de la construcción a mejorar sus propiedades para aumentar su resistencia a cargas generadas por edificaciones. La capacidad portante del suelo se puede mejorar con aditivos como la cal y el cemento mejorando la fuerza y durabilidad del suelo. (Braja M. D., 2015)

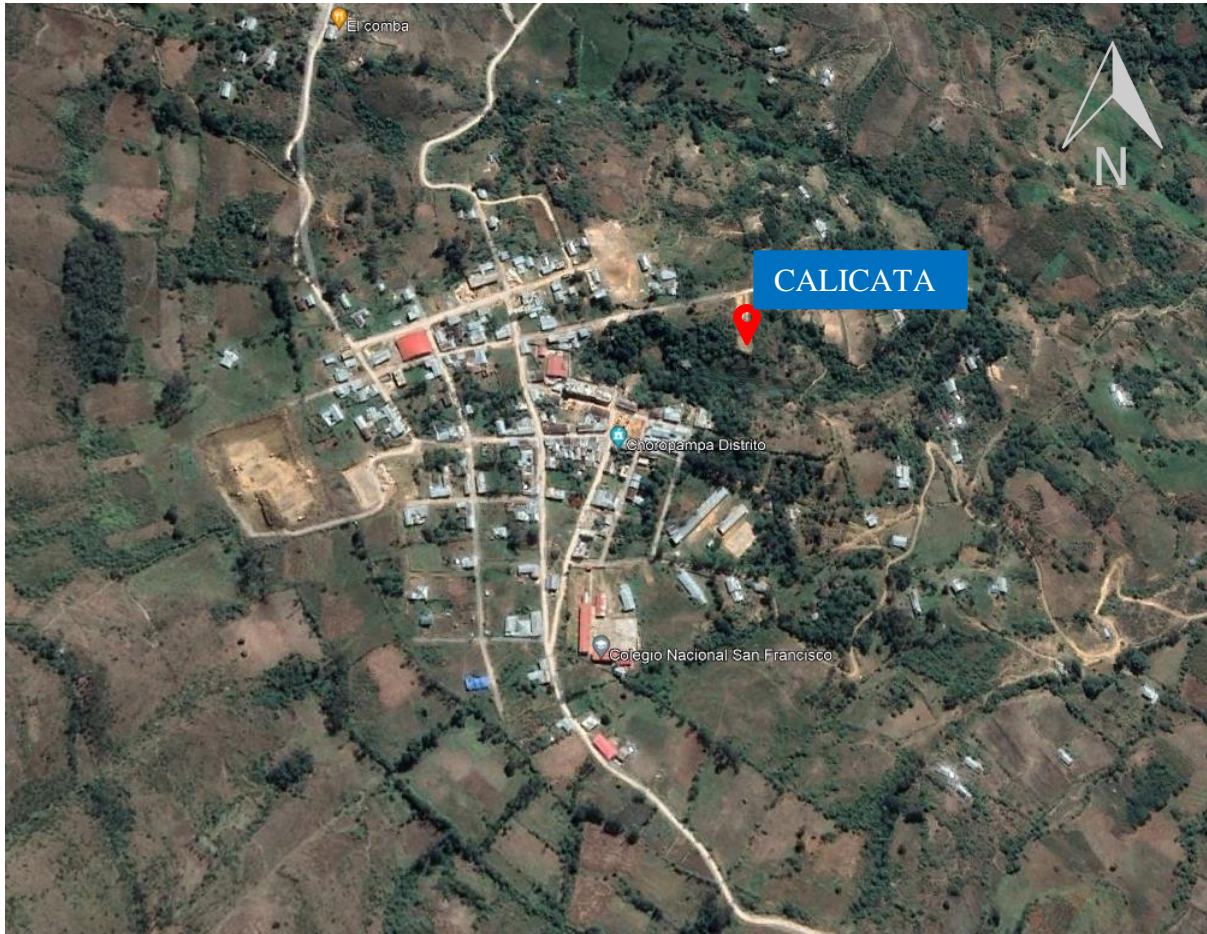
Los suelos de la provincia de Chota están constituidos mayormente por la formación geológica denominada Chota, compuesta por conglomerado pardo grisáceo en la parte occidental y areniscas rojizas en la parte oriental, intercaladas con areniscas tobáceas claras, verdes y violetas. (Reyes L., 1980, citado por Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 2022). Esta formación está constituida mayormente por suelos expansivos, caracterizados por los cambios apreciables en su volumen debido al aumento o disminución de humedad (Gallardo & Quintero, 2015).

En la ciudad de Choropampa aun no existen estudios de esta índole, pero se puede observar que cuenta mayormente con suelos arcillosos, dañinos para una construcción propensos a asentamientos por cargas de edificaciones, por ello se realizó una calicata de 1,5 de largo, 1,5 de ancho y 3 metros de profundidad para identificar los estratos observables y darse una idea del tipo de suelo existente en dicha ciudad, reconociendo por su color y textura la

presencia de arcillas y limos; estos suelos necesitaran un mejoramiento para realizar posibles construcciones en el lugar. La calicata tiene como coordenadas: Este: 786 447.78, Norte: 9 295 120.84, Zona: 17

Figura 1.

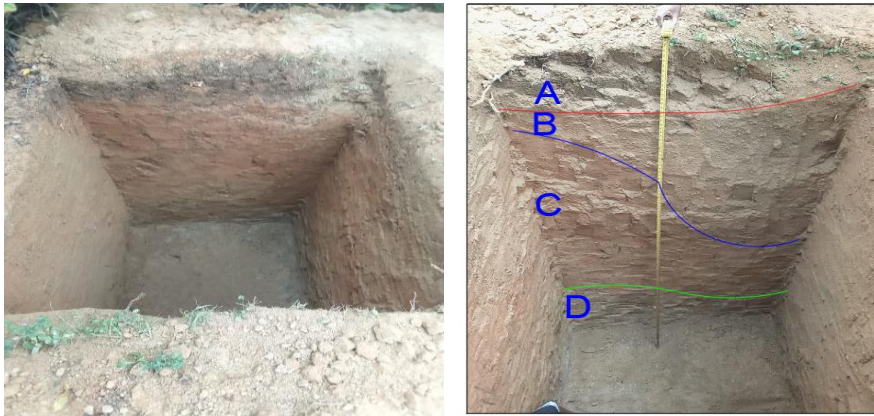
Vista satelital de la ciudad de Choropampa



Nota. Imagen satelital obtenida de Google Earth pro.

Figura 2.

Identificación de la calicata



Nota. Identificación de los estratos del suelo natural

En los últimos años según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2017), la ciudad de Choropampa evidencio un aumento en viviendas entre 2005 a 2017 pasando de 128 viviendas a 200 viviendas, la construcción de viviendas en suelos blandos y el cambio de material de construcción fue evidente, pasando de material rustico a material noble, generando una mayor carga en el suelo observándose rajaduras en algunas edificaciones; esto conlleva a pensar el suelo tiene baja capacidad portante. Por lo tanto, mejorar la capacidad portante permite tener construcciones seguras y mejor calidad de vida.

Figura 3.

Identificación de asentamientos en construcciones



Nota. Asentamiento en edificaciones Choropampa-Chota

Entre las principales causas que se ha identificado se tiene, las construcciones en suelos blandos, el cambio de material de construcción y la construcción sin supervisión técnica, pero las construcciones en suelos blandos afectan directamente a la estructura de la edificación, relacionándose con el suelo a través de la capacidad portante, por ello se propondrá una alternativa de mejoramiento de la misma utilizando la combinación de aditivos químicos de estabilización como el cloruro de calcio y el cemento que ayudan a aumentar la capacidad de soporte de la superficie a cimentar. Con este mejoramiento se enriquecerá las características físicas y mecánicas del suelo a cimentar contrario a los efectos negativos de la problemática.

Algunos de los efectos negativos que pueden traer ante esta problemática son; riesgo de que la estructura falle, asentamientos diferenciales en los cimientos, pérdidas de vidas humanas, pérdidas económicas y dificultad para construir nuevas edificaciones, no obstante los asentamientos diferenciales en los cimientos se ocasionan por la baja capacidad de soporte del suelo ante las cargas de la estructura causando el resto de efectos mencionados anteriormente, para ello se necesitan estudios de mecánica de suelos para realizar una estabilización adecuada basándose en las normativas técnicas, siendo una de las tantas alternativas para enfrentar este problema.

Frente a este problema se plantea esta investigación, que se realizará con la finalidad de evaluar la capacidad portante del suelo para cimentaciones, planteando una propuesta de mejoramiento, a través de la adición de cloruro de calcio y cemento incorporando métodos especificados en normas técnicas, pudiendo implementar una construcción más segura ante riesgos de asentamientos de las cimentaciones, puesto que la construcción informal está muy marcada en el Perú evidenciándose en los distritos más vulnerables como Choropampa, por lo cual es necesario enfrentar y corregir antes de un desastre.

1.2. Formulación de problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la incorporación de cloruro de calcio y cemento en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo natural de cimentación que permiten su clasificación en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en el sector de expansión de Choropampa, Chota?

¿Cómo influye la adición de cloruro de calcio (8%, 10% y 15%) combinado con 4% de cemento en las propiedades físicas, mecánicas y en la capacidad portante del suelo de cimentación para zapatas cuadradas y circulares?

¿Cuál es el porcentaje óptimo de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento que permite alcanzar el mayor mejoramiento en la capacidad portante del suelo de cimentación en el sector de expansión de Choropampa, Chota?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

Las propiedades físico y mecánicas del suelo permiten determinar el tipo de suelo en el que se proyectará una edificación, en ciertas ocasiones se presentan suelos de mala calidad por lo cual se requiere algún tipo de estabilización en específico; esta investigación contribuye con la determinación de dichas propiedades naturales y mejoradas, basándose en la teoría

de Terzaghi y en la teoría de falla de Mohr-coulomb, teniendo como propósito principal la mejora del suelo blando de la ciudad de Choropampa mediante la combinación de cloruro de calcio y cemento, aportando una propuesta para mejorar las propiedades físico-mecánicas de este tipo de suelo y disminuir el riesgo a asentamientos generados por el peso de la edificación, y la inestabilidad del suelo.

1.3.2. Justificación metodológica

Los suelos blandos necesitan ser mejorados, para ello se basará en métodos establecidos en el Manual MTC (2014), y el libro de fundamentos de ingeniería de cimentaciones Braja M, Das, se aplicarán distintas dosis de combinación de cloruro de calcio con cemento para evaluar cuál es la mejor opción de mejoramiento, los resultados que se obtendrán permitirán conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la ciudad de Choropampa y una manera óptima de mejorarlo. De tal manera que las personas ligadas al sector de la construcción tomen una mejor decisión al momento de diseñar y edificar, teniendo como consideración los lineamientos obtenidos en los resultados.

1.3.3. Justificación técnica

Esta investigación tiene el propósito de mejorar las principales características del suelo natural al momento de construir para cumplir con los lineamientos mínimos para cimentaciones superficiales del tipo zapatas aisladas según la norma técnica peruana E.050 suelos y cimentaciones, siendo estas las más comunes en la ciudad de Choropampa, proponiendo una técnica de mejoramiento. Usando los ensayos de la NTP 339.127 método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, NTP 339.128 método de ensayo para el análisis granulométrico, NTP 339.129 método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos y de la NTP 339.131 método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo;

estos ensayos se utilizarán para determinar las propiedades físicas del suelo y para determinar las propiedades mecánicas del suelo se usaran los ensayos de la NTP 339.171 método de ensayo estándar para el ensayo de corte directo de suelo bajo condiciones consolidadas drenadas y de la NTP 339.154 Método de ensayo normalizado para propiedades de consolidación unidimensional de suelos.

1.3.4. Justificación económica

El estudio del mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo a través de la combinación de cloruro de calcio y cemento permitirá al suelo blando aumentar considerablemente su capacidad de soporte para la construcción de cimentaciones superficiales del tipo zapatas aisladas en construcciones de viviendas por lo cual ya no se necesitara aumentar la profundidad de la cimentación si no un previo mejoramiento con cloruro de calcio, generando ahorro económico, energético y temporal al usuario ya que estos aditivos químicos son accesibles para la mayoría de personas y proyectistas dedicados al rubro de la construcción.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas mediante la incorporación de cloruro de calcio y cemento en el sector de expansión de Choropampa, Chota, 2025

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar las propiedades físicas del suelo natural de cimentación para clasificarlo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en el sector de expansión de Choropampa, Chota.

Analizar la influencia del cloruro de calcio (8%, 10% y 15%) combinado con 4% de cemento en las propiedades físicas, propiedades mecánicas y capacidad portante del suelo para cimentaciones cuadradas y circulares.

Identificar el porcentaje óptimo de cloruro de calcio combinado con cemento que permite el mayor mejoramiento en la capacidad portante del suelo de cimentación en el sector de expansión de Choropampa, Chota.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Yuan, y otros (2023) en el artículo científico “Improvement of expansive soil characteristics stabilized with sawdust ash, high calcium fly ash and cement” se adoptaron 70:30 por peso fijo basado en la plasticidad y resistencia de la mezcla de cenizas volantes con alto contenido de calcio y cenizas de aserrín al suelo expansivo a esta se adicionaron cemento portland de al 0,5% y 1% con el objetivo de “investigar lo efectos individuales y combinados de las cenizas de aserrín (SDA) y las cenizas volantes con alto contenido de calcio (HCFA) sobre las características geotécnicas del suelo expansivo (ES)” trabajando con el método aplicativo, realizada con revisión bibliográfica. Concluyeron que “Se encontró que la adición de 1% de cemento a una combinación de 10% de HCFA-SDA proporciona una mejora máxima en la resistencia de los ES, lo que ayudaría a maximizar el uso de HCFA-SDA para reducir las características de hinchamiento de los ES en el campo”.

Ganiyu & Kennedy en el artículo científico “Comparative Evaluati3n of Stabilized Soli Propieties Incorporating Bagasse ash with Cement vs Lime on Determination of best Additive Combinations” se recogieron muestras del suelo problemático y se trataron con proporciones variables (2,5-10% en peso seco) de ceniza de bagazo en combinaci3n con un contenido constante de cemento o cal del 8% con la finalidad de “investigar el uso de ceniza de bagazo de *Custus arabicus* L. como aditivo puzolánico para estabilizar suelos expansivos de algod3n negro junto con cemento y cal” ocupando el método aplicativo para la realizaci3n del proyecto, realizada con revisi3n bibliográfica, la investigaci3n concluyo: “En general, los compuestos a base de cal y cemento que incorporan ceniza de bagazo de

Custus arabicus L. mostraron potencial para modificar subrasantes expansivas y aumentar su capacidad estructural. El estudio estableció la viabilidad de utilizar residuos agroindustriales junto con estabilizadores convencionales para obras de mejoramiento de terrenos” (2024).

Indiramma y otros en el artículo científico “Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment – An experimental study” se mezcló el suelo expansivo con 4% y 8% de cal y a continuación se mezcla suelo expansivo con 10% Ceniza volante + 4% Cal y 10% Ceniza volante + 8% Cal con el objetivo de “llevar a cabo una investigación experimental para estudiar los efectos individuales y combinados de los aditivos, es decir, cal y cenizas volantes, sobre las características geotécnicas del suelo expansivo”. Concluyeron que la “Estructura floculada con huecos llenos de aditivos que dan como resultado una disminución de las características de plasticidad, el contenido de humedad óptimo y el índice diferencial de hinchamiento libre y un incremento en el peso unitario seco máximo, por lo tanto, la resistencia de los aditivos del suelo en comparación con el suelo solo”. (2020)

Abdelraheem y otros en el artículo científico “Lime addition chemical stabilization of expansive soil at Al-Kawamil city, Sohag region, Egypt” se adiciono 6% de cal al suelo con el fin de “utilizar un sistema de tratamiento para garantizar la estabilidad del suelo debajo de los cimientos de las estructuras” utilizando el método aplicativo; la investigación concluyo que “Los resultados de las pruebas mostraron la alta eficacia del uso de cal en el tratamiento del suelo de Al-Kawamil”. (2020)

Eddine DRISS y otros en el artículo científico “Effect of lime on the stabilization of an expansive clay soil in Algeria” Al suelo arcilloso se le añadió cal al 2, 4 y 6% para estudiar su efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo estudiado con el

objetivo de “estudiar el efecto del tiempo de curado sobre la resistencia del suelo” trabajando con el método aplicativo, realizada con revisión bibliográfica. Concluyeron que “Después del tratamiento con cal, el suelo estudiado se vuelve más fiable y más fácil de trabajar con una mayor resistencia a la compresión libre (UCS) debido a la floculación de la estructura del suelo y la producción de nuevos productos cementantes como CSH (hidratos de silicato de calcio) y CAH (calcio aluminatos hidratos)” (2023).

Conde en la tesis de grado: “Evaluación del mejoramiento de suelo residual blando con columnas de suelo-cemento-RCD para viabilizar el uso de cimentaciones superficiales” desarrollada con el objetivo general de: “Evaluar el mejoramiento de suelo residual blando con columnas de suelo-cemento-RCD para viabilizar el uso de cimentaciones superficiales en edificios de bajo porte, mediante ensayos de resistencia a la compresión simple” trabajando con el metodología de carácter experimental, cuantitativo, analítico, realizada con revisión bibliográfica y el recorrido de observación, con técnicas de fichado y registro de observación, con resultados la investigación concluyó: “La adición de 9% de cemento a las mezclas de suelo con RCD, contribuye a incrementar su resistencia a la compresión. El mayor valor se da con el SC + 100% RCD, es decir cuando ya no existe suelo en la mezcla. Por ese motivo fue mostrado que la mezcla de RCD y cemento compactadas son consideradas de mayor importancia para aplicación como columnas de refuerzo de suelo blando en fundaciones superficiales” (2022).

Chocontá en la tesis de grado: “Estabilización de un suelo arcilloso de la zona occidental sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semi-empíricos” desarrollada con el objetivo general de: “Evaluar la variación de la capacidad de carga para cimentaciones superficiales de un suelo arcillosos de la sabana de Bogotá, como función del contenido de cal hidratada, a partir de análisis

semi-empíricos y de elementos finitos” trabajando con el método analítico y cualitativo, realizada con revisión bibliográfica, con técnicas de fichado con resultados la investigación concluyó: “...la acción de cal hidratada reduce los pesos específicos del suelo arcilloso, aumentando tanto su resistencia no drenada al corte, como el módulo de elasticidad; por tanto, la cal hidratada es un material idóneo para poder realizar mejoras en los parámetros de resistencia del suelo, y mejorar la capacidad portante de un suelo arcilloso de alta plasticidad en la sabana de Bogotá” (2020).

Hernández en la tesis de grado: “Identificación de materiales de mejoramiento en suelos expansivos destinados como suelo de fundación para viviendas en el sector Nor-Oriental de la ciudad de Tunja” desarrollada con el objetivo general de: “Establecer el material de mejoramiento óptimo para reducir el potencial de expansión en suelos destinados como materiales de fundación en el sector Nor-Oriental de la ciudad de Tunja, específicamente en la zona comprendida entre el campus de la Universidad Santo Tomás y el campus de la Universidad de Boyacá” aplicando el método analítico y cuantitativo al identificar 33 sondeos correspondientes a diferentes trabajos de grado, realizada con revisión bibliográfica, con técnicas de fichado con resultados la investigación concluyó: “De los tres materiales analizados la cal hidratada, elemento de fácil adquisición en el mercado y comúnmente utilizado en la construcción, arrojó un resultado positivo frente a la condición expansiva del suelo, generada por la disminución de la plasticidad del mismo, registrando bajos valores de expansión. Siendo la adición en micropilotes en un 10%, la dosificación ideal que permitiría un diseño óptimo de la cimentación para unidades de construcción de categoría baja en la zona de estudio” (2021).

Abdullah y otros en su artículo científico “The Combined Effect of Calcium Chloride and Cement on Expansive Soil Materials” se consideraron concentraciones de

cloruro de calcio del 2%, 4% y 8% con la adición de 2% de cemento por peso seco del suelo con el principal objetivo de “investigar la adición de una baja cantidad de cemento como aglomerante para mejorar la resistencia y durabilidad de un suelo expansivo tratado químicamente” se llevó a cabo una investigación de laboratorio para investigar el efecto de la adición de cloruro de calcio con cemento sobre el potencial de hinchamiento, la presión de hinchamiento, el índice de compresión, la succión y la resistencia a la compresión libre, la investigación concluyo que “el cloruro de calcio con cemento es muy eficaz para estabilizar el suelo expansivo. Se observó una reducción en el potencial de hinchamiento de un 8% y un 25% y una reducción de la presión de hinchamiento de un 28% y un 37,4% para cloruro de calcio al 4% y 8% con adición de cemento. El índice de compresión disminuyó con el aumento del contenido de cloruro de calcio.” (2023)

2.1.2. Nacionales

Chipana en la tesis de grado: “Análisis comparativo de la influencia de adición de cal y cemento en la capacidad portante del suelo de cimentación de las viviendas autoconstruidas del sector de Moyocorral – Abancay – Apurímac – 2022” desarrollada con el objetivo general de: “Analizar la influencia de la adición de cal comparado con la adición de cemento en la capacidad portante del suelo de cimentación de las viviendas autoconstruidas del sector de Moyocorral – Abancay – Apurímac – 2022” trabajando con el método deductivo, partiendo de premisas válidas de la revisión bibliográfica, presentando un enfoque cuantitativo, con técnicas de recolección de datos y registro de observaciones, con resultados la investigación concluyó: “...Al comparar los resultados, se ha encontrado que la capacidad portante del suelo con la adición de cemento es mayor que con la adición de cal, y que el aumento en la capacidad portante aproximadamente es del 146.02% con cemento y del 116.81% con cal” (2023).

Díaz en la tesis de grado: “Conceptualización de la metodología para el uso del relleno fluido suelo-cemento en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante en edificaciones-2020” desarrollada con el objetivo general de: “Determinar la conceptualización metodológica para el uso del relleno fluido suelo-cemento en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante en edificaciones” trabajando con metodología correspondiente a la revisión de registros, con técnica de análisis documental y observación experimental, con resultados la investigación concluyó: “De acuerdo a los resultados obtenidos, desde el punto de vista técnico y normativo, se concluye que el Relleno Fluido Suelo-Cemento es un material que puede ser empleado en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante; ya que la variación en la respuesta de los suelo para un mismo escenario, usando relleno compactado, no resulta ser muy significativo; por lo que ambas propuestas son viables para proyectos afines al tema investigado” (2021).

Neyra & Cuyubamba en la tesis de grado: “Mejoramiento del suelo para cimentación de un tanque de almacenamiento de diésel en refinería Conchán – Lima” desarrollada con el objetivo general: “Determinar geotécnicamente el mejoramiento del suelo del tanque N°2 de acuerdo a la norma E.050” trabajando con método aplicativo y experimental, con recolección bibliográfica, realizado con técnicas de fichado y registro de observaciones, con resultados la investigación concluyó: “Se seleccionó el afirmado como nuevo material para mejorar la capacidad admisible, utilizando afirmado ‘GM’ y realizando el cálculo de la capacidad de carga admisible se obtiene un valor de 1.60 kg/cm² mayor a la capacidad de carga admisible del terreno inicial ‘SP’ con un valor de 0.64 kg/cm²” (2023).

Ayasca & Quispe en la tesis de grado: “Geomallas y columnas de gravas para suelos de baja capacidad portante bajo cimentaciones superficiales en edificaciones de Salud”

desarrollada con el objetivo general de: “Determinar el diseño de geomallas y columnas de grava para el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante bajo cimentaciones superficiales en edificación de salud Limón de Porcuya distrito Huarmaca, provincia Huancabamba Región Piura mediante cálculos analíticos en hojas de cálculo, numéricos con el programa Plaxis 2D” usando el método descriptivo, comparativo y aplicativo con enfoque cuantitativo, recolección de documentos bibliográficos, realizado con técnicas de fichado, con resultados la investigación concluyó: “...se demostró que existe el mejoramiento del suelo con un aumento promedio de 0.93 kg/cm² de la capacidad portante empleando la técnica de geomallas y un 0.68 kg/cm² de capacidad portante promedio con la técnica de columnas de grava, utilizando como metodología de cálculo los métodos numéricos FEM y analíticos los resultados de estos métodos tienen un 75% de similitud” (2022).

Flor & Torres, en la tesis de grado “estabilización de Suelos Arcillosos para el Mejoramiento de Propiedades Mecánicas con la Adición de Cloruro de Sodio, Puente Piedra, Lima, 2020” desarrollada con el objetivo general de “demostrar la influencia que tiene la estabilización con adición de cloruro de sodio en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso, caso construcción del centro comercial las vegas plaza, distrito de puente piedra, año 2020” elaborada con lineamientos metodológicos asociadas a las técnicas de recolección como la observación de la aplicación de pruebas de laboratorio, así como de exportación y análisis documental, la investigación concluyo que “los resultados específicos, dan por conclusión holística que, la estabilización con adición de cloruro de sodio si influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso” (2020).

Ulloa & Velasquez en la tesis de grado: “Influencia de la Ceniza de Madera y Cemento Tipo I en la Estabilización de Suelos con Fines de Cimentación, Trujillo, 2022”

desarrollada con el objetivo general de: “Determinar la influencia de la ceniza de madera y el cemento tipo I en la estabilización de suelos con fines de cimentación, Trujillo, 2022” trabajando con el método de investigación de carácter aplicada y experimental, efectuando la manipulación de variables y revisión bibliográfica, con resultados la investigación concluyó: “Se determinó como porcentaje óptimo como mejora del suelo con la combinación 81%B + 9%CM + 10%CEM TI con una influencia significativa en las capacidades físicas y mecánicas del suelo, pes tuvo un incremento del 37.84% respecto a la muestra natural en su capacidad admisible” (2022).

Canario en la tesis de grado: “Mejoramiento del Suelo con Afirmado y Cloruro de Calcio Aplicado a la Planta del Grupo Santa Elena – Chancay Huaral Diciembre 2020” desarrollada con el objetivo general de: “Mejorar la estabilización del suelo con la aplicación del cloruro de calcio y material afirmado dentro de la Planta Santa Elena – Chancay, Huaral” trabajando con método del tipo de investigación experimental, con revisión bibliográfica, de carácter aplicada y recolección de datos, con resultados la investigación concluyó: “Como conclusión en el resultado de la evaluación y verificación de la estabilización del suelo por la aplicación del cloruro de calcio se logró obtener un mejor incrementar en capacidad de soporte CBR, sobre todo en este tipo de suelo arcillosos arrojando la diferencia de un 11.80% a 16.50%. De esta manera se obtuvo una mejoría de 4.70%” (2021).

2.1.3. Regionales

Acosta & Perez en la tesis de grado “Columnas de grava para reducir los asentamientos de una estructura hospitalaria cimentada sobre arcilla de alta plasticidad en San Ignacio, Cajamarca” se aplicó columnas de grava en suelos blandos con el objetivo de “analizar y estudiar la metodología de columnas de grava como una técnica de mejora para

un suelo de tipo arcilloso” trabajando con el método aplicativo para la ejecución del trabajo. Con los resultados de la investigación concluyo “El resultado obtenido permite ver favorablemente la reducción de los asentamientos” (2020).

López & Torres en la tesis de grado “Mejoramiento del Suelo de Fundación para Cimentaciones Superficiales Mediante la Determinación de los Parámetros de Resistencia Jaén-Cajamarca 2021” desarrollada con el objetivo de “mejoramiento de suelo arcilloso con arena-cemento para determinar la resistencia al esfuerzo de corte para cimentaciones superficiales en Jaén-Cajamarca” empleando el método aplicativo. Concluyo “Los resultados obtenidos servirán para el mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales de futuras edificaciones” (2021).

Sánchez & Surichaqui en la tesis de grado: “Proceso constructivo de pilotes excavados aplicando polímero, como estabilizador de suelos en el distrito de Chilete – Región Cajamarca” desarrollado con el objetivo general de: “Explicar el uso del polímero como estabilizador de suelos durante el proceso constructivo de pilotes excavados, en el distrito de Chilete región – Cajamarca” trabajando con el nivel de una investigación básica, recopilando información de una realidad en específico, con un nivel para el método descriptivo, con un enfoque cuantitativo, con resultados la investigación concluyó: “... el polímero como fluido estabilizante tiene mayor rendimiento que la bentonita y sistema de camisas recuperables, así mismo se cumple que en la elaboración de los pilotes excavados aplicando polímero tiene menos tiempo de ejecución...” (2021).

2.1.4. Locales

Peralta en la tesis de grado “mejoramiento de la capacidad portante del suelo aplicando distintas dosis de residuos triturados de ladrillo, lechada de cal y cemento diluido: caso urbanización “los pinos” Chota-2020” aplico diferentes dosis de cemento diluido,

lechada de cal y residuo triturado de ladrillo, en proporciones de 5%, 10% y 15% del peso de la muestra con el objetivo de “mejorar la capacidad portante del suelo” utilizando metodología aplicada, con referenciación bibliográfica, los resultados obtenidos al final de la investigación fueron: “...Estadísticamente, la mejor dosis corresponde al tratamiento de cemento diluido al que incrementa la capacidad portante del suelo hasta en un 15%”(2021).

Bustamante en la tesis de grado “Mejoramiento de la Capacidad Portante del Suelo Natural de Cimentación Adicionando Residuos Triturado de Neumáticos, Sector 3 de la Ciudad de Chota” se aplicó 5%, 10% y 15% de residuos triturados de neumáticos desarrollada con el objetivo de “mejorar la capacidad portante del suelo natural de cimentación adicionando residuos triturado de neumáticos, sector 3 de la ciudad de Chota” aplicando un nivel de estudio no experimental, descriptivo y correlacional, realizada con revisión bibliográfica. Concluyo que “con 10% de residuos triturados de neumáticos se logra mayor acercamiento de la capacidad portante del suelo del sector 3, no obstante, en todos los casos no se supera 1kg/cm²” (2023).

Herrera & Diaz en la tesis de grado “Evaluación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la I.E 10392 Cabracancha, Adicionando Vidrio Pulverizado, Chota, 2022” aplico porcentajes de vidrio pulverizado de 0%, 5%, 15% y 30% del peso del suelo con el objetivo de “evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha mediante la incorporación de vidrio pulverizado” utilizando metodología cuantitativa aplicada, realizada con revisión bibliográfica, concluyo que “el uso de 30% de vidrio pulverizado funciona como buen estabilizador del suelo y tiene ventaja ambiental al reducir el material no degradable” (2024).

Carranza & Gavidia en la tesis de grado “Mejoramiento de la Capacidad Portante del Suelo Adicionando 2,8 y 14% de Ceniza de Panca de Maíz en la Comunidad de

Agaisbamba, Chota-2022” teniendo como objetivo “analizar el mejoramiento de la capacidad portante del suelo adicionando el 2,8, y 14% de ceniza de panca de maíz en la comunidad de Agaisbamba” empleando metodología de investigación de enfoque cuantitativo y correlacional, los resultados mostraron que “la dosis con mejor aumento de la capacidad portante del suelo es del 8%, lo que resulto en aumentos en un rango de 7.2% a 80.71%” (2024).

2.2.Bases teórico – científicas

2.2.1. Teoría de la capacidad portante según Terzaghi

Terzaghi (1943) presento una teoría de evaluar y calcular la capacidad de carga ultima de cimentaciones superficiales. Esta teoría señala que una cimentación es superficial si su profundidad es menor o igual a su ancho. No obstante investigadores siguientes propusieron que las cimentaciones con profundidad igual a tres o cuatro veces su ancho se pueden caracterizar como cimentaciones superficiales. (Braja, 2015, p. 136) Cabe recalcar que Terzaghi extendió la teoría Prandtl-Reissner y desarrollo la teoría aplicable al caso más general de suelos cuya ley de resistencia al esfuerzo cortante se expresa: (Chávez, 2006, p. 283)

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

Ecuación 1. Ley de resistencia al esfuerzo cortante

Donde:

τ : Esfuerzo cortante

c : Cohesión del suelo

σ : Esfuerzo normal

ϕ : Ángulo de fricción

Las siguientes hipótesis son consideradas en la teoría de Terzaghi:

- La zona I se considera en estado plástico activo de Rankine, en la forma de las líneas que limitan.
- La zona II se considera espiral logarítmica, y el estado de esfuerzo.
- La zona III se considera como el estado pasivo de Rankine. Así mismo, la resistencia al esfuerzo cortante se desarrolla simultáneamente a lo largo de toda la superficie de falla. (Chávez, 2006, p. 283)

La siguiente ecuación de Terzaghi permite obtener la capacidad portante del suelo:

$$q_u = c'N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (2)$$

Ecuación 2. Ecuación de Terzaghi para capacidad portante

Dónde:

c' : Cohesión efectiva del suelo.

B: Ancho del cimiento.

γD_f : Sobrecarga que actúa al nivel de desplante. (γ : peso unitario del suelo; D_f : Profundidad de cimentación).

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga (Dependen del ángulo de fricción interna del suelo).

Para los tipos de cimentaciones superficiales se tiene las siguientes fórmulas para falla local (Ec. 3, Ec.4 y Ec.5) y para falla general respectivamente (Ec.6, Ec.7 y Ec.8): (Braja, 2015, p. 139)

$$q_u = \frac{2}{3}c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (3)$$

Ecuación 3. Ecuación para capacidad portante (Cimentación corrida)

$$q_u = 0.867c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (4)$$

Ecuación 4. Ecuación para capacidad portante (Cimentación cuadrada)

$$q_u = 0.867c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (5)$$

Ecuación 5. Ecuación para capacidad portante (Cimentación circular)

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (6)$$

Ecuación 6. Ecuación para capacidad portante (Cimentación corrida)

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (7)$$

Ecuación 7. Ecuación para capacidad portante (Cimentación cuadrada)

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (8)$$

Ecuación 8. Ecuación para capacidad portante (Cimentación circular)

Los factores de capacidad de carga N_c , N_q , N_γ se definen mediante las siguientes expresiones (Braja, 2015, p. 138):

$$N_c = \cot\phi' \left[\frac{e^{2(\frac{3\pi}{4}-\phi'/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4}+\frac{\phi}{2})} - 1 \right] = \cot\phi'(N_q - 1) \quad (9)$$

Ecuación 9. Factor de capacidad de carga N_c (ϕ' : Ángulo de fricción interna modificado)

$$N_q = \frac{e^{2(\frac{3\pi}{4}-\phi'/2)\tan\phi}}{2\cos^2(\frac{\pi}{4}+\frac{\phi}{2})} \quad (10)$$

Ecuación 10. Factor de capacidad de carga N_q

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{k_{py}}{\cos^2\phi'} - 1 \right) \tan\phi' \quad (11)$$

Ecuación 11. Factor de capacidad de carga N_γ

Tabla 1.

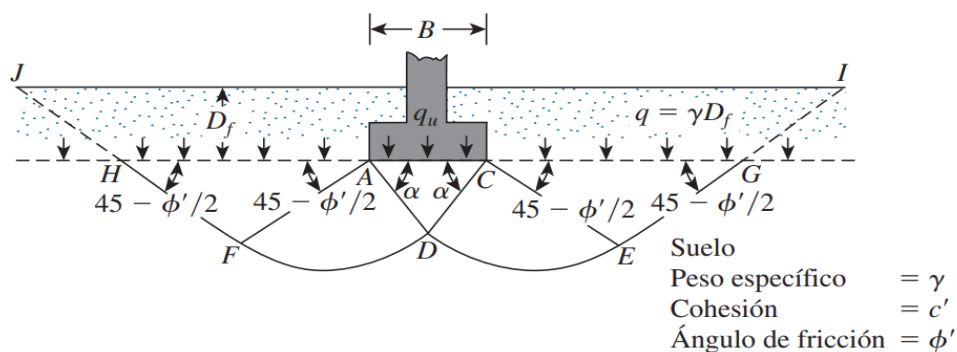
Factores de capacidad de carga para las ecuaciones de Terzaghi, Los valores de N_γ para ϕ de 0, 34 y 48° son valores originales de Terzaghi y se usaron para calcular $K_{p\gamma}$ (Coeficiente de empuje pasivo)

ϕ (grados)	N_c	N_q	N_γ	$K_{p\gamma}$
0	5.7	1	0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5	25
25	25.1	12.7	9.7	35
30	37.2	22.5	19.7	52
34	52.6	36.5	36	
35	57.8	41.4	42.4	82
40	95.7	81.3	100.4	141
45	172.3	173.3	297.5	298
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800

Nota. Adaptado de foundation Analysis and Desyng (p. 222) por Bowles, 1997, A Division of The McGraw-Hill Companie.

Figura 4.

Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua



Nota. Adaptado de fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (p. 137) por Braja M. Das, 2015, Cengage Learning Editores, S.A.

2.2.2. Teoría de falla de Mohr-Coulomb

Parámetros fundamentales

- Ángulo de fricción interna. Representación de la fricción generada entre partículas del suelo dependiendo de una gran cantidad de factores de los cuales algunos pueden ser el tipo de mineral de las partículas, tamaño de partículas, distribución de tamaños, densidad, presión normal o confinamiento, etc. (Suárez, 2009, p. 76).
- Cohesión. Adherencia existente entre las partículas de suelo, suele presentarse mayormente en suelos expansivos o blandos, dónde hay grandes cantidades de arcillas. Se utiliza mayormente para representar la resistencia a la tensión (Suárez, 2009, p. 77).

El criterio de falla de Mohr-Coulomb sostiene que un material falla debido a la acción combinada del esfuerzo normal y el esfuerzo cortante, representándose de la siguiente manera (Braja, 2013, p. 229):

Dicho Criterio es representado también por la ecuación 1, dónde además se puede incluir la saturación de un suelo (presión de poros), quedando la ecuación reescrita como:

$$\tau_f = c' + (\sigma + u) \tan \phi = c' + \sigma' \tan \phi \quad (12)$$

Ecuación 12. Criterio de falla de Mohr-Coulomb incluyendo saturación de suelo

Dónde:

u: Presión de poros

c': cohesión efectiva

φ': ángulo de fricción efectiva

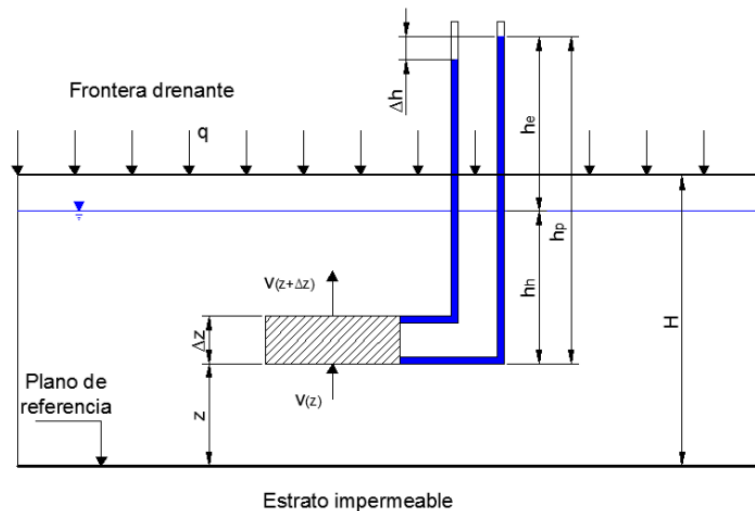
2.2.3. La Teoría de Terzaghi – Consolidación Unidimensional

La consolidación de los suelos arcillosos se ve directamente afectada por la compresibilidad del suelo. En la teoría de Terzaghi, la relación tensión-deformación de los suelos es lineal, lo que significa que la compresibilidad del suelo es una constante en la dirección vertical. Sin embargo, la compresibilidad de los suelos blandos está estrechamente relacionada con las tensiones efectivas iniciales y finales a lo largo de la profundidad (Feng & Yin, 2020, p. 2). Considere un depósito de suelo homogéneo, saturado, de longitud lateral infinita y sometido a una carga uniforme (q) aplicada en toda el área superficial. El suelo reposa sobre una base impermeable (ésta puede ser roca sana u otro suelo cuya permeabilidad sea muy baja en comparación al suelo a analizar, por ejemplo $K_{\text{suelo}} > 100K_{\text{estrato impermeable}}$) puede drenar libremente por su cara superior (figura), (Piliotti & Sierra, 2007, p. 8) donde:

- H_p : es la altura piezométrica
- Z : es la posición respecto al plano de referencia
- h_h : es la carga hidráulica
- h_e : es el exceso de presión neutra debido a la carga q
- H : es el espesor del estrato

Figura 5.

Esquema del depósito del suelo



Nota. Adaptado de Geología y Geotecnia (p. 8) por Piliotti & Sierra, 2007, Universidad Nacional de Rosario.

Yune & Olgun, (2015) citado por Muñoz y otros, (2020) nos dan la ecuación para calcular el asentamiento:

$$S = \frac{H_0 c_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{v_0} + \sigma'_v}{\sigma'_{v_0}} \right) \quad (13)$$

Ecuación 13. Ecuación para calcular el asentamiento

Donde:

S: Es asentamiento.

H_0 : Es espesor inicial de la capa de arcilla.

C_c : Es índice de compresión.

σ'_v : Es incremento del esfuerzo efectivo vertical y

σ'_{v_0} : Es tensión efectiva vertical inicial.

2.3.Marco conceptual

2.3.1. Suelo

El suelo es una capa fina apoyada en la corteza terrestre proveniente de la alteración física y/o química y/o desintegración de las rocas y actividades de seres vivos (Crespo, 2004, p. 23). La meteorización es un proceso que cambia los macizos rocosos en fragmentos más pequeños de distintos tamaños que van desde cantos rodados grandes a partículas de arcillas muy pequeñas, y los agregados que no se segmentan de estos pequeños granos forman diferentes tipos de suelo. (Braja D., 2013, p. 20)

2.3.1.1. Tipos de suelo según el tamaño el tamaño de sus partículas

Según Braja D. (2013) el suelo se divide en:

Gravas. Son rocas fragmentadas con partículas eventuales de cuarzo, feldespato y más minerales. Sus partículas tienen tamaño mayor a 2 mm.

Arenas. Predominan el cuarzo y el feldespato. En algunas ocasiones se encuentran granos de otros minerales. Sus partículas tienen tamaño de 0.06 a 2 mm.

Limos. Fragmentos de cuarzos muy finos y los fragmentos de minerales micáceos son laminares, se pueden decir que son fracciones de suelo microscópicas. Sus partículas tienen tamaño de 0.002 a 0.06 mm.

Arcillas. Tienen forma de láminas submicroscópicas y microscópicas de mica en su mayoría, minerales de arcilla y otros. Son partículas menores de 0.002 mm y en algunos casos pueden llegar hasta 0.005 mm.

2.3.2. Caracterización física y mecánica del suelo

2.3.2.1. Caracterización física

Granulometría. Consiste en la distribución cuantitativa del tamaño de las partículas del suelo. Las partículas mayores de 75 μm (retenido tamiz N° 200) se clasifican mediante tamizado y las partículas menores de 75 μm se clasifican mediante un proceso de sedimentación basado en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado. (NTP 339.128, 2019, p. 2)

Contenido de humedad. También se conoce como contenido de agua y se define como la razón del peso de agua al de peso de los sólidos en un volumen dado del suelo. (Braja D. , 2013, p. 51)

$$\omega = \left(\frac{\text{Masa del agua}}{\text{Masa del suelo secado al horno}} \right) \times 100 \quad (14)$$

Ecuación 14. Contenido de humedad del suelo

Límite líquido. Es el contenido de humedad obtenido como porcentaje, donde el suelo se encuentra en el límite entre su estado líquido y plástico. Se da arbitrariamente como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg.) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. (NTP 339.129, 2019, p. 3)

Límite plástico. Es el contenido de humedad obtenido en porcentaje, donde el suelo se halla en el límite entre su estado plástico y semisólido. Arbitrariamente se designa como el más bajo contenido de humedad al cual el suelo puede ser rolando en hilos de 3.2 mm (1/8 pulg) sin que se rompa en pedazos. (NTP 339.129, 2019, p. 3)

IP = LL-LP, IP = Índice de plasticidad, LL = Límite líquido, LP = Límite plástico.

Peso específico. Relación de peso en aire del volumen de un material y el peso de aire de idéntico de volumen de agua destilada a una temperatura indicada. (NTP 339.131, 2019, p. 2)

$$G_s = \frac{M_o}{M_o + (M_a + M_b)} \quad (15)$$

Ecuación 15. Peso específico del suelo

Mo = Masa de la muestra seca al horno, en gramos.

Ma = Masa del picnómetro lleno de agua a la temperatura Tx, en gramos.

Mb = Masa del picnómetro lleno con agua y suelo a la temperatura Tx, en gramos.

Tx = temperatura de los contenidos del picnómetro cuando se determinó la masa Mb, en grados centígrados.

Clasificación SUCS del suelo. El sistema unificado de clasificación de los suelos originalmente fue propuesto por Casagrande en 1942, luego lo adoptó el United States Bureau of Reclamation y el USArmy Corps of Engineers. Actualmente se utiliza casi en todo trabajo geotécnico. (Braja M. D., 2015, p. 19)

Tabla 2.

Clasificación SUCCS del suelo

Gráfica de la Unified Soil Classification (según la ASTM, 2009) (ASTM D2487-98: Práctica estándar para la clasificación de suelos para fines ingenieriles (Unified Soil Classification))

Criterios para asignar símbolo y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio (a)				Clasificación del suelo	
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo (b)
Suelos de grano Más de 50% retenido en la malla núm. 200	Gravas	Gravas limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ (e)	GW	Grava bien graduada (f)
	Más de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla núm. 4	Menos de 5% finos (c)	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3$ (e)	GP	Grava mal graduada (f)
		Gravas con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa (f,g,h)
		Más de 12% finos (c)	Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa (f,g,h)
50% o más de la fracción gruesa pasa la malla núm. 4	Arenas	Arenas limpias	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ (e)	SW	Arena bien graduada (i)
	Menos de 5% finos (d)	Menos de 5% finos (d)	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3$ (e)	SP	Arena mal graduada (i)
	Arena con finos	Arena con finos	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena Limosa (g,h,i)
	Más de 12% finos (d)	Más de 12% finos (d)	Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa (g,h,i)
Suelos de grano 50% o más pasa la malla núm. 200	Limos y arcillas	Inorgánicos	$IP > 7$ y se encuentra en o arriba de la línea "A" (j)	CL	Arcilla de baja compresibilidad (k,l,m)
	Límite líquido menos que 50	Orgánicos	$IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A" (j)	ML	Limo de baja compresibilidad (k,l,m)
			Límite líquido-secado en horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica (k,l,m,n) Limo orgánico (k,l,m,o)
	Limos y arcillas	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea de Atterberg	CH	Arcilla de alta compresibilidad (k,l,m,n)
Límite líquido 50 o mayor	Orgánicos	IP se encuentra debajo de la línea de Atterberg	MH	Limo de alta compresibilidad (k,l,m,n)	
		Límite líquido-secado en horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica (k,l,m,p) Limo orgánico (k,l,m,q)	
		Límite líquido-no secado	PT	Turba	
Suelos altamente orgánicos		Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico		PT	Turba

(a) Con base en el material que pasa la malla de 75 mm
 (b) Si la muestra de campo contenía cantos rodados o piedra bola, o ambos, agregue "con cantos rodados o piedra bola, o ambos" al nombre de grupo.
 (c) Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: grava bien graduada con limo, **GW-GM**; grava bien graduada con arcilla, **GW-GC**; grava mal graduada con limo, **GP-GM**; grava mal graduada con arcilla, **GP-GC**.
 (d) Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: arena bien graduada con limo **SW-SM**; arena bien graduada con arcilla **SW-SC**; arena mal graduada con limo **SP-SM**; arena mal graduada con arcilla **SP-SC**.
 (e) $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$
 (f) Si el suelo contiene $\geq 15\%$ de arena, agregue "con arena" al nombre de grupo.
 (g) Si los finos se clasifican como **CL-ML**, utilice el símbolo doble **GC-GM** o **SC-SM**.
 (h) Si los finos son orgánicos, agregue "con finos orgánicos" al nombre de grupo.
 (i) Si el suelo contiene $\geq 15\%$ de grava, agregue "con grava" al nombre de grupo.
 (j) Si los límites de Atterberg se encuentran en el área sombreado, el suelo es una arcilla limosa, **CL-ML**.
 (k) Si el suelo contiene 15 a 29% más la malla núm. 200, agregue "con arena" o "con grava", lo que predomine.
 (l) Si el suelo contiene $\geq 30\%$ más la malla núm. 200, predominantemente arena, agregue "arenoso" al nombre de grupo.
 (m) Si el suelo contiene $\geq 30\%$ más la malla núm. 200, predominantemente grava, agregue "gravoso" al nombre de grupo.
 (n) Si $IP \geq 4$ y se encuentra en o arriba de la línea "A".
 (o) Si $IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A".
 (p) Si IP se encuentra en o arriba de la línea "A".
 (q) Si IP se encuentra debajo de la línea "A".

Nota. Adaptado de fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (p. 21) por Braja M. Das, 2015, Cengage Learning Editores, S

2.3.2.2. Caracterización mecánica

Ángulo de fricción (ϕ). El ángulo ϕ puede interpretarse como el ángulo de fricción entre elementos enfrentados del suelo. A lo largo de la superficie de corte. (Ishibashi & Hazarika, 2015, p. 225)

Cohesión (c). En suelos normales la cohesión proviene de interacciones de corto alcance entre partículas. En una propiedad de las partículas finas (arcillas o suelos cohesivos). (Ishibashi & Hazarika, 2015, p. 225)

2.3.3. Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos con cloruro de calcio y cemento

2.3.3.1. Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas con cloruro de calcio

El cloruro de calcio es una sal conocida por atraer humedad cuando se mezcla con suelo húmedo. Eliminar la humedad del material arcilloso expansivo puede aumentar su resistencia y mejorar la estabilidad (Abdullah y otros, 2023, p. 1). El cloruro de calcio se ha utilizado como supresor de polvo, pero también se le conoce como estabilizador debido a su capacidad para alterar propiedades de los materiales, como la resistencia al corte, la compresibilidad, y la permeabilidad. Básicamente la función de este producto es aglomerar partículas finas y unir las. (Bushman, 2015, citado por Magdi y otros, 2016, p. 2)

2.3.3.2. Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas con cemento

El cemento puede ser utilizado para estabilizar suelos arenosos y arcillosos. Al igual que en el caso de la cal, el cemento ayuda a disminuir el límite líquido y aumentar el índice de plasticidad y manejabilidad de los suelos arcillosos (Braja M. D., 2013, p. 269). Con el tratamiento o adición de cemento se busca secar zonas húmedas para facilitar su

compactación y proporcionar una plataforma estable de trabajo. (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2012, citado por Rezabala & Ortiz, 2023, p. 6)

2.3.4. Cimentaciones superficiales

Las cimentaciones son definidas como los elementos estructurales que transmite las cargas de la estructura al suelo, a través de la presión; siendo que esta última debe cumplir con ciertos criterios para su correcto funcionamiento (Cutimbo, 2016, p. 235). (Cutimbo, 2016)

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2020) en la Norma E.050 Suelos y cimentaciones; define que cimentaciones superficiales son aquellas en las cuales la relación profundidad/Ancho son menores o iguales a 5. Las cimentaciones superficiales se pueden clasificar en zapatas aisladas y cimientos corridos.

2.3.4.1. Zapatas aisladas

Son las que sirven de apoyo a las columnas, son el tipo más común en las cimentaciones por ser bastante económicas siendo que pueden ser de concreto simple o de concreto armado; además de que se pueden identificar zapatas aisladas centradas y zapatas aisladas excéntricas (Cutimbo, 2016, p. 244).

Pueden ser de diferentes formas geométricas tales como:

Tabla 3.

Zapatas aisladas según su geometría

Cuadrada $L = B$	Rectangular $L \leq 10B$	Circular Diámetro = B

Nota. Adaptado de la NTP E.050 Suelos y Cimentaciones (2020)

2.3.5. Consolidación

Un aumento de esfuerzo causado por la construcción de cimientos u otras cargas comprime las capas del suelo. La compresión es causada por (a) la deformación de partículas del suelo, (b) la reorientación de las partículas del suelo y (c) la expulsión de aire de los espacios vacíos (Braja M. D., 2013, p. 183). A un proceso de disminución de volumen, que tenga lugar en un lapso de tiempo, provocado por un aumento de las cargas sobre el suelo, se le llama proceso de consolidación (Badillo & Rodríguez, 2005, p. 247). Las deformaciones del suelo debidas a la aplicación de una carga externa son producto de una disminución del volumen total de la masa del suelo y particularmente una reducción del volumen de vacíos, ya que el volumen de sólidos es constante, por lo tanto, dichas deformaciones son producto de una disminución de la relación de vacíos del suelo. Si estos vacíos están llenos de agua (suelo saturado), como al fluido lo consideramos incompresible, dicha disminución de la relación de vacíos, sólo es posible si el volumen de líquido disminuye por lo tanto se produce un flujo de líquido hacia algún estrato permeable. Si en cambio el suelo en sus vacíos posee aire y agua (suelo parcialmente saturado)

o sólo aire, la disminución de la relación de vacíos se produce por una compresión de los gases que posee (Piliotti & Sierra, 2007, p. 41).

2.3.5.1. índice de compresión (C_c)

Skempton (1944). citado por Muñoz y otros, (2020) dio la correlación de expresiones empíricas para arcillas inalteradas y remoldeadas respetivamente:

$$c_c = 0.009[LL - 10] \tag{16}$$
$$Cc = 0.007[LL-10]$$

Ecuación 16. Ecuación para calcular el índice de compresión

Donde: LL = Límite líquido

2.3.5.2. índice de hinchamiento (C_s)

El índice de hinchamiento fue expresado como (Nagaraj y Murty, 1985, citado por Muñoz y otros, 2020):

$$C_s = \left[\frac{LL(\%)}{100} \right] G_o \tag{17}$$

Ecuación 17. Ecuación para calcular el índice de hinchamiento

Donde: LL = Límite líquido

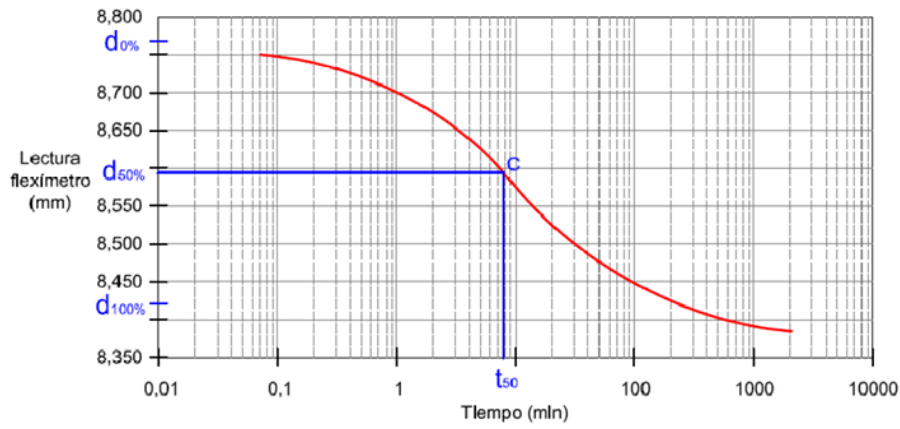
G_o = Coeficiente de hinchamiento base

2.3.5.2. Coeficiente de consolidación

El coeficiente de consolidación se determina a partir de dos métodos establecidos por Casagrande y Taylor (Piliotti & Sierra, 2007).

Figura 6.

Curva teórica de consolidación, Casagrande



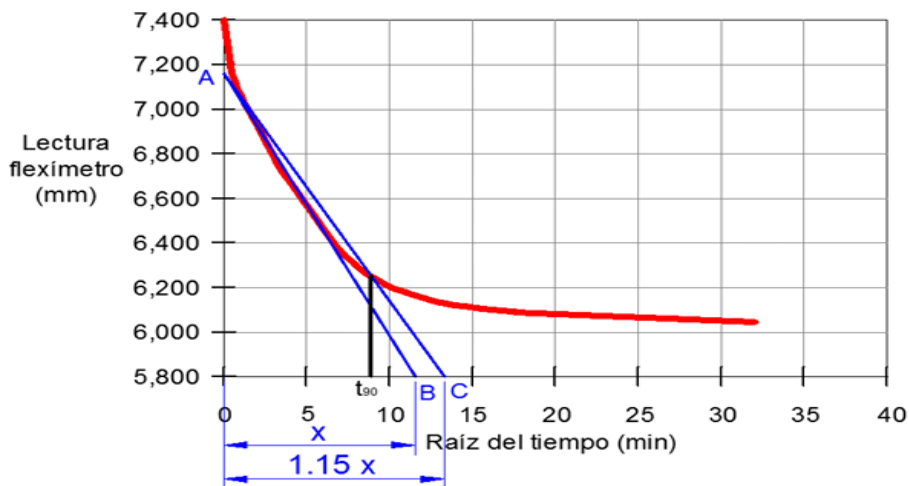
Nota. Adaptado de Geología y Geotecnia (p. 23) por Piliotti & Sierra, 2007, Universidad Nacional de Rosario.

$$Cv = \frac{T_{50} H_{lab}^2}{t_{50}} \quad (18)$$

Ecuación 18. Método de Casagrande

Figura 7.

Curva de deformación, Taylor



Nota. Adaptado de Geología y Geotecnia (p. 23) por Piliotti & Sierra, 2007, Universidad Nacional de Rosario

$$Cv = \frac{T_v H_{lab}^2}{t_{90}} \quad (19)$$

Ecuación 19. Método de Taylor

Donde:

Cv: Coeficiente de consolidación

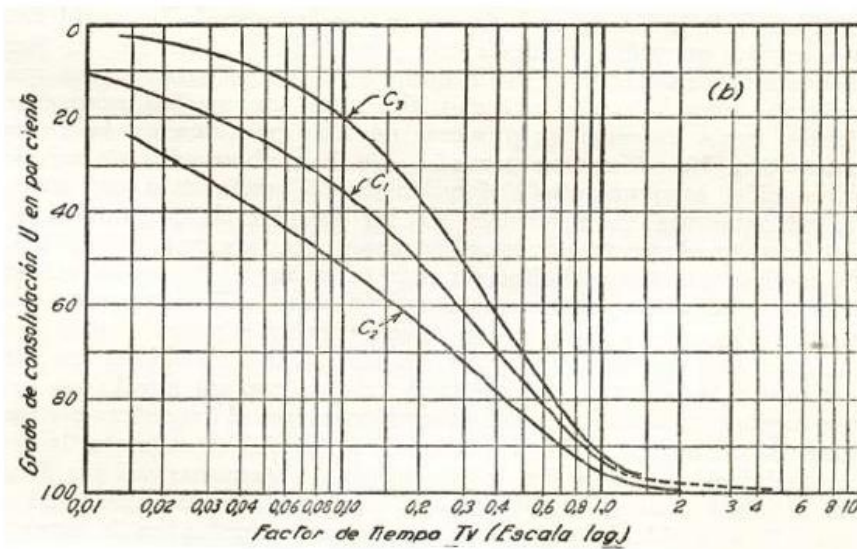
T_{ensayo}: Tiempo para el cual ocurre el porcentaje de consolidación determinado en el ensayo.

T_v: Factor de tiempo para el v% de consolidación obtenido de la curva teórica, correspondiente a las condiciones de drenaje del problema (figura 8).

H_{lab}: Máxima distancia que recorre el agua en el ensayo.

Figura 8.

Curva teórica de consolidación para distintas condiciones de drenaje



Nota. Adaptado de Mecánica de suelos en la ingeniería práctica por Karl Terzaghi y Ralph B. Peck citado por Geología y Geotecnia (p. 17) por Piliotti & Sierra, 2007, Universidad Nacional de Rosario (C1: Consolidación con doble drenaje, C2: Consolidación con drenaje simple y C3: Consolidación con drenaje restringido o nulo)

2.3.5.3. Tiempo de consolidación

De los datos que se obtiene en el ensayo de consolidación y en base a la teoría de Terzaghi se puede determinar el coeficiente de consolidación para un suelo (Piliotti & Sierra, 2007):

$$t = \frac{T_v H^2}{c_v} \quad (20)$$

Ecuación 27. Tiempo de consolidación

Donde:

t: Tiempo para el cual ocurre el porcentaje de consolidación en el estrato en estudio.

T_v: Factor de tiempo para el U% de consolidación obtenido de la curva teórica, correspondiente a las condiciones de drenaje del problema (figura 8).

C_v: Coeficiente de consolidación de laboratorio.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La incorporación de cloruro de calcio combinado con cemento mejora significativamente las propiedades físicas (límites de consistencia, gravedad específica), las propiedades mecánicas (densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna) y la capacidad portante del suelo de cimentación, optimizando su desempeño para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota.

2.4.2. Hipótesis específicas

El suelo natural de cimentación del sector de expansión de Choropampa presenta una gradación predominantemente arcillosa con alta plasticidad, clasificándose como CH.

La adición de cloruro de calcio en proporciones de 8%, 10% y 15% combinado con 4% de cemento mejora significativamente las propiedades físicas, incrementa la densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna, y aumenta la capacidad portante admisible del suelo de cimentación en zapatas cuadradas y circulares.

El porcentaje óptimo de mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación se logra con la adición de 8% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento, presentando incrementos más consistentes respecto a las demás dosificaciones.

2.5.Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: Combinación de cloruro de calcio y cemento

La combinación de cloruro de calcio y cemento corresponde a una técnica de estabilización química aplicada a los suelos con fines de mejorar su resistencia y durabilidad. El cloruro de calcio (CaCl_2) es una sal higroscópica utilizada como aditivo estabilizante, que acelera los procesos de hidratación y reduce el contenido de humedad libre del suelo, favoreciendo la disminución de su plasticidad y el incremento de su resistencia. Por su parte, el cemento Portland es un aglomerante hidráulico que, al reaccionar con el agua y con los minerales presentes en el suelo, genera productos cementantes que mejoran la cohesión, la rigidez y la capacidad portante del terreno. La combinación de ambos materiales permite obtener un efecto sinérgico, en el cual el cloruro de calcio actúa como acelerante y el cemento como agente cementante, logrando mejorar de manera integral el desempeño físico-mecánico de los suelos de cimentación.

2.5.2. Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas

Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos son los parámetros fundamentales que determinan su comportamiento frente a cargas estructurales, y resultan esenciales para el diseño de zapatas aisladas. Dentro de las propiedades físicas se incluyen el contenido de humedad, la granulometría, los límites de consistencia (líquido, plástico e índice plástico), la gravedad específica y la clasificación del suelo según el SUCS. Estas propiedades permiten identificar la naturaleza, textura y plasticidad del terreno. En cuanto a las propiedades mecánicas, estas comprenden la densidad seca, la cohesión y el ángulo de fricción interna, que definen la resistencia al corte del suelo y su estabilidad. De dichas propiedades se deriva la capacidad portante admisible, que es el valor máximo de carga que puede transmitir una zapata aislada al terreno sin producir fallas por corte o asentamientos excesivos.

Tabla 4.

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
VI combinación de cloruro de calcio y cemento	Mezcla de dos estabilizadores de suelo para mejorarlo	Cloruro de calcio	Compuesto químico inorgánico, reacción entre la caliza (carbonato de calcio) y ácido clorhídrico	Dosis	%
			Material aglomerante utilizado para construcción	Peso específico	Kg/m3
		Cemento	Peso específico	%	
			Peso específico	Kg/m3	
VD Propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas	Las propiedades físicas y mecánicas del suelo calculadas a partir de estudios de laboratorio por formulas experimentales	Propiedades físicas	Características que identifican el tipo de suelo	Granulometría	%
				Humedad	%
				Límite líquido	%
		Propiedades mecánicas	Características que identifican la resistencia del suelo	Límite plástico	%
				Peso específico	Kg/m3
				Ángulo de fricción	°
Capacidad portante	Es la capacidad que define el tipo de cimentación	Cohesión	Kg/cm2		
Zapatas aisladas	Kg/cm2				

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo porque se han obtenido datos que pueden medirse, como las propiedades físico-mecánicas del suelo natural, se caracterizó y obtuvo la capacidad portante del suelo de cimentación y del suelo de cimentación mejorado de la localidad Choropampa, con la adición de cloruro de calcio y cemento en diferentes combinaciones.

Según los objetivos el estudio es de tipo aplicado porque pone en práctica conocimientos existentes como la teoría de capacidad de carga de Terzaghi y la teoría de falla de Mohr Coulomb para crear conocimientos nuevos acerca de cómo mejorar la capacidad portante de suelo para zapatas aisladas en la localidad de Choropampa, además es de carácter descriptivo y correlacional porque se describió las propiedades físicas y mecánicas, la capacidad portante del suelo natural como también la capacidad portante de suelo de cimentación mejorado con la adición de cloruro de calcio y cemento, y las características de las zapatas de tipo aisladas, relacionándolo directamente con la influencia de la combinación de cloruro de calcio y cemento en las propiedades del suelo natural.

El estudio es de tipo no experimental porque solo se añadió distintas combinaciones de cloruro de calcio y cemento al suelo natural en las diferentes calicatas observándose los cambios que estas generan en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación, además estos cambios fueron corroborados en laboratorio. Esta investigación según su temporalidad es transversal porque su tiempo de ejecución se realizó en un lugar y tiempo específico; finalmente la fuente de datos es primaria porque los datos fueron recogidos directamente del campo.

Tabla 5.

Tipo y nivel de investigación

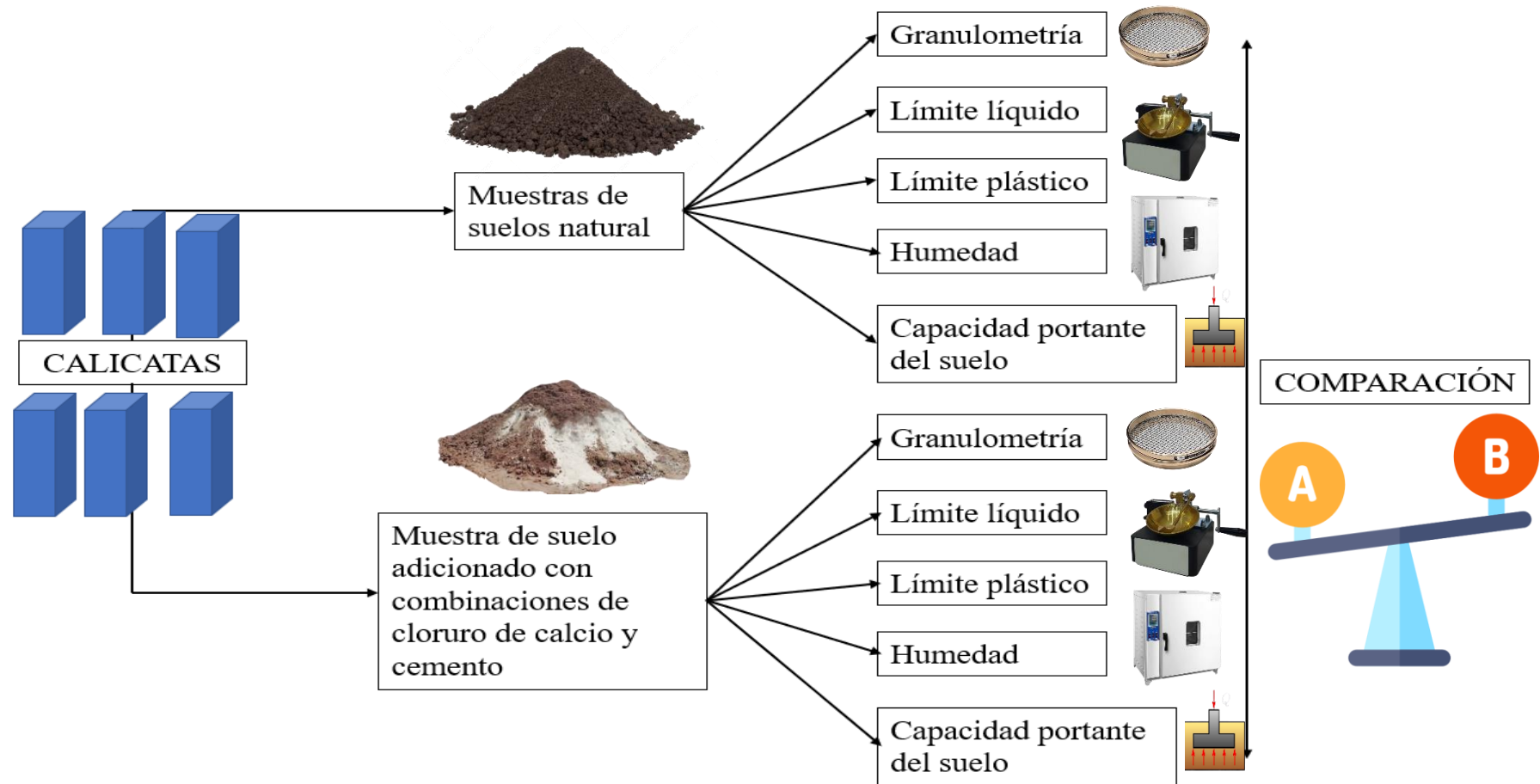
Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Contexto donde sucede	Laboratorio, campo
Estrategia o enfoque Metodológico	Cuantitativa
Control y diseño de la prueba	No experimental
Objetivos	Descriptiva-Correlacional
Temporalidad	Transversal (Sincrónica)
Fuente de datos	Primaria

3.2.Diseño de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que se realizó un trabajo campo mediante la ejecución de diferentes calicatas con el objetivo de sacar muestras de suelo natural, para encontrar sus propiedades físico-mecánicas y su capacidad portante. Seguidamente se adicionó diversas combinaciones de cloruro de calcio y cemento a las muestras de las diferentes calicatas y encontrar las nuevas propiedades físico-mecánicas y la capacidad portante para zapatas aisladas. Observándose en la figura 9.

Figura 9.

Diseño de investigación aplicativo



3.3.Métodos de investigación

En esta investigación se aplicó el método cuantitativo, para determinar las propiedades físico-mecánicas y la capacidad portante del suelo de cimentación, se realizó 6 calicatas las cuales fueron distribuidas de forma homogénea en el área de expansión urbana de la localidad de Choropampa hacia el noreste. Estas calicatas fueron hechas para analizar las propiedades físico-mecánicas y su capacidad portante natural y modificada con la adición de diferentes combinaciones de cloruro de calcio y cemento.

3.4.Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población está conformada por la localidad de Choropampa, distrito de Choropampa, provincia de Chota, región de Cajamarca. La localidad de Choropampa tiene un número de 200 viviendas, limitando las comunidades de El Porvenir por el noreste, por el norte con la comunidad de Lamparero, por el noroeste con la comunidad de Vistalegre, por el suroeste con la comunidad de La Libertad, por el sureste con la comunidad de Palco Pampa y por el este con la comunidad de la Paza.

Figura 10.

Localidad de Choropampa



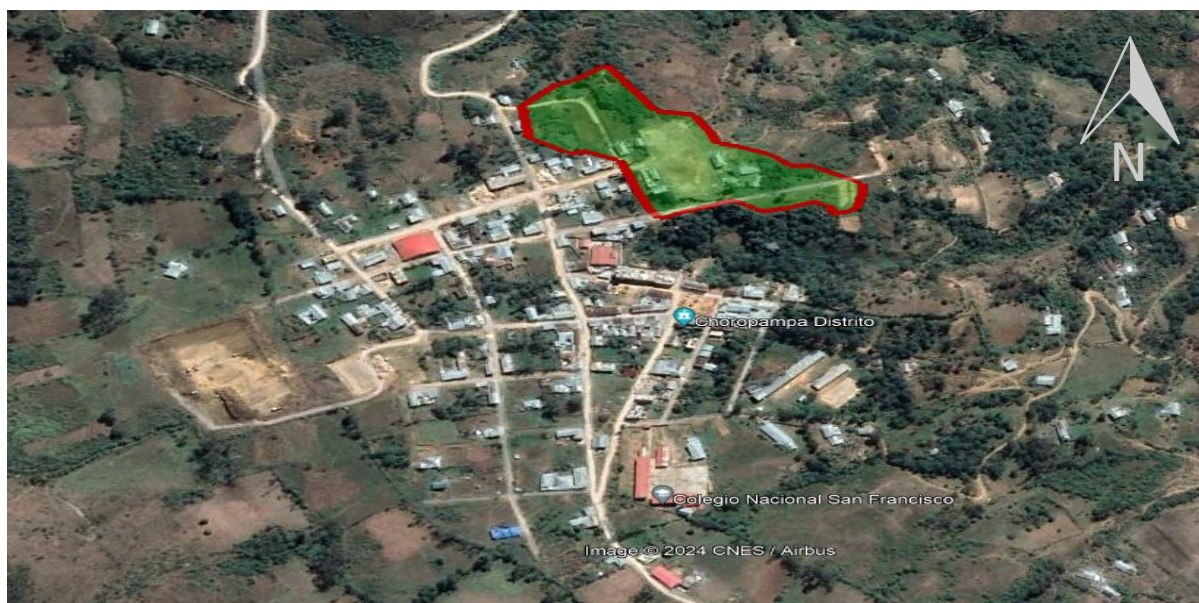
Nota. Imagen satelital obtenida de Google Earth pro

3.4.2. Muestra

Sector de expansión urbano de la localidad de Choropampa ubicado a 239 metros de la plaza de armas de la localidad de Choropampa (Figura 11), tomando el camino más cercano hacia el noreste, alcanzando un área total de 2 hectáreas y basándose en la norma técnica peruana E.050 suelos y cimentaciones, se determinó hacer 3 calicatas por hectárea (Tabla 6) de profundidad mínima de 3 metros, extrayéndose muestras según necesidad de la investigación. Las calicatas se distribuyeron de manera uniformemente en este sector, teniendo en cuenta los permisos para realizar cada punto de exploración en el sector elegido, y que, forma parte de las futuras construcciones en la localidad.

Figura 11.

Sector de expansión urbano de la localidad de Choropampa



Nota. Imagen satelital obtenida de Google Earth pro

Tabla 6.

Puntos de muestro según la Norma Técnica Peruana E.050 suelos y cimentaciones

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN	
Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración (n)
I	1 / 225 m ²
II	1 / 450 m ²
III	1 / 900 m ²
IV	1 / 100 m ²
Habilitación urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 / 1 ha

3.4.3. Muestreo

Se realizó un muestreo según la Norma Técnica Peruana E.050 suelos y cimentaciones, la cual exige un cierto número mínimo de calicatas por el área a urbanizar, y por criterio del investigador se tomó muestras realizando el ensayo de corte directo a una profundidad de 1.50

metros en el suelo natural y alterado; también se incluirá la caracterización de las propiedades físicas de cada estrado del suelo natural. Se tomó la profundidad 1.50 para el ensayo de corte directo porque según la norma técnica peruana E.050 suelos y cimentaciones, la profundidad mínima de cimentación debe ser de 0.80 metros para cimentaciones superficiales, y observando construcciones de viviendas de máximo 3 niveles de altura en la localidad de Choropampa sus cimientos no llegan a pasar de dicha profundidad.

Tabla 7.

Número de muestras

Calicatas	Ensayos					
	físicos				Mecánicos	
	Contenido	de	Límite	Límite	Peso	Corte
	Granulometría	humedad	líquido	plástico	específico	directo
C1	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
C2	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
C3	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
C4	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
C5	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
C6	Suelo natural	1	1	1	1	3
	Suelo alterado	3	3	3	3	9
Total, de ensayos de cote						
directo						72

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación. Es una técnica que se basa principalmente en ver y observar los fenómenos del lugar específico que se desea estudiar siendo esta técnica es fundamental para toda investigación ya que permite describir directamente el problema con relación a la unidad de análisis.

Análisis documental. Esta técnica consiste en recopilar información en un documento secundario desde un documento principal, interpretándolo y analizándolo. El documento secundario actúa como herramienta para indexar información.

Ensayos de laboratorio. Para evaluar las propiedades del suelo natural y alterado de la localidad de Choropampa del sector de expansión urbano, se realizaron varios ensayos de laboratorio.

Análisis de datos. Evento en el cual se procesará la información obtenida para llegar a resultados como la capacidad portante del suelo natural y alterado para luego tomar decisiones.

3.5.2. Instrumentos

Libreta de campo. Este instrumento sirve para recopilar datos observados en campo por el investigador, para su futuro análisis y presentación.

Fichas de registro. Este instrumento sirve para recopilar información de fichas técnicas, libros, artículos de revista, tesis, y demás documentos que se identifican con el tema de estudio.

Protocolos de ensayos. Fichas estandarizadas por la normativa para el registro de datos obtenidos en laboratorios para posteriormente analizarlas detalladamente.

Matriz de análisis de datos. Recopilación de resultados obtenidos a través de los respectivos ensayos para capacidad portante.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. *Procesamiento de datos*

Ubicación y muestreo de suelos.

Con los permisos previos de los propietarios de los terrenos, se identificó cada una de las calicatas en el sector de expansión de la localidad de Choropampa que tiene un área de 2 hectáreas, ubicado al noreste del centro de la ciudad, realizando 6 calicatas con medidas de 1.5x1.5x3 metros de largo, ancho y profundidad; respectivamente con herramientas manuales. Sacando las muestras respectivas para la caracterización física y mecánica del suelo de cimentación, extrayéndose las muestras naturales y alteradas a cada uno de sus estratos, se plastificó cada una de las muestras conservándose en parafina llevándolas al laboratorio y evaluarlas, también se obtuvo muestras de suelo natural y alterado a 1.5 metros de la calicata y con el mismo método de conservación para el ensayo de corte directo. Además, a manera de comprobación de la magnitud y velocidad de los asentamientos diferenciales se realizó ensayos de consolidación unidimensional para una muestra de suelo natural y una muestra de suelo alterado del porcentaje de cloruro de calcio y cemento que mejor mejore de cada calicata.

Ensayos de laboratorio de suelo natural y alterado.

Se utilizará las siguientes normas técnicas peruanas para los ensayos de laboratorio: NTP 339.127 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (INACAL 2019).

NTP 339.128 Método de ensayo para el análisis granulométrico (INACAL 2019).

NTP 339.129 Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos (INACAL 2019).

NTP 339.131 Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo (INACAL 2019).

NTP 339.171 Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (INACAL 2017).

NTP 339.154 Método de ensayo normalizado para propiedades de consolidación unidimensional de suelos (INACAL 2015).

Mejoramiento de suelos con la combinación de cloruro de calcio y cemento.

Se determinó el porcentaje de cloruro de calcio y el porcentaje de cemento (8%, 10% y 15% para el cloruro de calcio y 4% para el cemento) para su combinación y mejoramiento del suelo de cimentación, en base al peso específico del suelo. Para el ensayo de corte directo se formaron probetas de suelo natural y probetas de suelo alterado con las combinaciones de cloruro de calcio y cemento mencionadas, cabe recalcar que en la combinación se varió solo el porcentaje de cloruro de calcio, para luego llevarlo al laboratorio.

Preparación de la muestra con la combinación de cloruro de calcio y cemento.

La preparación se realizó según el manual de ensayos de materiales, (2016) donde nos indica que, si se utilizan muestras de suelos compactados, la compactación debe hacerse con las condiciones de humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o un molde mayor para recortarlas. El posón para compactar deberá tener un área de contacto con el suelo igual o menor a un medio del área del molde. El material requerido para el espécimen

será mezclado con suficiente agua para producir el contenido de humedad deseado. Se debe permitir al espécimen permanecer listo antes de la compactación de acuerdo al tipo de suelo (para SW, SP no requiere tiempo de reposo, para SM requiere 3 horas de reposo, para SC, ML, CL requiere 18 horas de reposo y para MH, CH requiere 36 horas de reposo).

Las muestras de suelo se secaron en horno 24 horas y se mezclaron con diferentes proporciones de cloruro de calcio para formar mezclas de 8%, 10% y 15% en peso seco de la muestra. Para agregar más cemento a 4% en peso seco de suelo a cada muestra. Las muestras preparadas se mezclaron con agua para lograr un contenido de humedad de 32% para compactar adecuadamente, dejándolas reposar según el tipo de suelo siguiendo el procedimiento indicado en el manual de materiales (2016) y Abdullah y otros, (2023), para el ensayo de consolidación unidimensional de suelos compactado se guio de Abdullah y otros, (2023) que nos indica los mismos pasos mencionados anteriormente solo se diferencia en la forma de compactado que se realizara en 3 capas de suelo.

Análisis de datos.

Se utilizó el programa Microsoft Excel para ordenar, procesar y agrupar los datos obtenidos de capacidad portante con los ensayos de corte directo.

3.7.Aspectos éticos

La realización de investigaciones científicas se debe generar bajo ciertos criterios éticos que el investigador tomara en cuenta para la obtención y presentación de resultados de la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Descripción de resultados

4.1.1. Propiedades físicas del suelo de cimentación

4.1.1.1. Propiedades físicas del suelo natural de cimentación

Se llevo a cabo un estudio de mecánica de suelos con el objetivo de determinar el contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia y gravedad específica en seis calicatas, que se distribuyeron uniformemente en el sector de expansión del distrito de Choropampa, provincia de Chota, región Cajamarca que cuenta con un área de dos hectáreas. Para el contenido de humedad se extrajeron muestras de suelo natural permitiendo conocer la proporción de agua existente en dicho suelo. Los resultados indican que la calicata 1 presento el mayor valor de humedad con 37.58% mientras que la calicata 6 presentó el resultado más bajo con 12.53% detallándose en la tabla 8.

El análisis granulométrico consistió en pasar las muestras por una serie de tamices que van desde 1 ½” hasta el No 200. Se constató que la totalidad del material paso a través del tamiz de 1”, mientras que los porcentajes de material que atravesaron el tamiz No 200 fueron de 0.26%, 0.32%, 0.50%, 1.23%, 2.65% y 1.46% para las calicatas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente. Estos resultados son presentados en la tabla 9.

La determinación del límite líquido se realizó utilizando la copa casa grande, con el material seco que pasa la malla No 40, se dividió en tres fracciones cada una humedecida con distinta cantidad de agua, contabilizando los golpes necesarios hasta lograr la conformación adecuada de la muestra. Posteriormente, se sometió la muestra a secado en la estufa para evaluar su contenido de humedad residual. Según la tabla 10, las calicatas 1 y 5 alcanzaron el valor más alto y bajo de límite líquido, con 43.02% y 31.75%, respectivamente. En contraste, las calicatas 2, 3, 4 y 6 registraron valores de 38.14%, 42.31%, 41.81% y 39.80%.

Para evaluar el límite plástico, se moldearon rollizos de suelo de 3mm aproximadamente de diámetro a partir de dos muestras por calicata, los cuales fueron, manipulados hasta la aparición de grietas. Dichas muestras posteriormente fueron secadas para calcular el límite plástico, cuyos resultados se presentan en la tabla 11.

En la determinación de la gravedad específica los resultados indicaron que la calicata 3 obtuvo el mayor valor 2.85 y la calicata 1 obtuvo el menor valor 2.34, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 8

Contenido de Humedad del Suelo de Cimentación Natural

Contenido de Humedad	Calicatas					
	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo húmedo (g)	530.00	519.53	436.10	850.07	1159.73	558.63
Peso de suelo seco (g)	385.23	395.87	320.30	718.83	996.67	496.43
Peso del agua (g)	144.77	123.67	115.80	131.23	163.07	62.20
Contenido de humedad (%)	37.58%	31.04%	36.21%	18.24%	16.42%	12.53%

Tabla 9

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Natural

Calicatas:		1	2	3	4	5	6
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.30%	99.75%	97.44%	99.66%	99.37%	99.44%
No 10	2.0 mm	84.44%	95.52%	76.66%	92.15%	84.49%	87.46%
No 20	0.84 mm	64.02%	80.13%	52.17%	74.16%	51.81%	64.68%
No 40	0.42 mm	31.45%	40.37%	36.31%	54.36%	36.94%	48.34%
No 60	0.25 mm	13.80%	21.41%	27.41%	39.63%	30.72%	38.29%
No 140	0.106 mm	1.79%	11.94%	6.19%	10.01%	12.31%	8.93%
No 200	0.075 mm	0.26%	1.06%	0.50%	1.23%	2.65%	1.46%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 12

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Natural

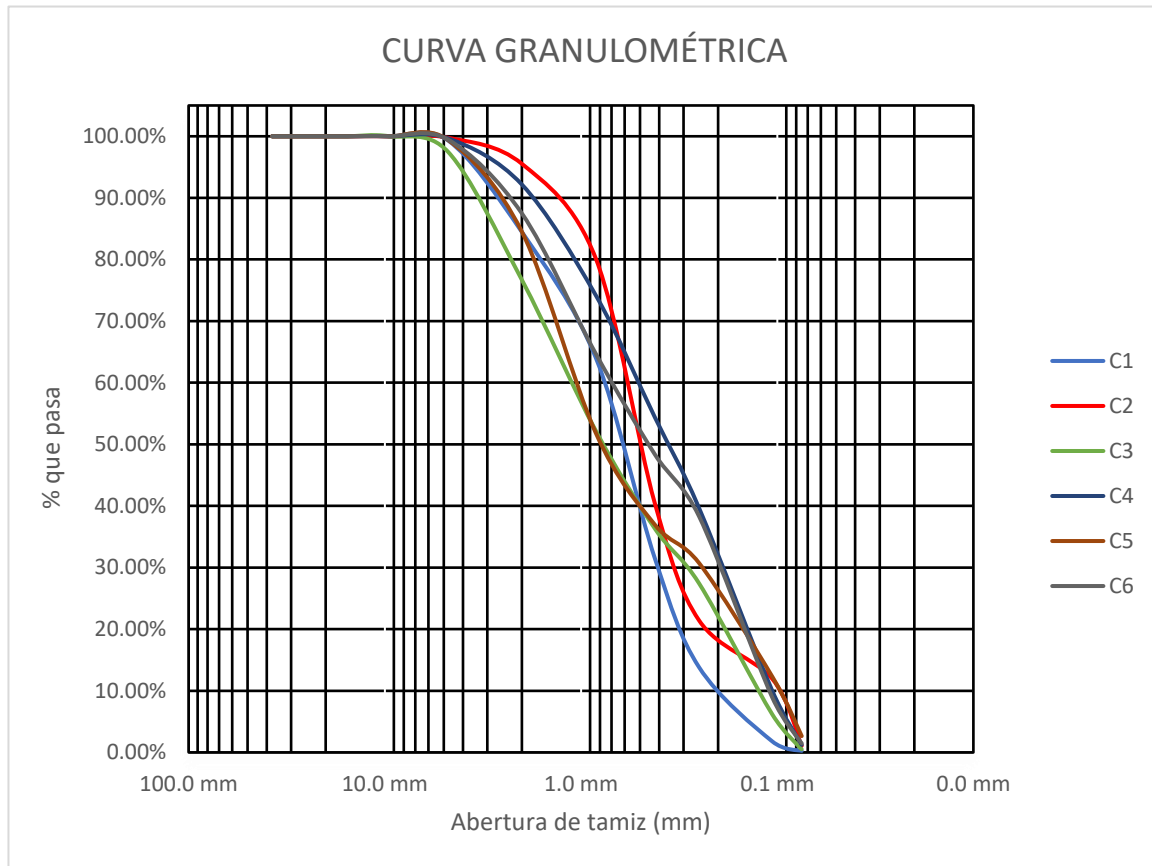


Tabla 10

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Natural

Muestra	Calicatas											
	1		2		3		4		5		6	
	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
1	37	40.30	38	32.73	37	39.02	34	40.28	35	30.57	39	40.16
2	23	43.75	26	40.58	27	44.23	22	40.43	23	30.77	28	40.74
3	17	45.00	13	41.11	15	43.66	12	44.74	13	31.03	17	42.59
Resultado	25	42.86	25	37.69	25	42.24	25	40.99	25	30.73	25	41.34

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 13

Curva de Fluides del Suelo de Cimentación Natural

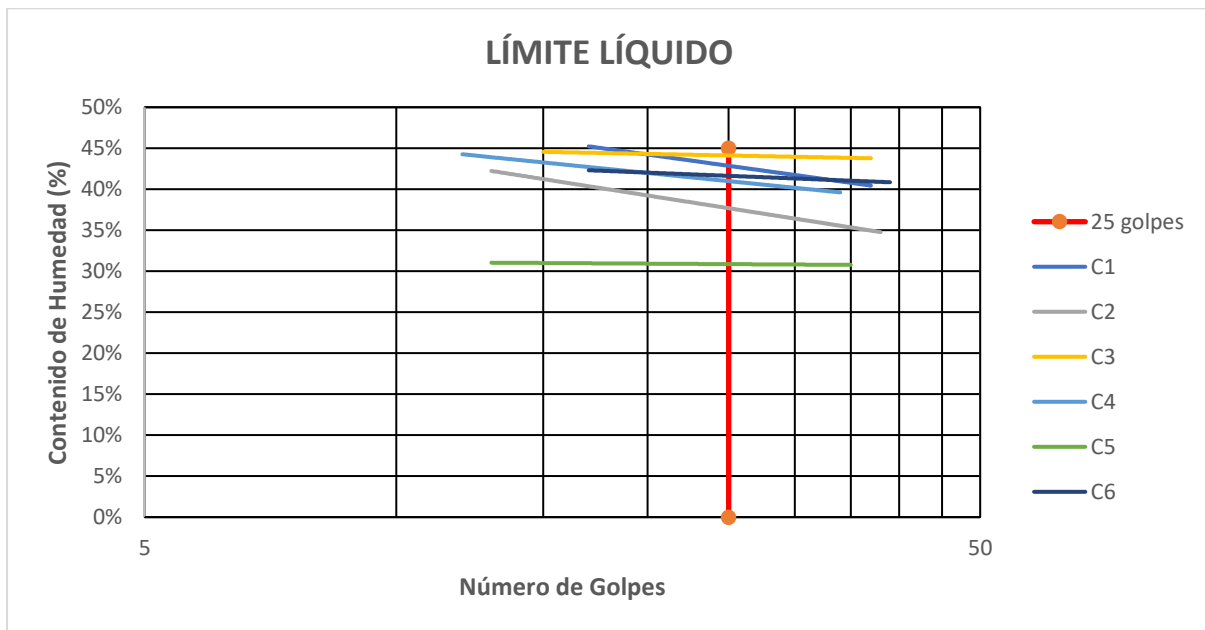


Tabla 11

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Natural

Límite Plástico	Muestras		Promedio
	1	2	
Calicata 1	41.67%	34.57%	38.12%
Calicata 2	33.33%	30.00%	31.67%
Calicata 3	32.00%	37.04%	34.52%
Calicata 4	29.63%	29.41%	29.52%
Calicata 5	29.41%	27.08%	28.25%
Calicata 6	34.21%	28.57%	31.39%

Tabla 12

Límites de Consistencia del Suelo de Cimentación Natural

Límites de Consistencia	Calicatas					
	1	2	3	4	5	6
Límite Líquido	42.86%	37.69%	42.24%	40.99%	30.82%	41.64%
Límite Plástico	38.12%	31.67%	34.52%	29.52%	28.25%	31.39%
Índice Plástico	4.74%	6.02%	7.73%	11.47%	2.57%	10.25%

Tabla 13*Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Natural*

Gravedad Específica	Calicatas					
	1	2	3	4	5	6
Temperatura de la muestra en el horno	110°C	110°C	110°C	110°C	110°C	110°C
Peso de la muestra seca (g)	150	100	30.2	35.1	50.2	35.0
Peso de la fiola más agua destilada (g)	635.7	635.7	368.3	367.8	636.2	368.4
Peso de la fiola más agua destilada más muestra seca (g)	721.6	696.5	387.9	390.3	666.3	389.6
Temperatura (°C)	17	17	17	17	17	17
Factor K	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004	1.0004
Gravedad Específica (Gs):	2.34	2.55	2.85	2.79	2.50	2.53

4.1.1.2. Clasificación del suelo natural de cimentación

Para determinar las características del suelo natural de cimentación del sector de expansión del distrito de Choropampa, se llevaron a cabo estudios geotécnicos consistentes en la apertura de seis calicatas (C1 a C6) distribuidas estratégicamente en el área de intervención. Los resultados obtenidos permitieron identificar las características particulares en cuanto a la presencia de suelo orgánico y la conformación de cada uno de sus estratos, conforme a los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), lo cual fue fundamental para la evaluación del comportamiento del terreno ante cargas. En la calicata C1 se identificó una capa de suelo orgánico con un espesor de 16.5 cm, seguida de un primer estrato que alcanza los 82.25 cm de profundidad, y un segundo estrato que se extiende desde esta profundidad hasta los 3.00 m. La calicata C2 presentó un suelo orgánico de 10.50 cm, un primer estrato de 51.50 cm, y un segundo estrato que se prolonga desde ese punto hasta los

3.00 m. En el caso de la calicata C3, el suelo orgánico alcanzó los 30 cm, el primer estrato llegó hasta los 74.75 cm, y el segundo estrato continuó hasta los 3.00 m de profundidad.

La calicata C4 evidenció una capa orgánica de 45 cm, seguida por un primer estrato de 42 cm, y un segundo estrato que completó la profundidad investigada de 3.00 m. Por otro lado, la calicata C5 no presentó suelo orgánico, teniendo un primer estrato de 95 cm y un segundo estrato que se extendió desde ese punto hasta los 3.00 m. Finalmente, en la calicata C6 se identificó una delgada capa de suelo orgánico de 5 cm, un primer estrato de 35 cm, y un segundo estrato que alcanzó la profundidad máxima de 3.00 m.

Todas las calicatas presentan suelos limoso arenosos con baja plasticidad (ML), menos del 50% de suelo pasa la malla No 200, es decir que el suelo en su mayoría es arenoso, mostrándose los resultados que pasan dicha malla en cada calicata C1 (0.26%), C2 (1.06%), C3 (0.50%), C4 (1.23%), C5 (2.65%) y C6 (1.46%) respectivamente. El porcentaje de arenas más alto y más bajo corresponden a la calicata C1 (99.04%) y a la calicata C5 (96.72%), por otro lado, las calicatas C2, C3, C4 Y C6 obtuvieron resultados de 98.69%, 96.94%, 98.42% y 97.98% respectivamente. El contenido de gravas en los suelos evaluados es reducido, con valores que oscilan entre un mínimo de 0.25% en la calicata C2 y un máximo de 2.56% en la calicata C3. En función a estos resultados y agregando el análisis granulométrico, se concluye que el suelo correspondiente al sector de expansión del distrito de Choropampa, provincia de Chota, región de Cajamarca se clasifica predominante como suelo arenoso, de tipo arena mal gradada (SP), con excepción de la calicata C2 que presenta un suelo de tipo arena bien gradada (SW), presentando características de baja plasticidad, con presencia de arena y una proporción limitada de gravas.

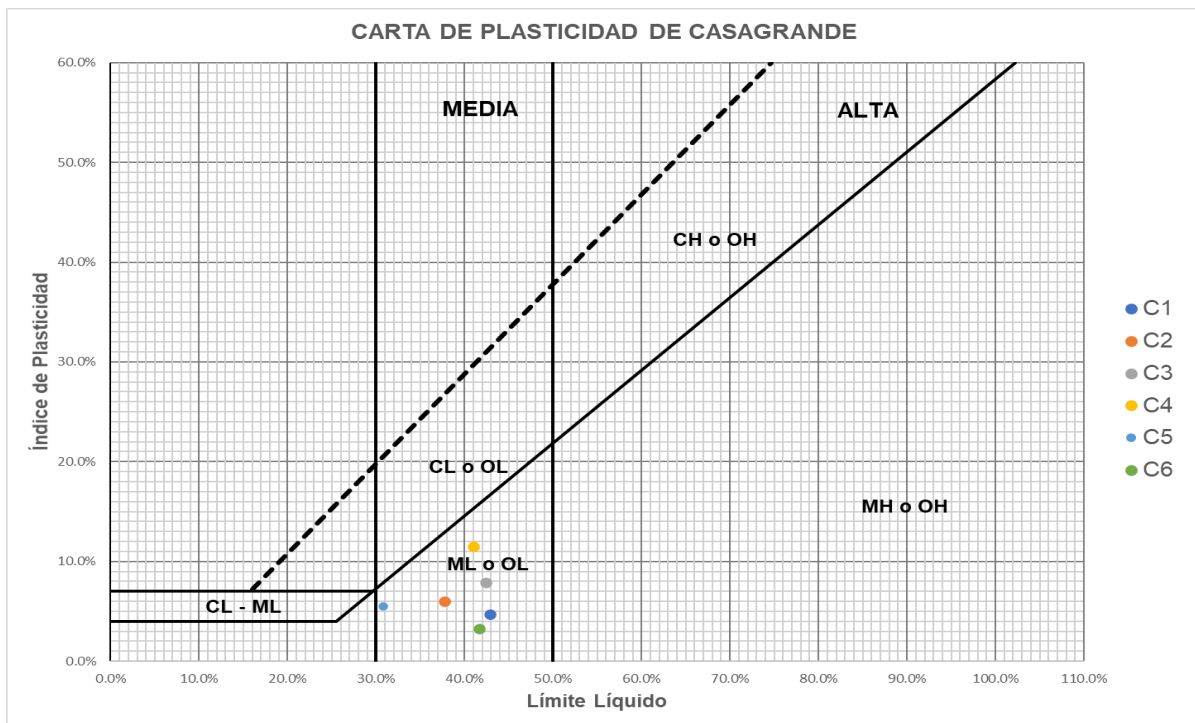
Tabla 14

Clasificación del Suelo de Cimentación Natural

C1		C2		C3		C4		C5		C6	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
42.86	4.74	37.69	6.02	42.24	7.73	40.99	11.47	30.82	5.50	41.64	3.24
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Figura 14

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Natural



4.1.2. Propiedades físicas, mecánicas y capacidad portante del suelo de cimentación alterado

4.1.2.1. Propiedades físicas del suelo de cimentación agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Con el fin de observar el comportamiento del cloruro de calcio combinado con el cemento en las propiedades físicas del suelo natural de cimentación, se recolectó muestras de seis calicatas, las cuales se llevaron al laboratorio, aplicando las dosificaciones previamente establecidas. Para el análisis granulométrico se utilizaron muestras de la calicata C1 a la calicata C6. En el caso particular de la calicata C1, la muestra inicial presentó 0.70% de grava. Tras la adición de los estabilizantes, dicho porcentaje se incrementó a 1.68%, 4.26% y 3.43% de grava, como se observa en la tabla 15 y figura 15.

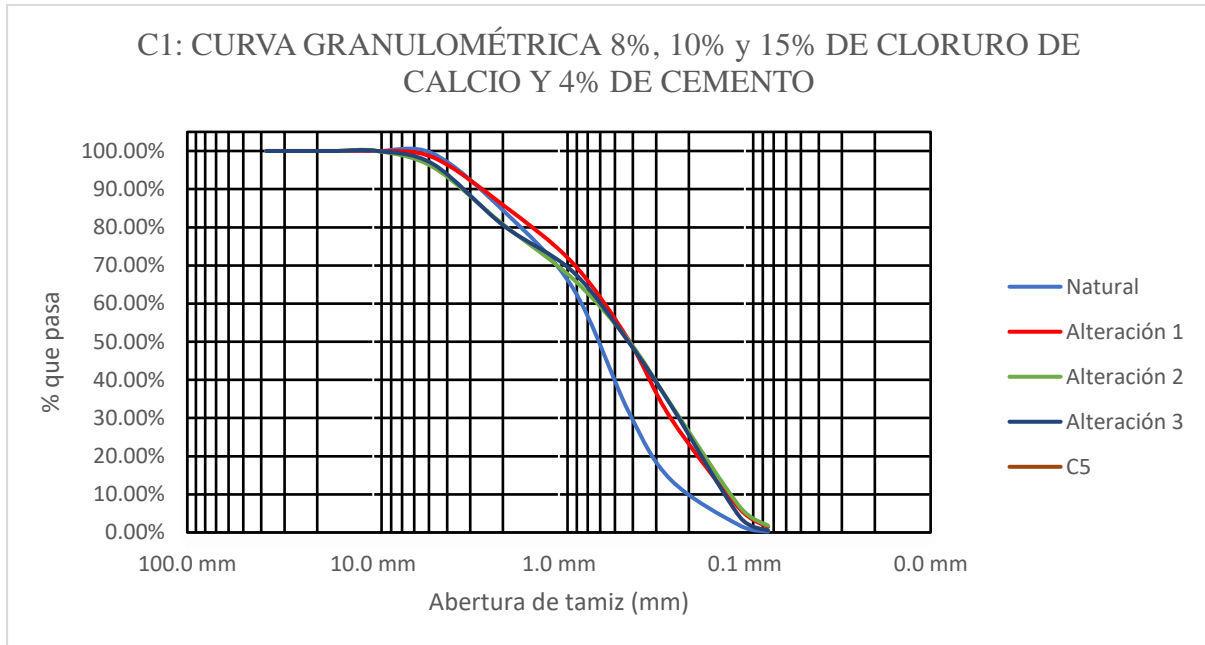
Tabla 15

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 1:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.30%	98.32%	95.74%	96.57%
No 10	2.0 mm	84.44%	85.84%	80.77%	80.55%
No 20	0.84 mm	64.02%	70.54%	66.48%	68.32%
No 40	0.42 mm	31.45%	50.30%	50.18%	49.79%
No 60	0.25 mm	13.80%	29.93%	33.58%	33.39%
No 140	0.106 mm	1.79%	6.11%	6.64%	3.99%
No 200	0.075 mm	0.26%	1.48%	1.80%	0.57%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 15.

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de



La muestra que corresponde a la calicata C2 en su forma natural presentó 0.25% de grava. No obstante, después de aplicar las dosificaciones de los estabilizantes definidos se incrementó a 1.52% 1.35% y 2.67% respectivamente. Asimismo, el contenido de arena disminuyó progresivamente de 98.39% a 98.15%, 97.28% y 96.65%. Finalmente, los finos de 1.06% descendió a 0.33%, luego se incrementó a 1.37%, y se redujo a 0.68%, mostrándose en la tabla 16 y figura 16.

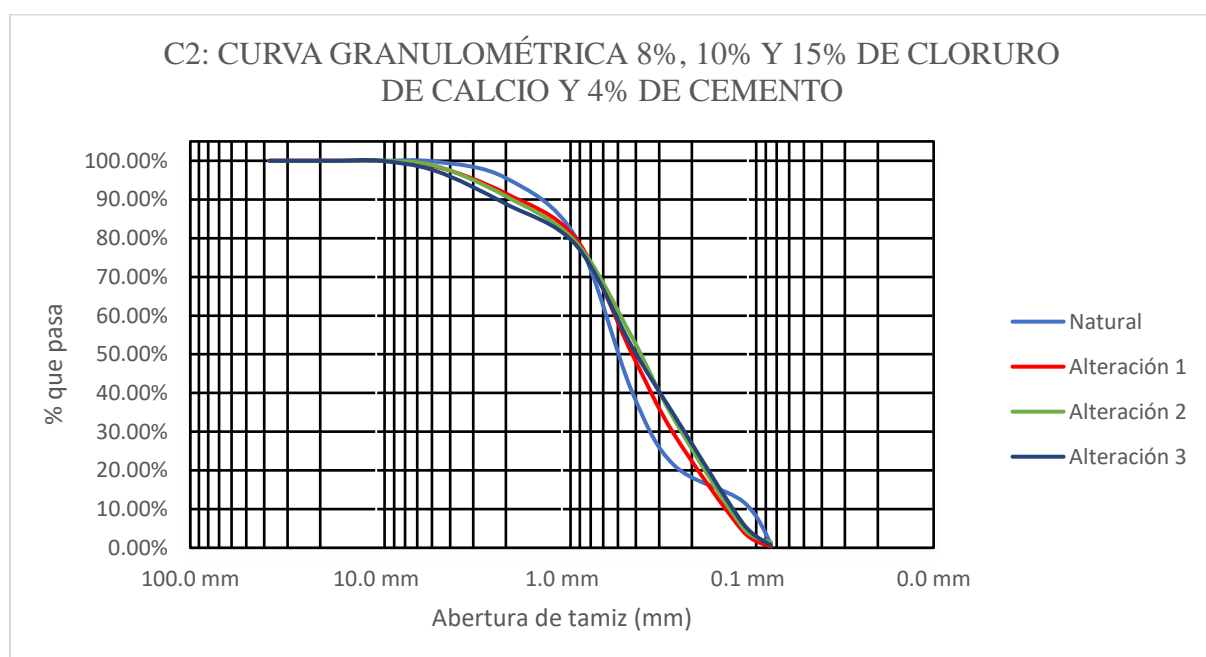
Tabla 16

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 2:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.75%	98.48%	98.65%	97.33%
No 10	2.0 mm	95.52%	91.51%	90.82%	88.84%
No 20	0.84 mm	80.13%	79.84%	78.97%	78.21%
No 40	0.42 mm	40.37%	50.16%	54.42%	51.95%
No 60	0.25 mm	21.41%	29.45%	33.33%	34.42%
No 140	0.106 mm	11.94%	4.29%	5.18%	6.27%
No 200	0.075 mm	1.06%	0.33%	1.37%	0.68%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 16

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



En el caso de la calicata C3, el contenido de grava en su estado natural es de 2.56%. Sin embargo, cuando se aplicó los estabilizantes químicos con las dosificaciones respectivas disminuyó a 1.15% y 1.12% respectivamente. Por otro lado, la arena mostró en su estado natural 96.94% incrementándose hasta 98.52%, 98.51% y 98.45%. En cuanto a su estado natural de los finos es de 0.50% disminuyéndose a 0.32%, 0.38% y 0.43%, detallándose en la tabla 17 y figura 17.

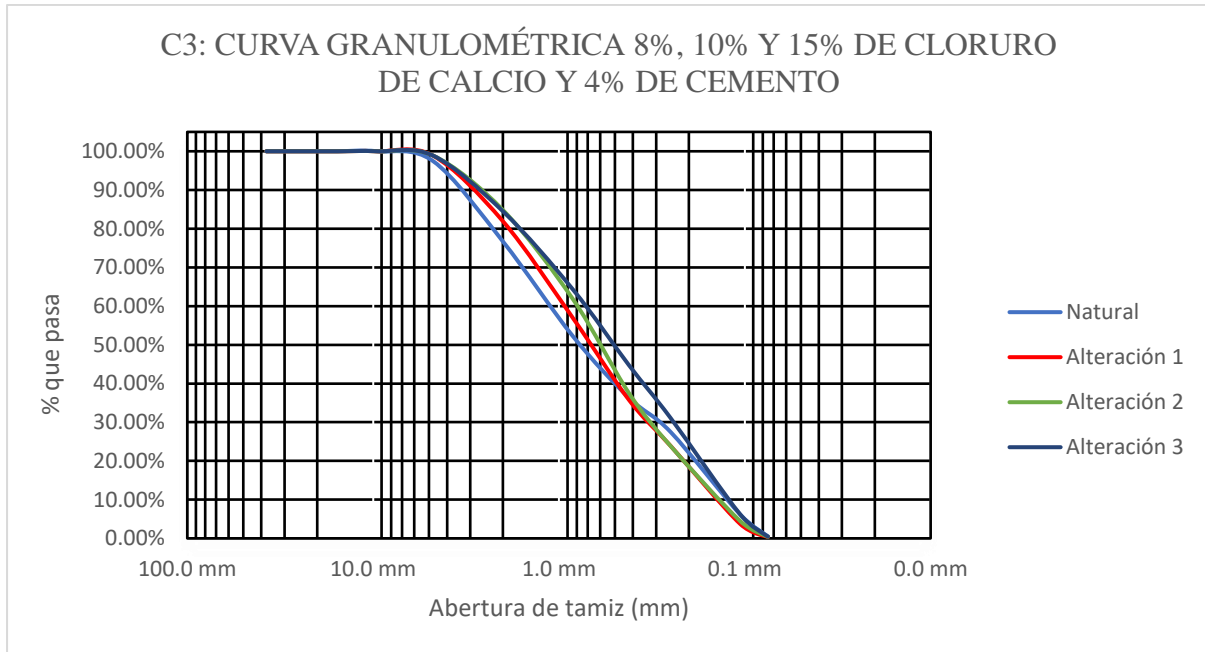
Tabla 17

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 3:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	97.44%	98.85%	98.88%	98.88%
No 10	2.0 mm	76.66%	81.89%	84.79%	84.47%
No 20	0.84 mm	52.17%	56.88%	61.76%	64.27%
No 40	0.42 mm	36.31%	35.76%	37.50%	44.72%
No 60	0.25 mm	27.41%	23.82%	23.79%	31.01%
No 140	0.106 mm	6.19%	3.75%	4.49%	6.24%
No 200	0.075 mm	0.50%	0.32%	0.38%	0.43%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 17

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



La muestra original de la calicata C4, mostro un contenido de grava de 0.34%. Sin embargo, tras la aplicación de las dosificaciones de estabilizantes previamente definidas, se produjo un aumento a 4.04%, 3.89% y 3.82%. Por su parte la arena presento una disminución de 98.42% a 95.47%, 95.74% y 95.87% en ese orden. En cuanto a los finos, se redujo progresivamente de 1.23% a 0.49%, 0.36% y 0.32%. Evidenciándose en la tabla 18 y figura 18.

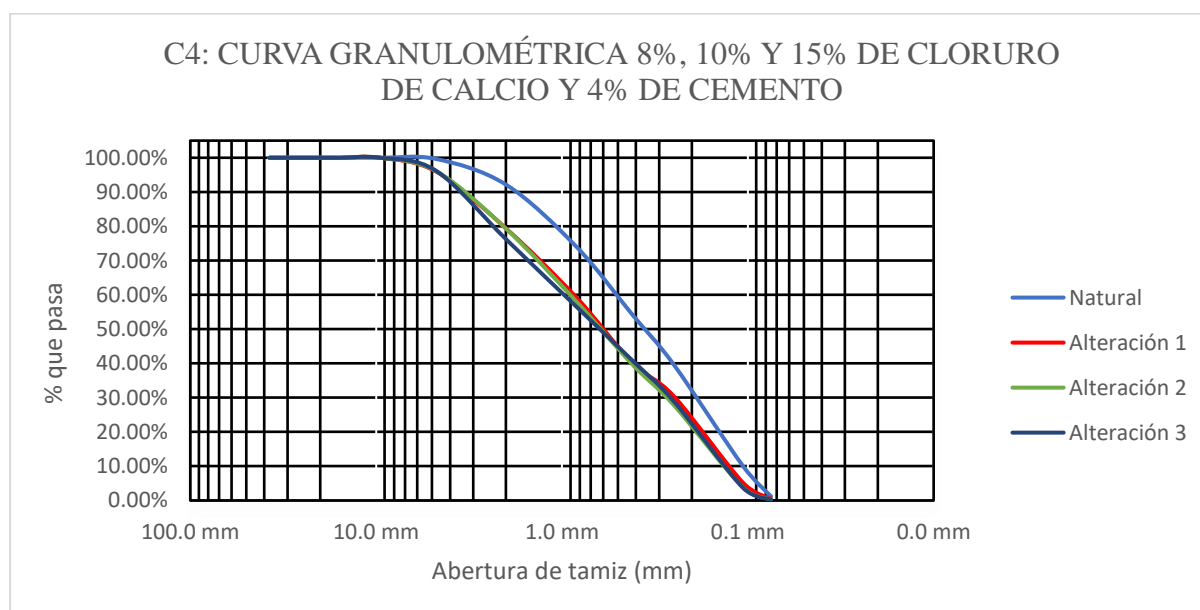
Tabla 18

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 4:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.66%	95.96%	96.11%	96.18%
No 10	2.0 mm	92.15%	79.38%	79.29%	76.23%
No 20	0.84 mm	74.16%	59.36%	58.17%	56.65%
No 40	0.42 mm	54.36%	40.26%	39.80%	40.96%
No 60	0.25 mm	39.63%	30.42%	27.85%	28.93%
No 140	0.106 mm	10.01%	5.16%	3.73%	3.69%
No 200	0.075 mm	1.23%	0.49%	0.36%	0.32%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 18

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



El contenido de grava en la calicata C5 es de 0.63%, tras la incorporación de los estabilizantes establecidos disminuyo en las primeras dosificaciones a 0.51% y 0.35%, respectivamente, luego aumento ligeramente a 1.06% en la tercera. En cuanto al contenido de arena, vario de 96.72% a 96.70%, 97.40% y 95.74%, manteniéndose ligeramente estables. Por su parte los finos con un valor inicial de 2.65% aumentaron a 2.78% y 3.20% en la primera y tercera mezcla, y disminuyo a 2.25% en la segunda, teniendo una tendencia más inestable. Lo cual se aprecia en la tabla 19 y figura 19.

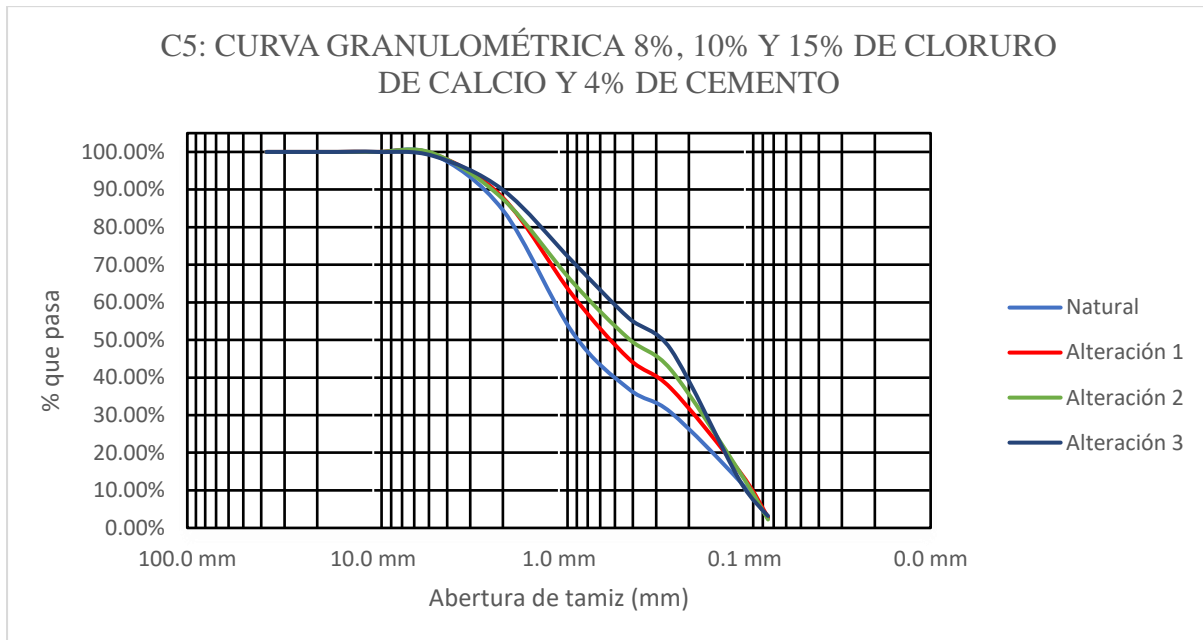
Tabla 19

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 5:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.37%	99.49%	99.65%	98.94%
No 10	2.0 mm	84.49%	87.80%	87.46%	89.89%
No 20	0.84 mm	51.81%	61.77%	65.25%	70.74%
No 40	0.42 mm	36.94%	44.97%	50.27%	55.77%
No 60	0.25 mm	30.72%	37.16%	42.10%	47.48%
No 140	0.106 mm	12.31%	14.84%	14.71%	12.43%
No 200	0.075 mm	2.65%	2.78%	2.25%	3.20%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 19

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



Para la calicata C6, en su estado inicial presentó 0.56% de grava. Tras la aplicación de los estabilizantes este incremento de forma progresiva a 0.71%, 1.22% y finalmente a 1.99%. En cuanto a la arena, presentó una leve disminución de 97.98% a 96.47%, 96.44% y 95.675 en ese orden. Por otro lado, los finos aumentaron pasando de 1.46% a 2.82% para luego estabilizarse en 2.34 % en las siguientes. Estos cambios reflejan como la distribución granulométrica varía al aplicar estos estabilizantes. Tal como se muestra en la tabla 20 y figura 20.

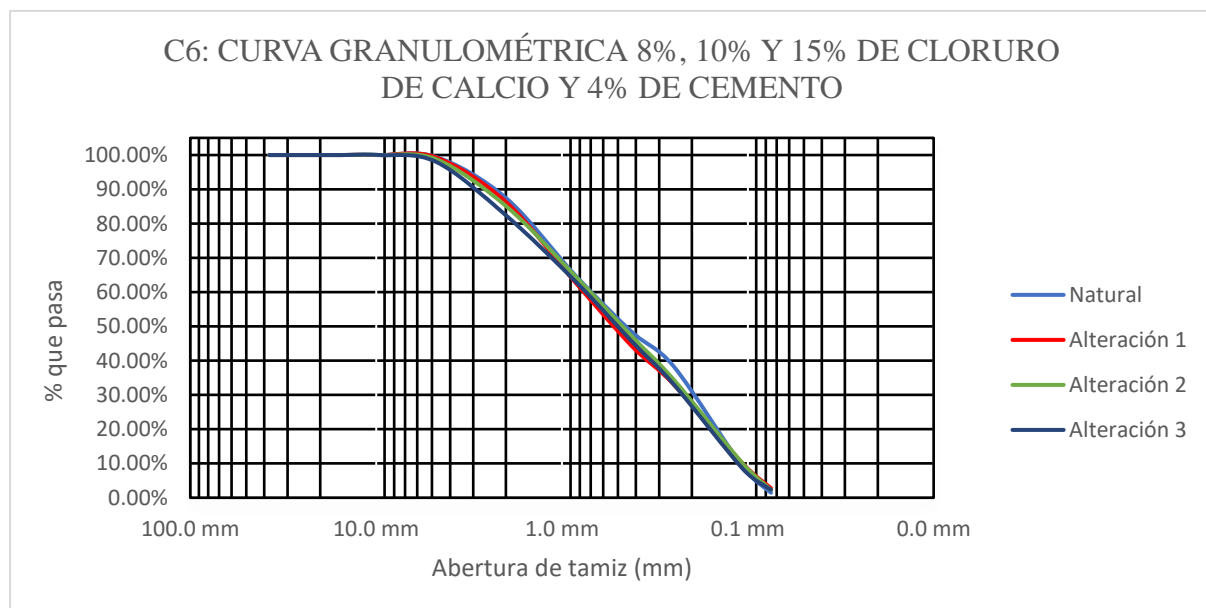
Tabla 20

Análisis Granulométrico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 6:		Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Malla	Abertura	% que pasa	% que pasa	% que pasa	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	99.44%	99.29%	98.78%	98.01%
No 10	2.0 mm	87.46%	86.29%	85.12%	82.39%
No 20	0.84 mm	64.68%	62.61%	64.41%	62.96%
No 40	0.42 mm	48.34%	44.22%	47.05%	45.57%
No 60	0.25 mm	38.29%	33.03%	34.43%	33.06%
No 140	0.106 mm	8.93%	9.89%	9.88%	8.34%
No 200	0.075 mm	1.46%	2.82%	2.34%	2.34%
Cazoleta		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 20

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



En la evaluación del límite líquido se evaluó las muestras correspondientes a las calicatas C1 a C6, tras la incorporación de los aditivos propuestos, se observó una variación significativa en los resultados. En el caso de las calicatas C1 y C2, se evidenció un incremento progresivo del límite líquido. Para la calicata C1, los valores aumentaron de un 42.86% inicial hasta alcanzar 44.63%, 46.43% y finalmente 50.46% detallándose en la tabla 21. De manera similar, en la calicata C2 los resultados pasaron de 37.69% a 46.22%, 45.53% y 47.81% los resultados se muestran en la tabla 22. Por otro lado, la calicata C3 presentó una tendencia no uniforme, reduciendo su límite líquido en las dos primeras dosificaciones registrando valores que pasaron de 42.24% a 42.13% y en las últimas dosificaciones se redujo a 41.34% y 39.17% estos resultados se presentan en la tabla 23. Para la calicata C4, el valor inicial de 40.99% aumentó a 44.63%, para luego reducirse a 39.70% y aumentar a 42.84% exponiéndose en la tabla 24. En el caso de la calicata C5, el límite líquido pasó de un valor inicial de 30.73% a un máximo de 45.43%, seguido de una disminución a 31.86% y 30.82% estos resultados son organizados en la tabla 25. En la calicata C6 se obtuvieron resultados pasando de 41.34% llegando a un valor de 41.66% y disminuyéndose a un valor de 40.69% y 39.83% los cuales se presentan en la tabla 26.

Tabla 21

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 1:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
17	45.00%	13	51.52%	15	49.28%	14	52.00%
23	43.75%	24	43.94%	25	45.90%	22	51.16%
37	40.30%	33	42.59%	33	45.33%	34	49.18%
25	42.86%	25	44.63%	25	46.43%	25	50.46%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 21

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

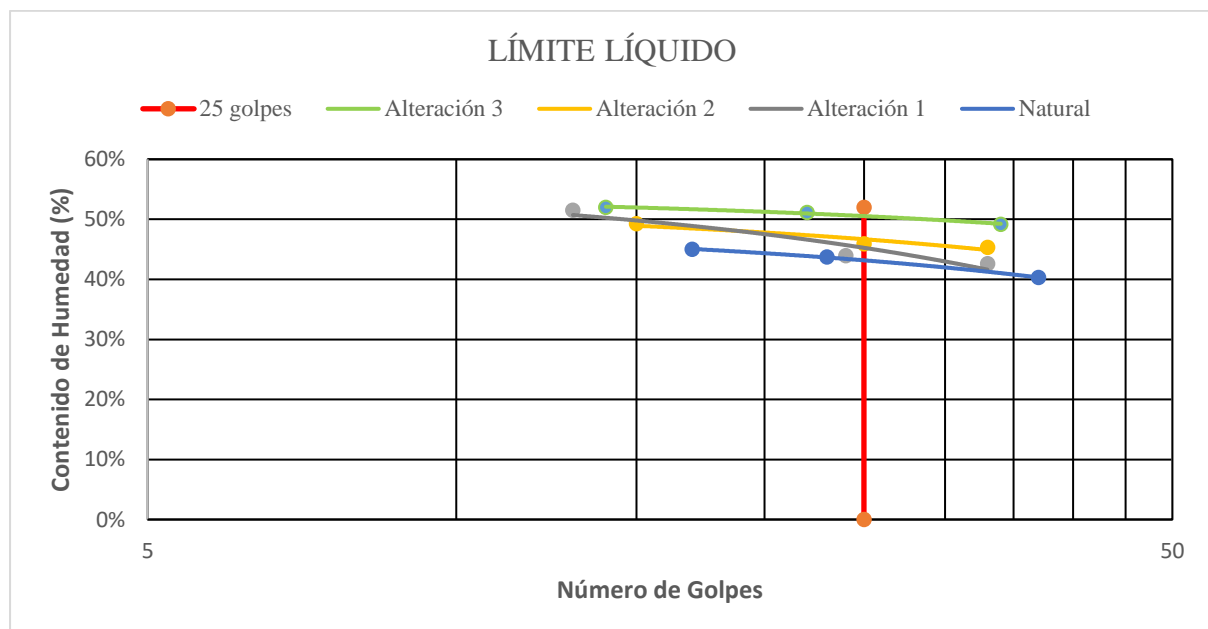


Tabla 22

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 2:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
13	41.11%	16	50.85%	17	48.10%	13	52.00%
26	40.58%	20	47.54%	27	44.44%	22	48.15%
38	32.73%	35	43.33%	37	43.55%	37	45.65%
25	37.69%	25	46.22%	25	45.53%	25	47.81%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 22

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

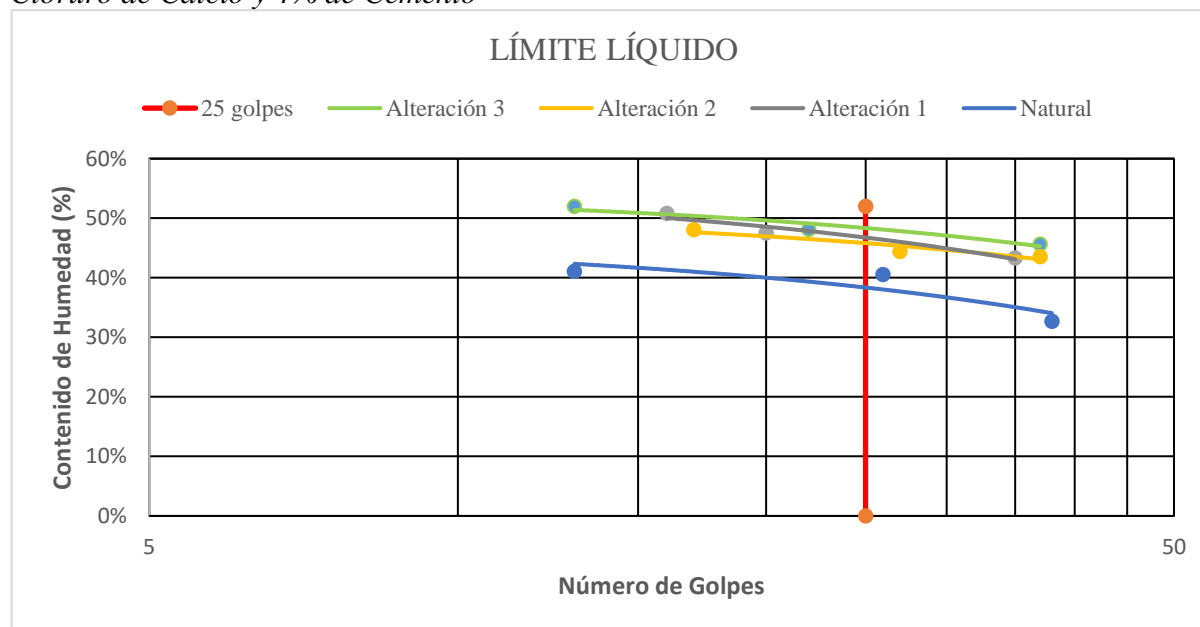


Tabla 23

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 3:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
15	43.66%	13	44.93%	12	46.34%	18	40.91%
27	44.23%	27	41.94%	22	44.44%	21	39.07%
37	39.02%	37	40.32%	38	36.84%	38	37.84%
25	42.24%	25	42.13%	25	41.34%	25	39.17%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 23

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

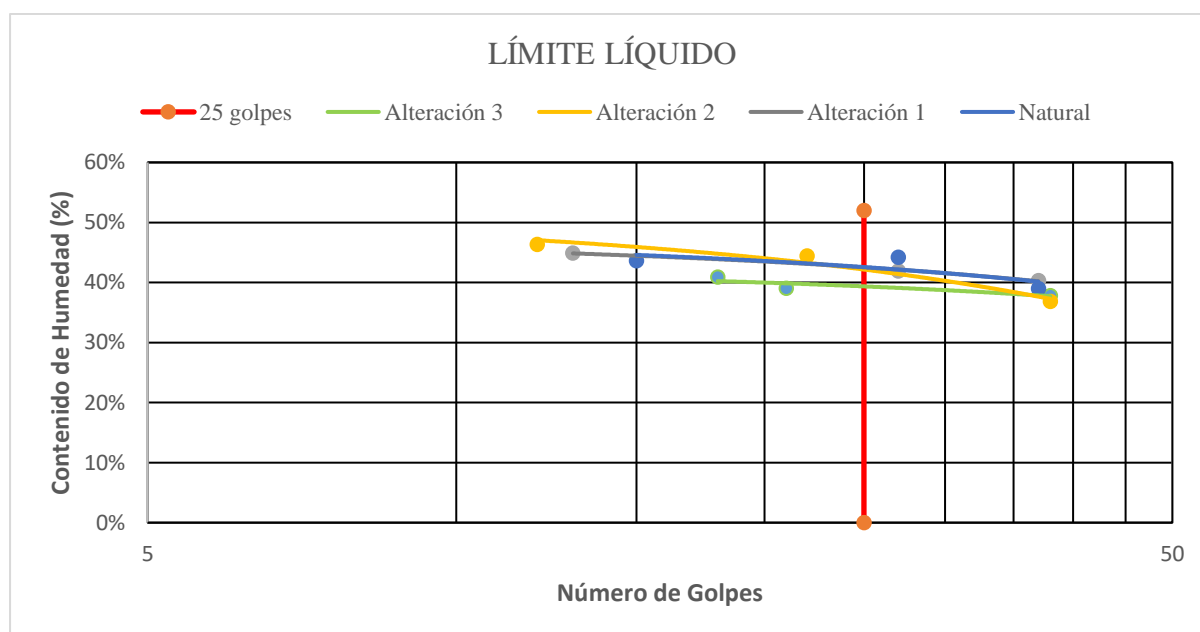


Tabla 24

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 4:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
12	44.74%	16	47.73%	15	46.88%	13	43.10%
22	40.43%	24	46.38%	27	37.09%	26	42.86%
34	40.28%	36	40.82%	37	35.71%	38	42.65%
25	40.99%	25	44.63%	25	39.70%	25	42.84%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 24

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

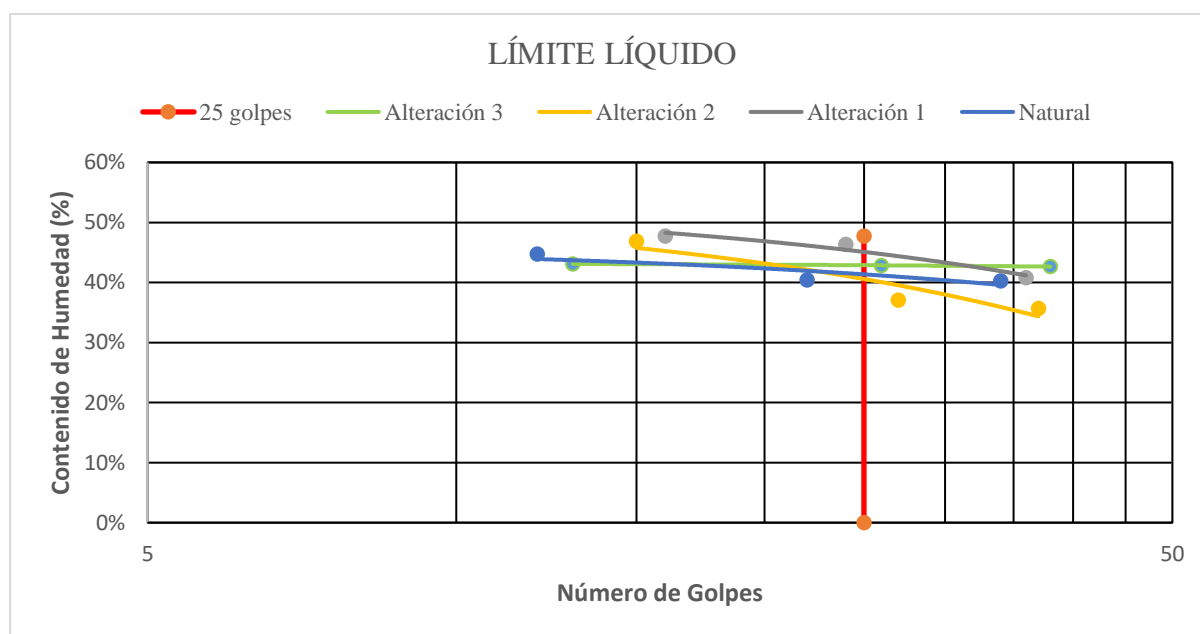


Tabla 25

Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 5:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
13	31.03%	17	48.98%	18	32.81%	12	33.85%
23	30.77%	22	45.31%	28	32.79%	20	31.03%
35	30.57%	31	44.26%	32	29.87%	31	30.36%
25	30.73%	25	45.43%	25	31.86%	25	30.82%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 25

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

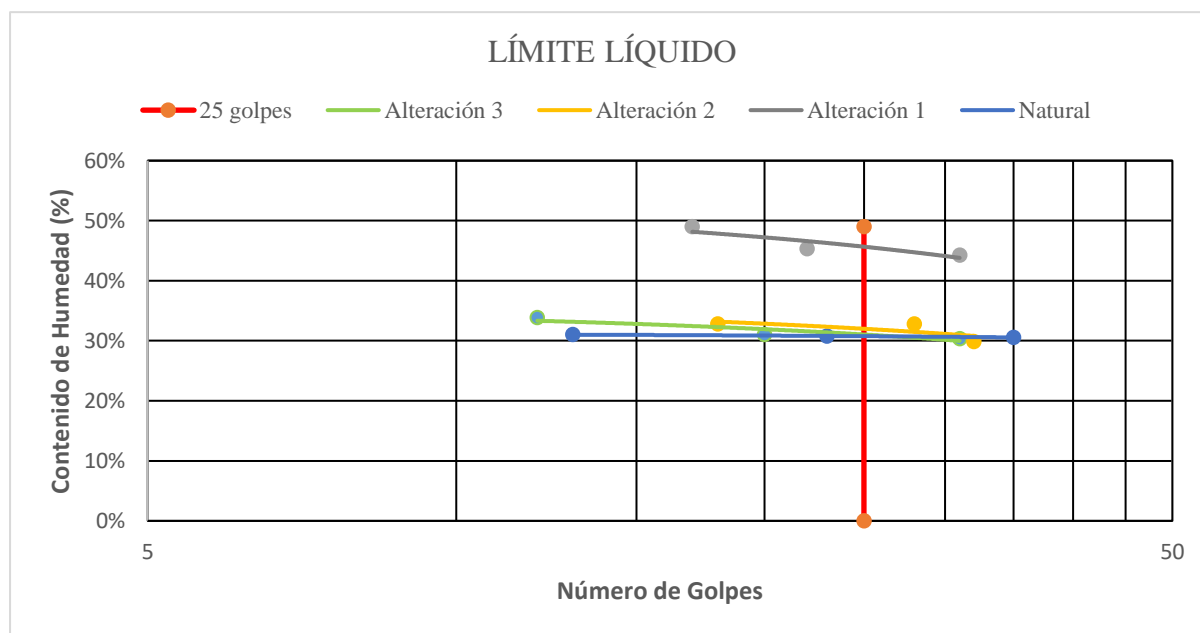


Tabla 26

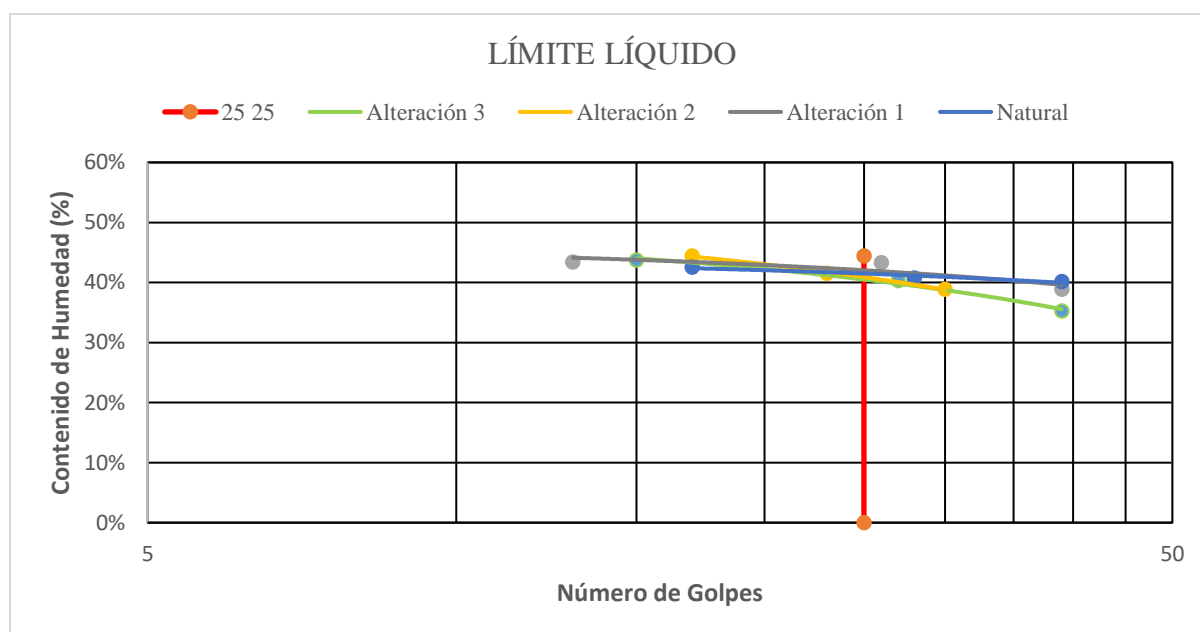
Límite Líquido del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 6:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%	Golpes	%
17	42.59%	13	43.40%	17	44.44%	15	43.75%
28	40.74%	26	43.33%	23	41.54%	27	40.35%
39	40.16%	39	38.89%	30	38.89%	39	35.29%
25	41.34%	25	41.66%	25	40.69%	25	39.83%

Nota. Golpes (Numero de golpes), % (contenido de humedad), el resultado obtenido corresponde al contenido de humedad del suelo cuando se alcanzan los 25 golpes en el ensayo, lo cual define su límite líquido. Este valor se determina a partir de la curva de fluidez elaborada con los datos experimentales.

Figura 26

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



En la evaluación del límite plástico en las calicatas C1 a C6, se notó una variación considerable en los resultados al incorporar los porcentajes de aditivos previamente establecidos. En el caso

de las calicatas C1 y C3 el límite plástico se redujo a 37.80% y 30.1% al agregar el 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento, mostrándose en las tablas 27 y 29. Asimismo, en la calicata C6 su límite plástico bajo a 31.39% al aplicar 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento, exponiéndose en la tabla 32. En las calicatas sobrantes el límite plástico aumento en todas sus dosificaciones, estos resultados se muestran en las tablas 29, 30 y 31.

Tabla 27

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 1:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	41.67%	34.57%	38.12%
Alteración 1	42.86%	36.36%	39.61%
Alteración 2	37.50%	38.10%	37.80%
Alteración 3	39.13%	37.50%	38.32%

Figura 27

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

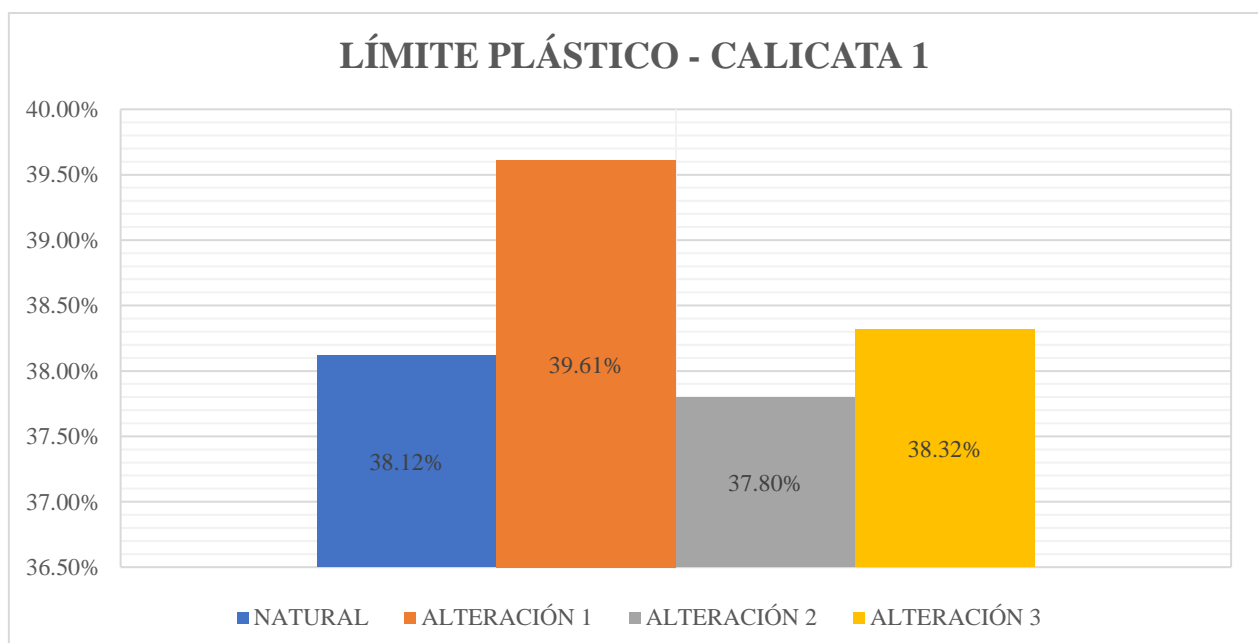


Tabla 28

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 2:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	33.33%	30.00%	31.67%
Alteración 1	40.74%	33.33%	37.04%
Alteración 2	36.67%	35.14%	35.91%
Alteración 3	43.33%	37.14%	40.24%

Figura 28

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

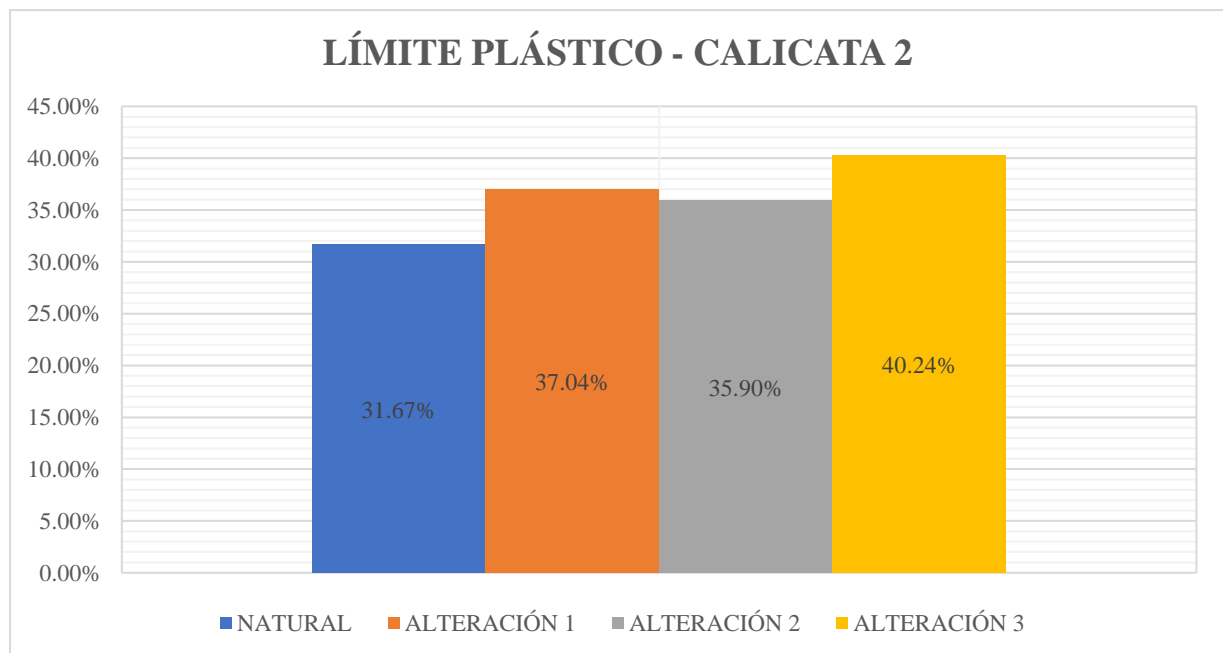


Tabla 29

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 3:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	32.00%	37.04%	34.52%
Alteración 1	35.71%	43.48%	39.60%
Alteración 2	32.14%	28.12%	30.13%
Alteración 3	43.33%	37.14%	37.93%

Figura 29

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

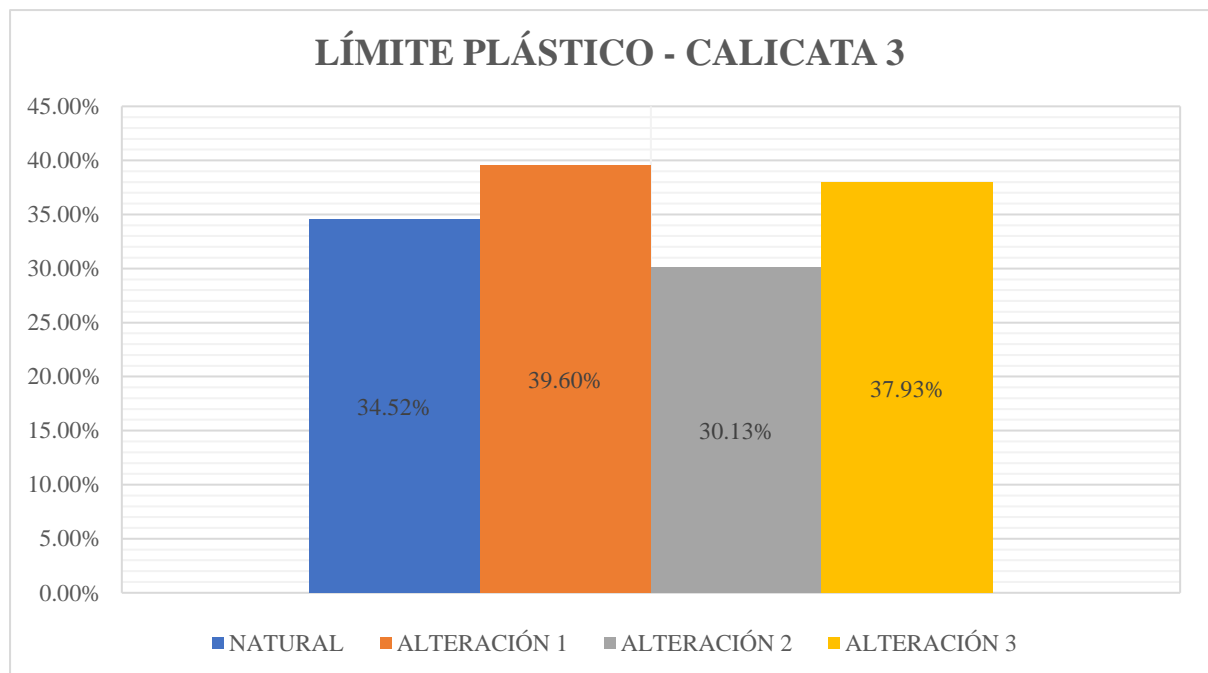


Tabla 30

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 4:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	29.63%	29.41%	29.52%
Alteración 1	41.38%	41.38%	41.38%
Alteración 2	38.71%	32.00%	35.36%
Alteración 3	30.30%	30.00%	30.15%

Figura 30

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

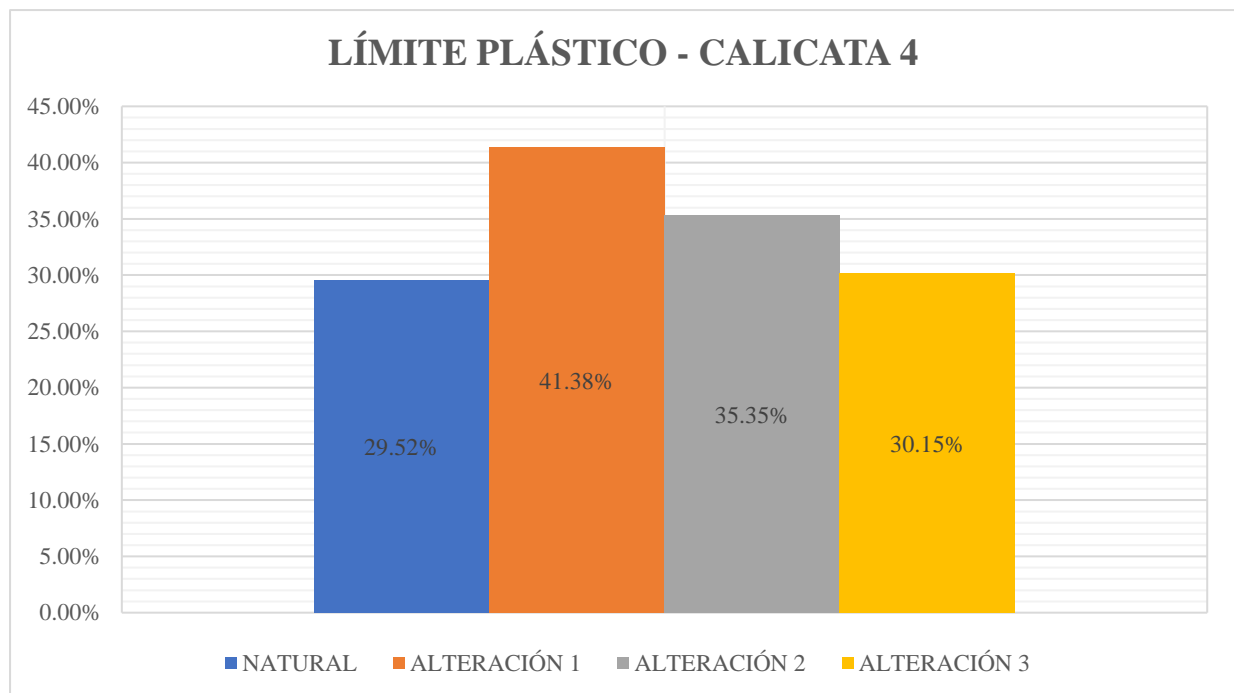


Tabla 31

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 5:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	25.64%	25.00%	25.32%
Alteración 1	27.03%	28.57%	27.80%
Alteración 2	28.57%	27.50%	28.04%
Alteración 3	29.41%	27.08%	28.25%

Figura 31

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

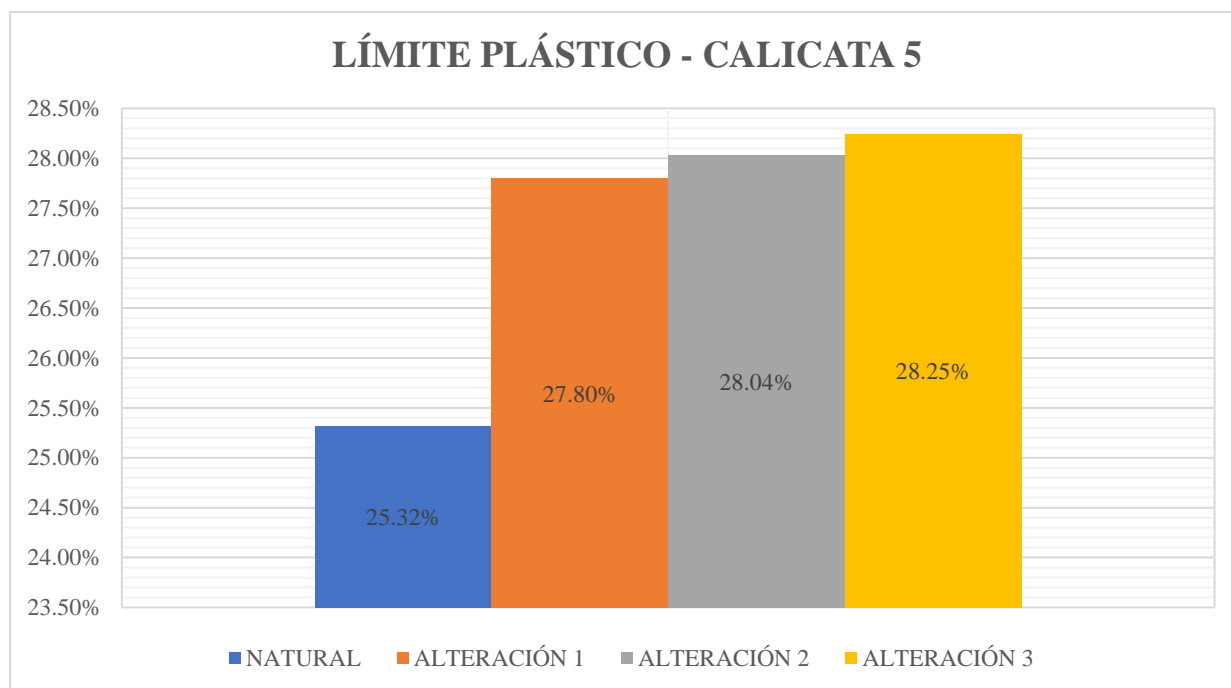


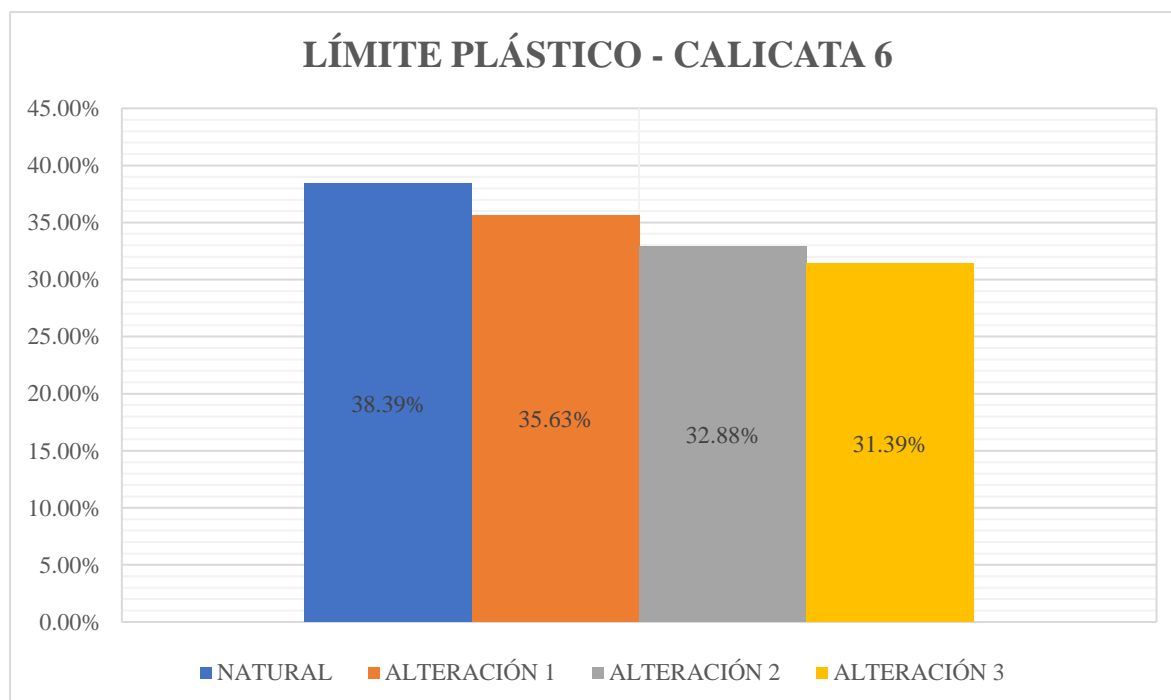
Tabla 32

Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 6:	Muestra		Promedio
	1	2	
Natural	37.50%	39.29%	38.40%
Alteración 1	37.93%	33.33%	35.63%
Alteración 2	32.43%	33.33%	32.88%
Alteración 3	34.21%	28.57%	31.39%

Figura 32

Comparación del Límite Plástico del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



En el caso de la gravedad específica las calicatas C2, C3 y C5 al agregar el 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento, sus valores presentan una caída más pronunciada de 2.55, 2.85 y 2.50 a 2.53, 2.62 y 2.40 presentándose en las tablas 34, 35 y 37. Asimismo en las calicatas C4 y C6 sus valores se reducen más de 2.79 y 2.53 a 2.54 y 2.47 al agregar al agregar el 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento exponiéndose en las tablas 36 y 38. Por otro lado, en la calicata C1 todos sus valores aumentan observándose en la tabla 33.

Tabla 33

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 1:	Gravedad Específica
Natural	2.34
Alteración 1	2.65
Alteración 2	2.68
Alteración 3	2.62

Figura 33

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

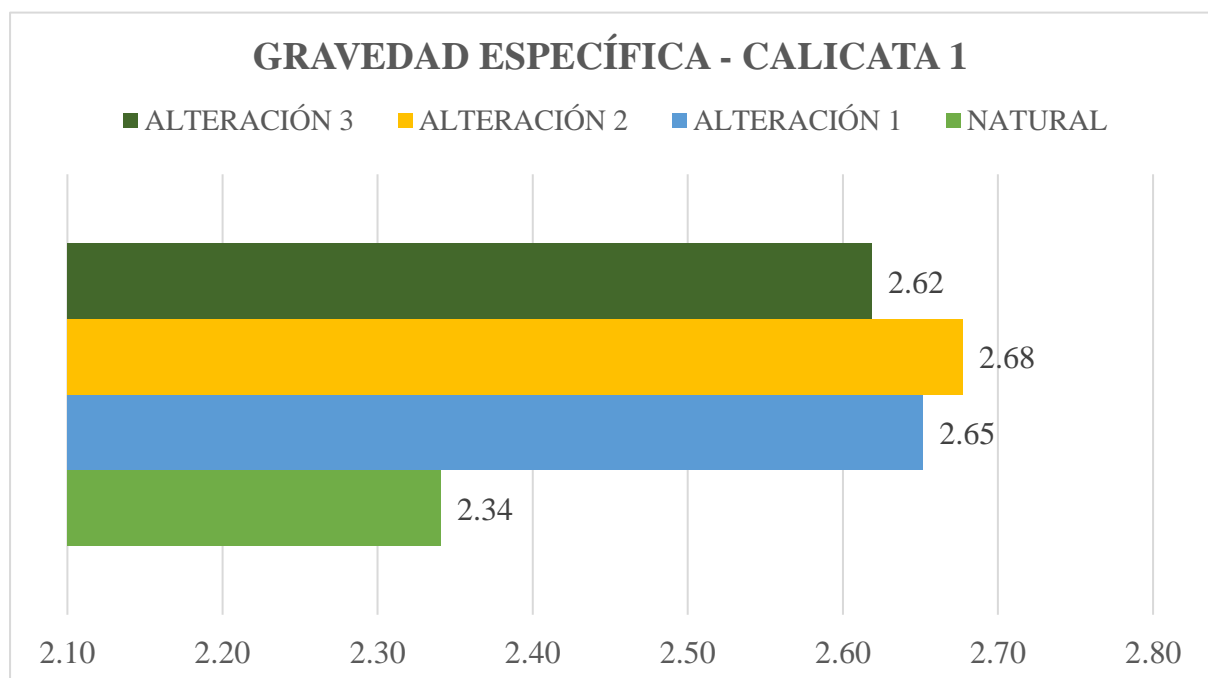


Tabla 34

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 2:	Gravedad Específica
Natural	2.55
Alteración 1	2.66
Alteración 2	2.53
Alteración 3	2.62

Figura 34

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

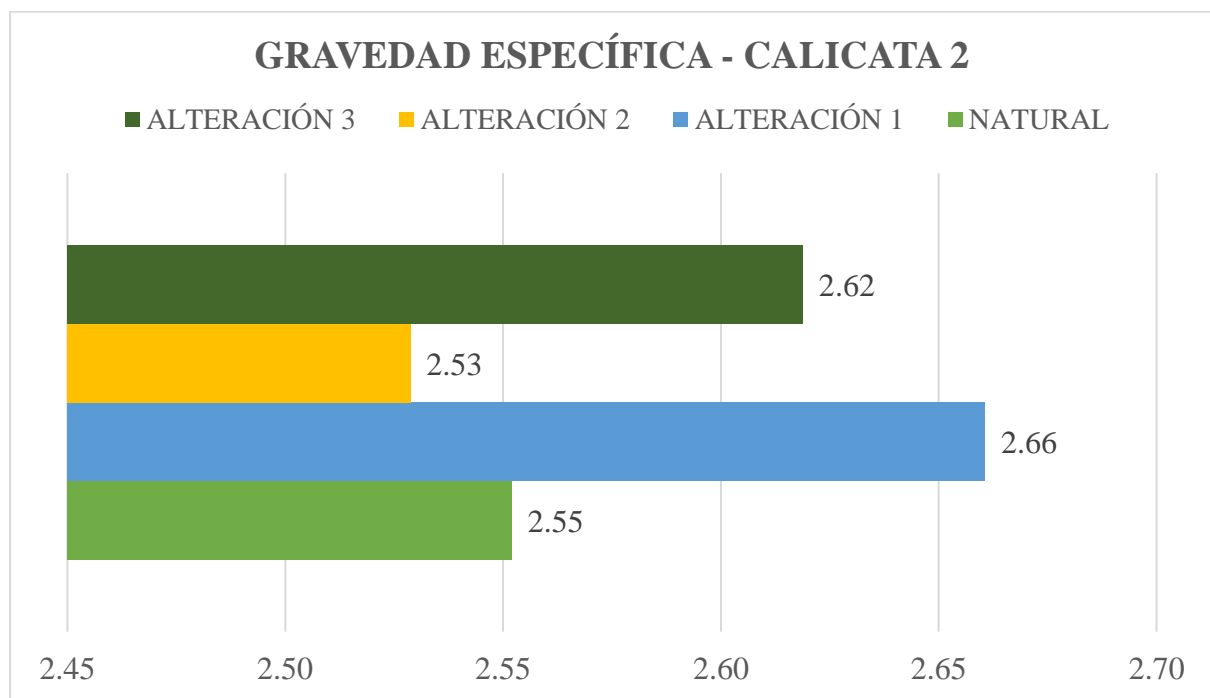


Tabla 35

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 3:	Gravedad Específica
Natural	2.85
Alteración 1	2.98
Alteración 2	2.62
Alteración 3	2.98

Figura 35

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

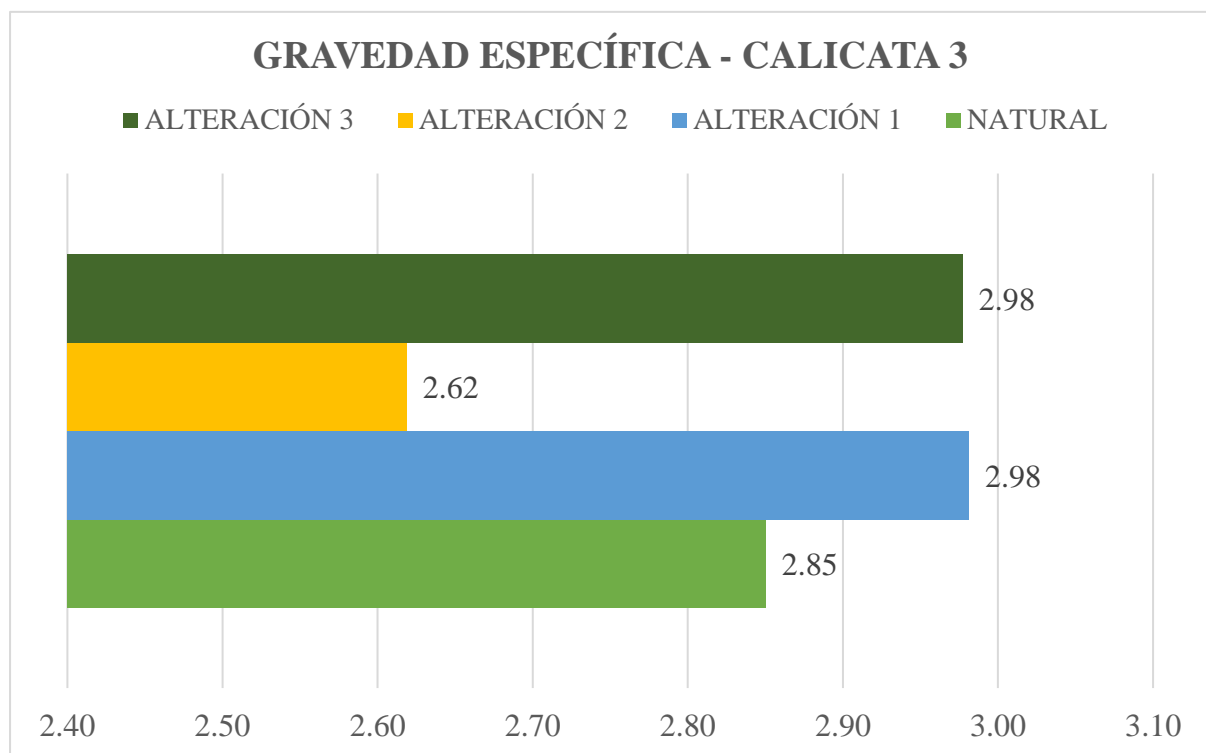


Tabla 36

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 4:	Gravedad Específica
Natural	2.79
Alteración 1	2.54
Alteración 2	2.57
Alteración 3	2.59

Figura 36

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

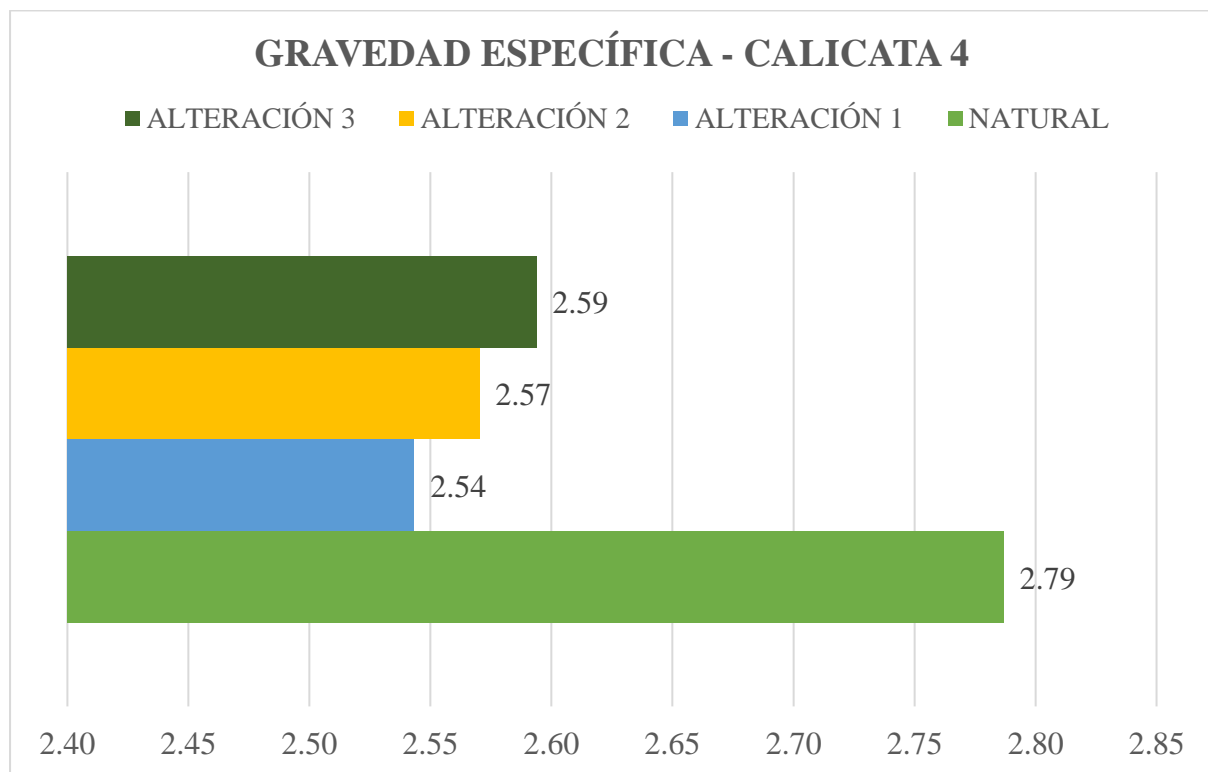


Tabla 37

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 5:	Gravedad Específica
Natural	2.50
Alteración 1	2.68
Alteración 2	2.40
Alteración 3	2.69

Figura 37

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

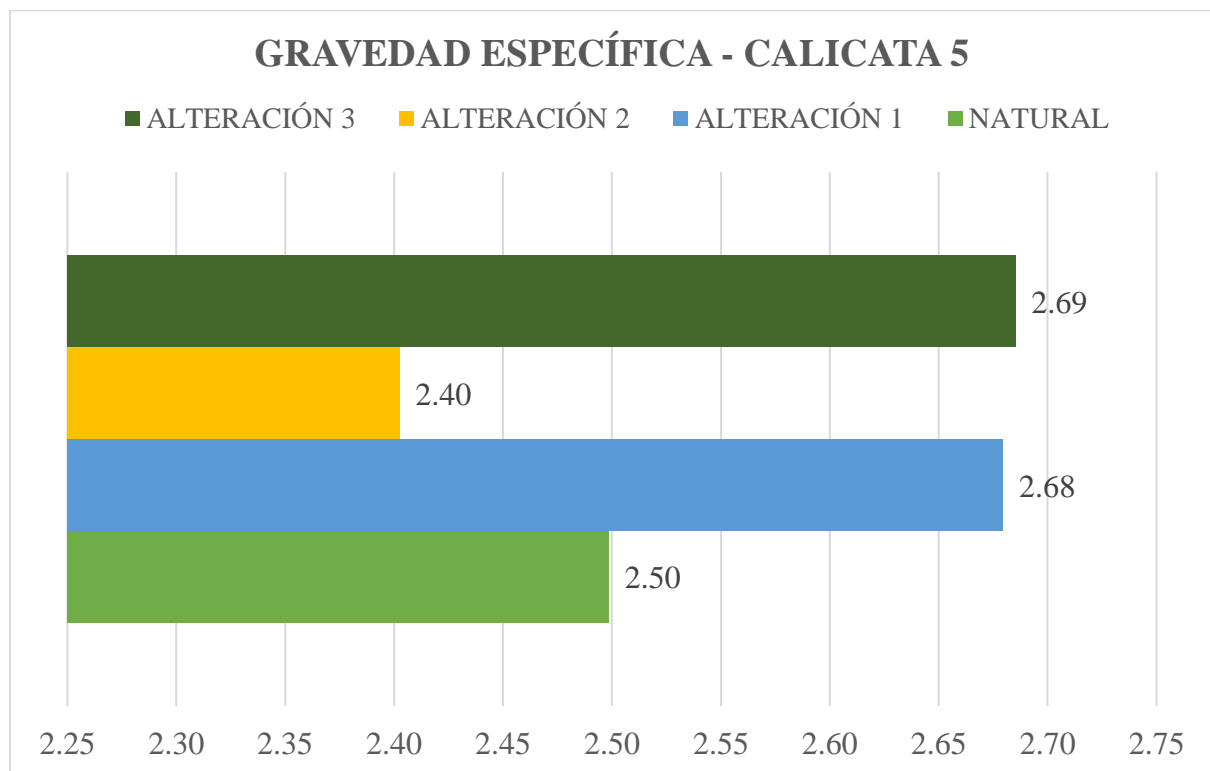


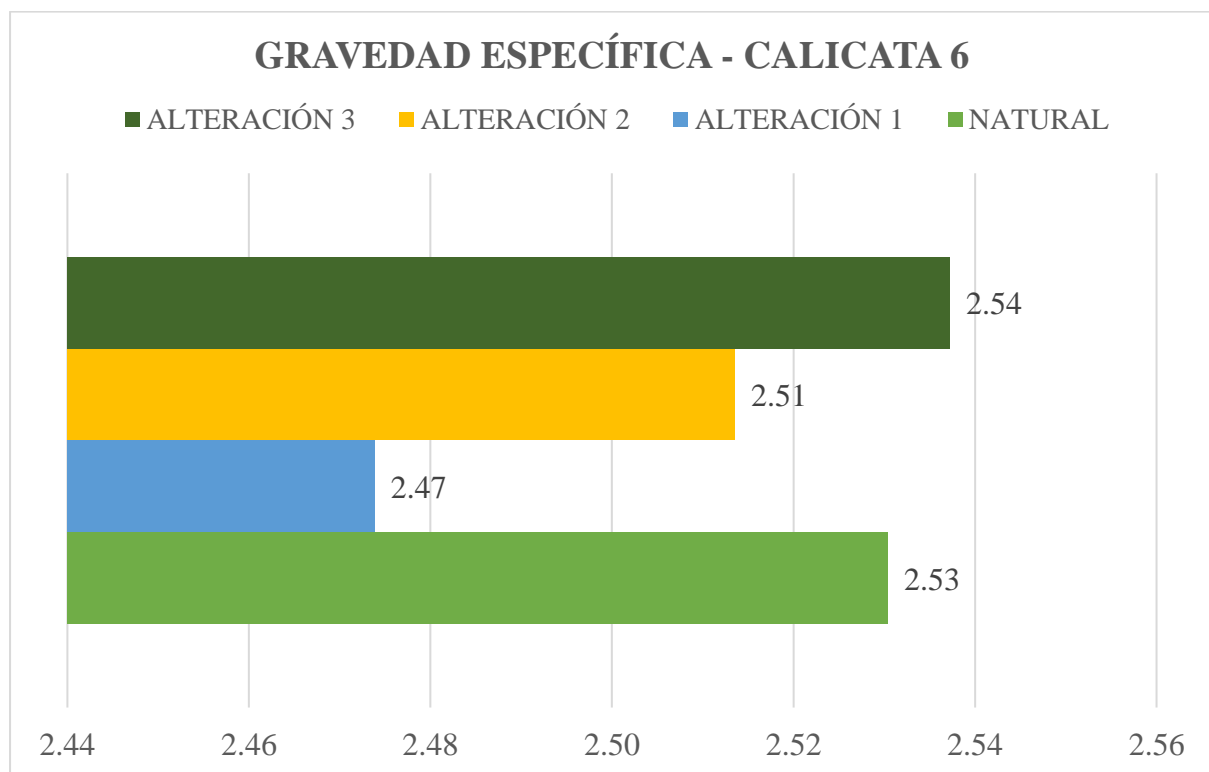
Tabla 38

Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 6:	Gravedad Específica
Natural	2.53
Alteración 1	2.47
Alteración 2	2.51
Alteración 3	2.54

Figura 38

Comparación de la Gravedad Específica del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



Clasificación del suelo de cimentación agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Se realizó la evaluación de la clasificación SUCS del suelo alterado con las dosificaciones de aditivos mencionados obteniéndose resultados correspondientes en las calicatas C3 y C5 una disminución mayor del índice plástico con la adición del 15% de cloruro de calcio y 4% cemento, teniendo inicialmente un índice plástico de 7.73% y 5.41% reduciéndose a 1.25% y 2.58 respectivamente. Asimismo, en la calicata C4 paso de 11.47% a 3.25% con la combinación de 15% de cloruro de calcio y 4% cemento. El resto de calicatas sus índices plásticos tienden a aumentar progresivamente. En cuanto a la clasificación SUCS nos arroja resultados para la calicata C1 un suelo de tipo MH (Limo de alta plasticidad) al agregar 15% de cloruro de calcio y 4% cemento. En contraste, las demás calicatas nos salen un suelo del tipo ML (Limo de baja plasticidad). Pero al analizar los resultados con el análisis granulométrico nos sale un suelo de tipo SP (arena mal gradada) para todas las calicatas.

Tabla 39

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 1:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
42.86%	4.74%	44.63%	5.02%	46.43%	8.64%	50.46%	12.14%

Figura 39

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C1 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

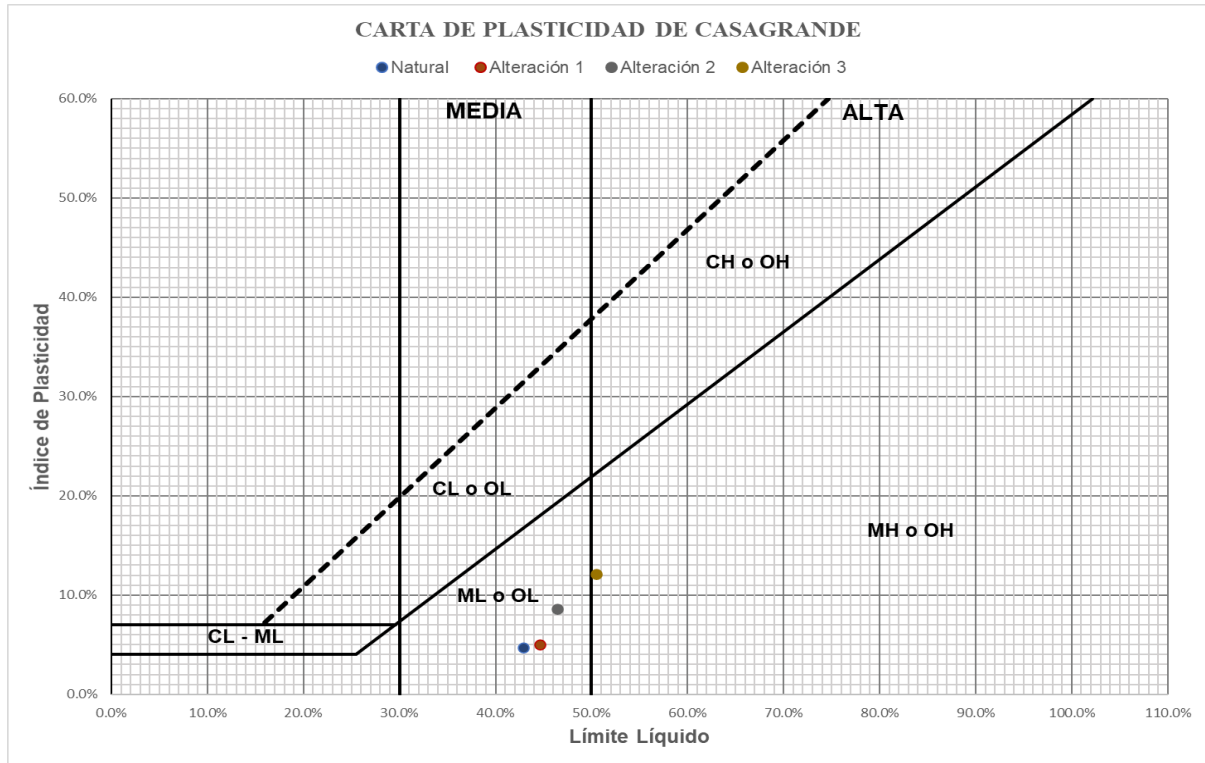


Tabla 40

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 2:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
37.69%	6.02%	46.22%	9.18%	45.53%	9.63%	47.81%	7.57%

Figura 40

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C2 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

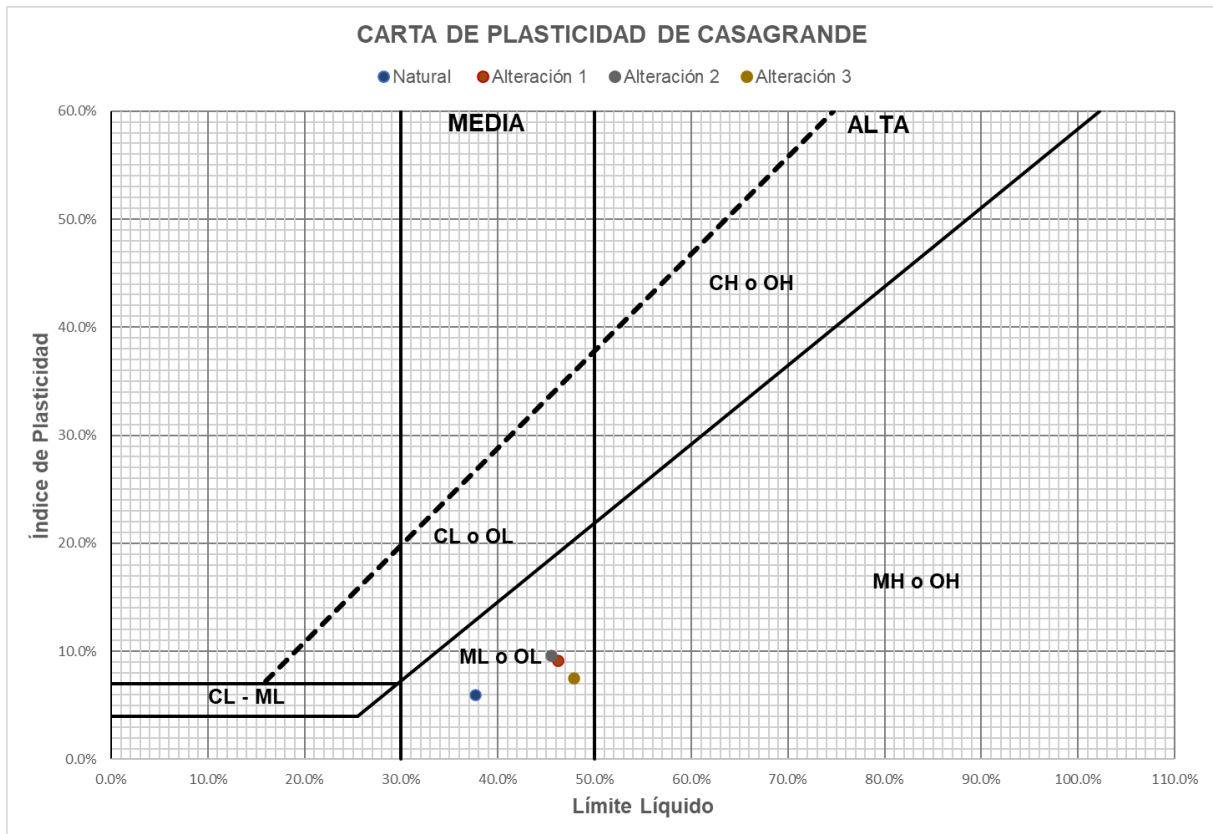


Tabla 41

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 3:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
42.24%	7.73%	42.13%	2.53%	41.34%	11.21%	39.17%	1.25%

Figura 41

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C3 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

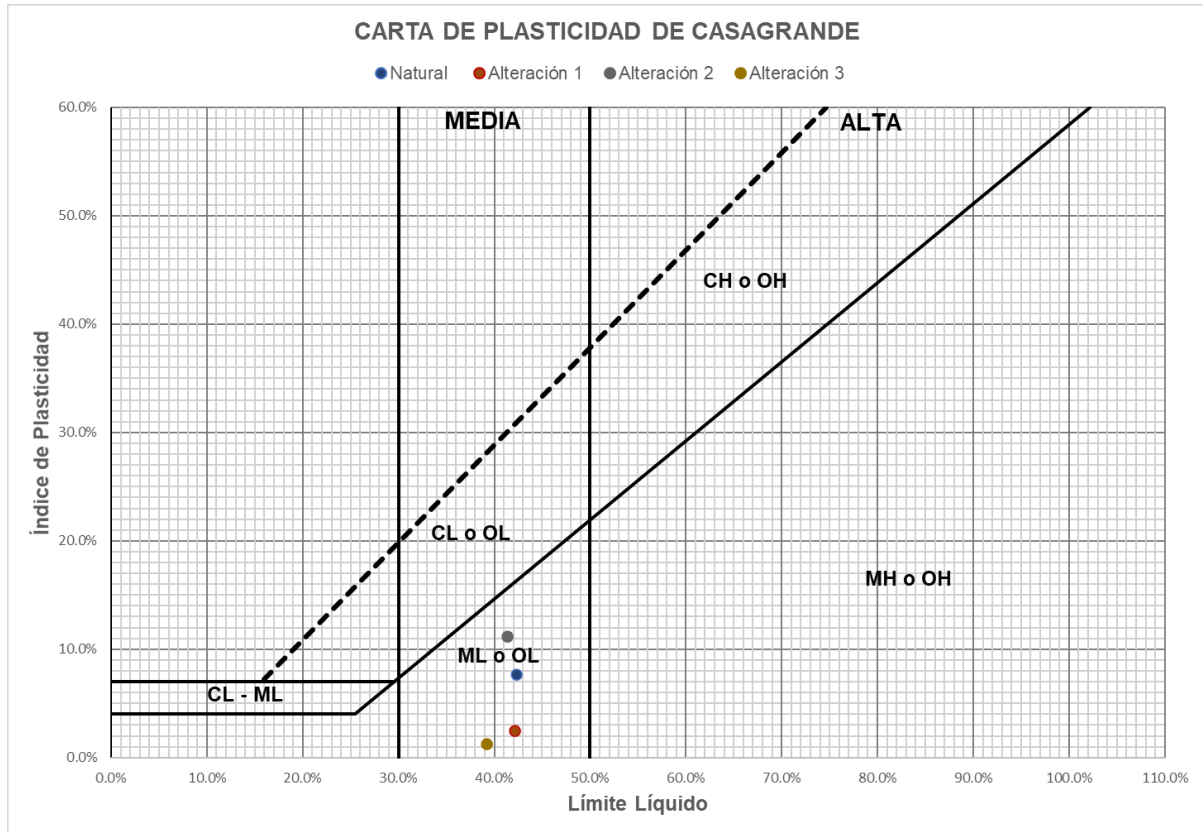


Tabla 42

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 4:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
40.99%	11.47%	44.63%	3.25%	39.70%	4.34%	42.84%	12.69%

Figura 42

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C4 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

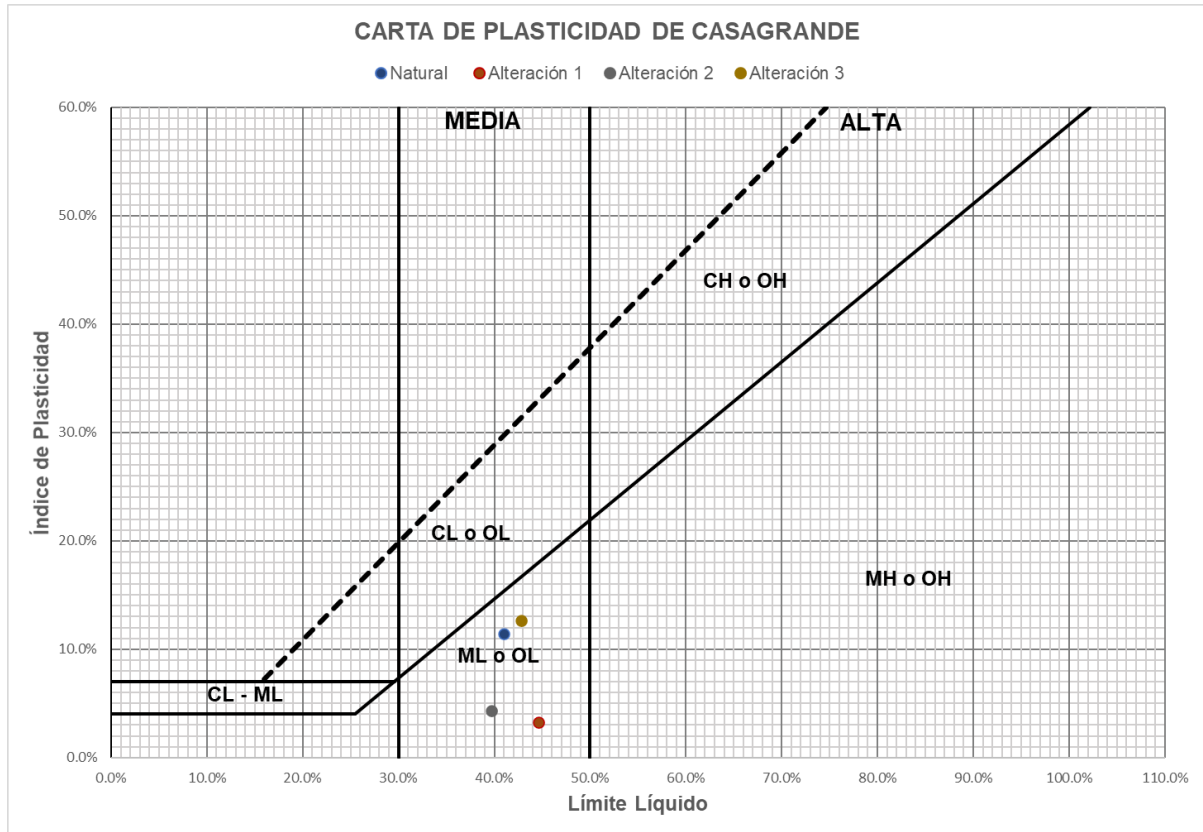


Tabla 43

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 5:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
30.73%	5.41%	45.43%	17.63%	31.86%	3.83%	30.82%	2.58%

Figura 43

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C5 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

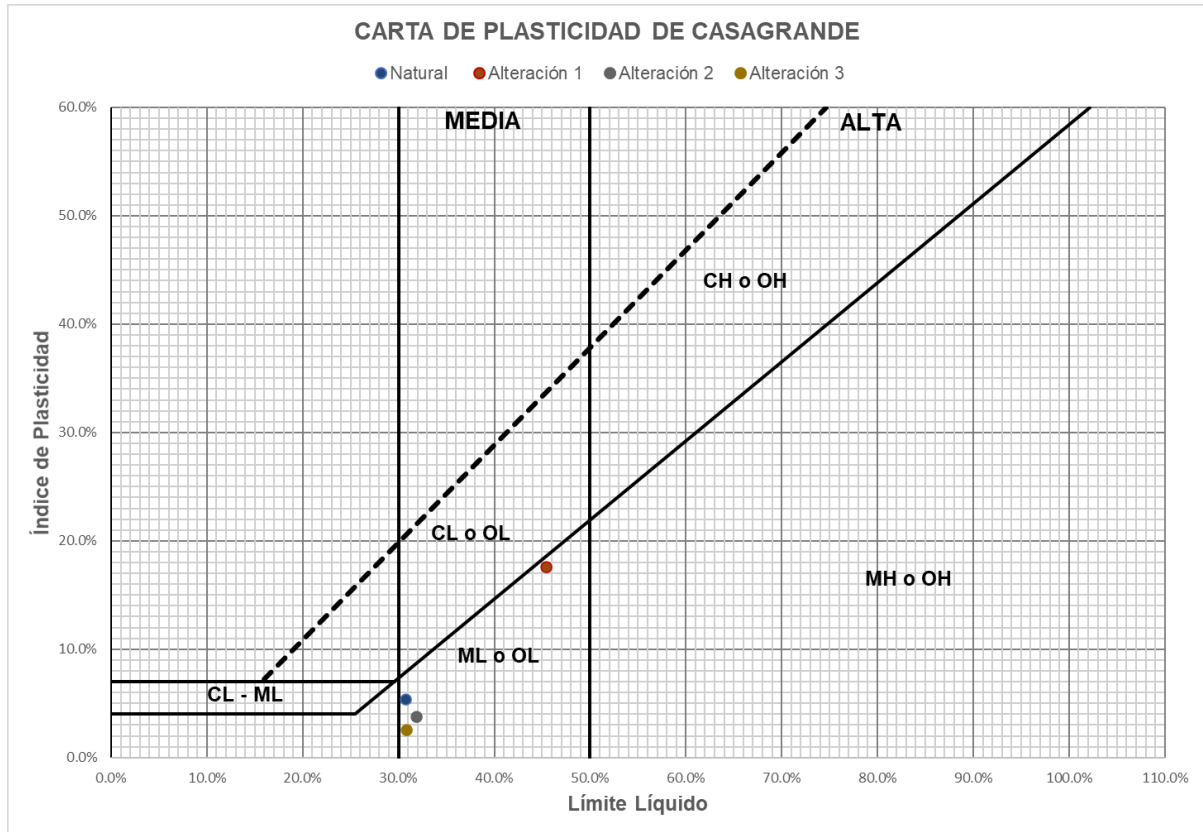


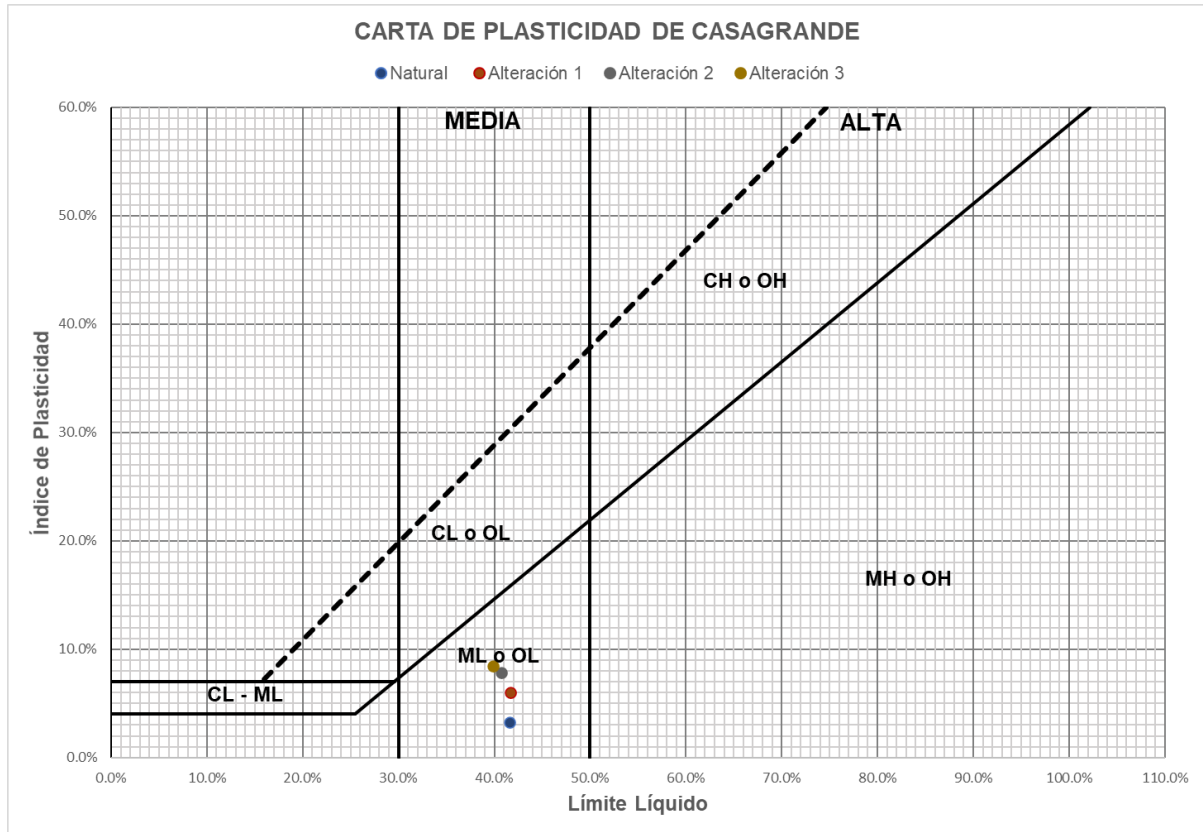
Tabla 44

Clasificación del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

Calicata 6:							
Natural		Alteración 1		Alteración 2		Alteración 3	
LL	IP	LL	IP	LL	IP	LL	IP
41.64%	3.24%	41.67%	6.04%	40.69%	7.81%	39.83%	8.44%

Figura 44

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación Alterado en la calicata C6 al 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento



4.1.2.2. Propiedades mecánicas del suelo de cimentación

Con el objetivo de conocer el comportamiento mecánico del suelo de cimentación del sector de expansión del distrito de Choropampa, Chota, Cajamarca se realizaron seis calicatas (C1 a C6) de las cuales se extrajeron tres muestras y se llevaron al laboratorio para analizarlas. Posteriormente se graficaron las líneas de resistencia al corte con los resultados obtenidos, representada en la figura 33. Luego se calcularon los valores del ángulo de fricción y cohesión con la línea de tendencia, valores expuestos en la tabla 45. Por consecuente con estos valores se calculó la capacidad portante admisible del suelo de cimentación, esta capacidad de carga se estimó a una profundidad y ancho de 1.50 m aplicando la teoría de Terzaghi.

a) Propiedades mecánicas del suelo de cimentación natural

La densidad seca se calculó en las seis calicatas registrándose como mayores resultados en calicatas C5 y C6 con un valor de 1.484 g/cm³ y 1.388 g/cm³ representados en la tabla 45. A partir del análisis de la línea de tendencia realizadas se calcularon tanto el ángulo de fricción como la cohesión, dando como resultado de 29.3° en la calicata C4 y C5, este representa el mayor ángulo de fricción obtenido. En cuanto, a la cohesión los valores más altos se registran en la calicata C6 con 0.462 kg/cm². En las calicatas

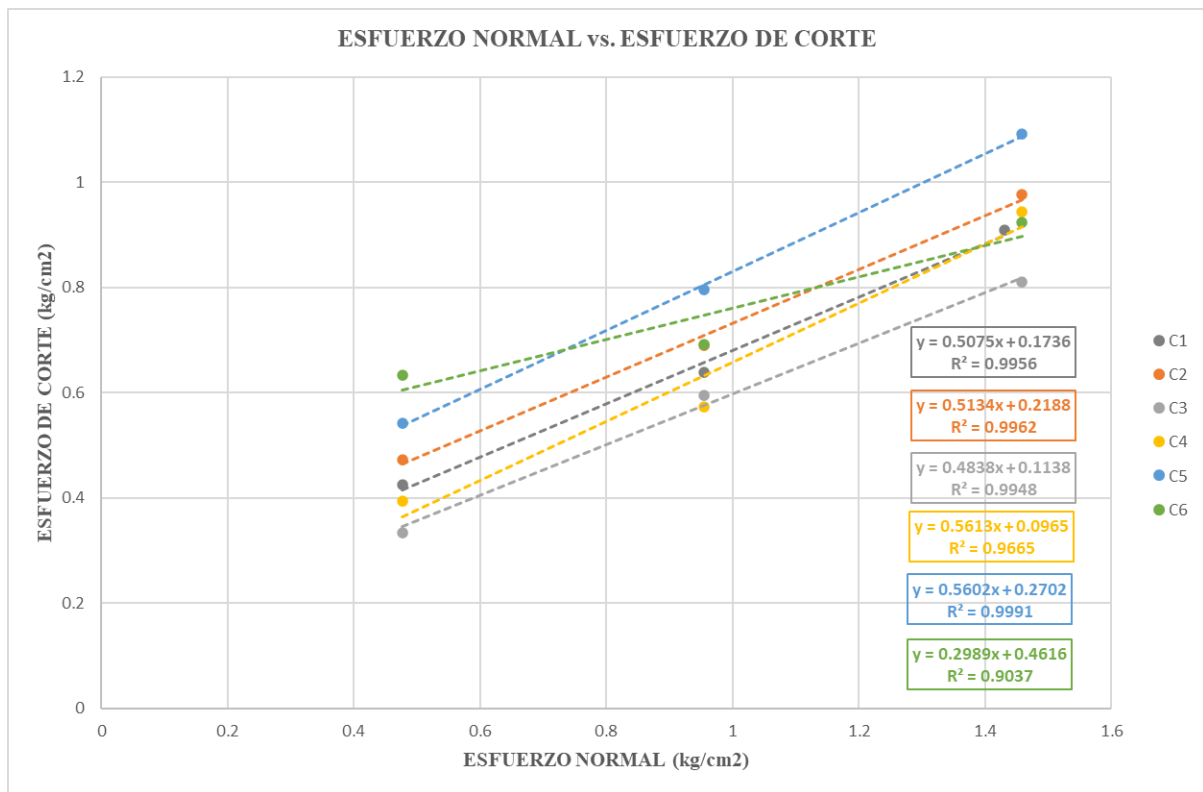
Tabla 45

Propiedades Mecánicas del Suelo de Cimentación

Propiedades Mecánicas	Calicatas					
	1	2	3	4	5	6
Densidad seca (g/cm ³)	0.950	1.017	0.994	1.063	1.484	1.388
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.174	0.219	0.114	0.097	0.27	0.462
Ángulo de fricción interna (°)	26.9	27.2	25.8	29.3	29.3	16.6

Figura 45

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación



b) Propiedades mecánicas del suelo de cimentación agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Las propiedades mecánicas del suelo de cimentación, ya modificado con los porcentajes de aditivos especificados se calcularon en las seis calicatas (C1 a C6). Luego de analizarlas en el laboratorio de mecánica de suelos, se elaboraron graficas de la línea de tendencia de cada muestra natural y alterada mostrándose en las figuras 34, 35, 36, 37, 38 y 39, obteniéndose así los valores correspondientes de ángulo de fricción y cohesión. Como resultado en la dosificación del 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento, el ángulo de fricción en las calicatas C1 y C4 incrementa su valor significativamente, pasando de 26.9° y 29.3° a 44.3° y 33.6°. Valores que se detallan en las tablas 46 y 49. Mientras que en las calicatas C2, C3, C5 y C6, la combinación de aditivos que genero el mayor incremento de su valor es del 8 % de

coluro de calcio y 4% de cemento pasando de 27.2°, 25.8°, 29.3° y 16.6° a 34.2°, 30.0°, 45.2° y 38.7°. Tal como se muestra en las tablas 47, 48, 50 y 51.

La cohesión en las calicatas C1 y C4 la combinación que genera mayor aumento de su valor es del 8 % de coluro de calcio y 4% de cemento. Con esta mezcla los valores aumentaron de 0.174 kg/cm² y 0.097 kg/cm² a 0.47 kg/cm² y 0.623 kg/cm², respectivamente, valores que se observan en las tablas 46 y 49. Por otro lado, en las calicatas C2, C3 y C5 la dosificación que aumenta su valor en su mayoría es la del 10 % de coluro de calcio y 4% de cemento elevando los valores de 0.219 kg/cm², 0.114 kg/cm² y 0.270 kg/cm² a valores de 0.32 kg/cm², 0.341 kg/cm² y 0.451 kg/cm², respectivamente, detallándose en las tablas 47, 48 y 50. En contraste, la calicata C6 presento una reducción de valores de cohesión en todas sus combinaciones evaluadas, como se muestra en la tabla 51.

Con respecto a la densidad seca en las calicatas C2, C3 y C4, se observó que la dosificación que más aumenta es del 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento pasando de 1.017 g/cm³, 0.994 g/cm³, y 1.063 g/cm³ a valores de 1.368 g/cm³, 1.381 g/cm³ y 1.532 g/cm³ respectivamente, tal como se detalla en las tablas 47, 48 y 49. Por otro lado, en las calicatas C5 y C6 las tres dosificaciones de los aditivos evaluados no tuvieron el mismo efecto, ya que en este caso su densidad seca disminuyó, mostrándose en las tablas 50 y 51. En cuanto a la calicata C1, todas las dosificaciones lo aumentan de manera similar pasando de 0.950 g/cm³ a 1.316 g/cm³, valores detallados en la tabla 46.

Tabla 46

Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C1 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C1			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	0.950	1.316	1.316	1.316
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.174	0.47	0.00	0.264
Ángulo de fricción interna (°)	26.9	28.0	44.3	27.6

Figura 46

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C1 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

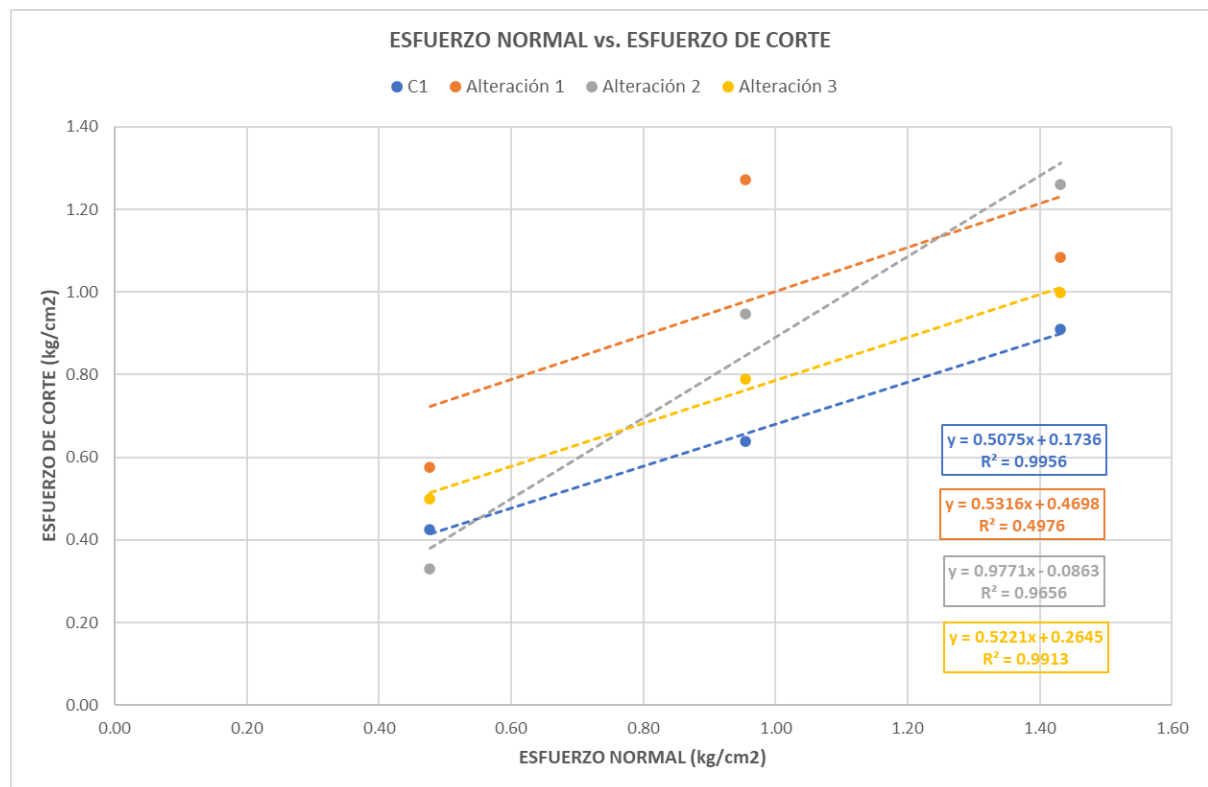


Tabla 47

Propiedades mecánicas del Suelo de Cimentación en la calicata C2 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C2			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	1.017	1.078	1.340	1.368
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.219	0.084	0.32	0.163
Ángulo de fricción interna (°)	27.2	34.2	29.3	32.9

Figura 47

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C2 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

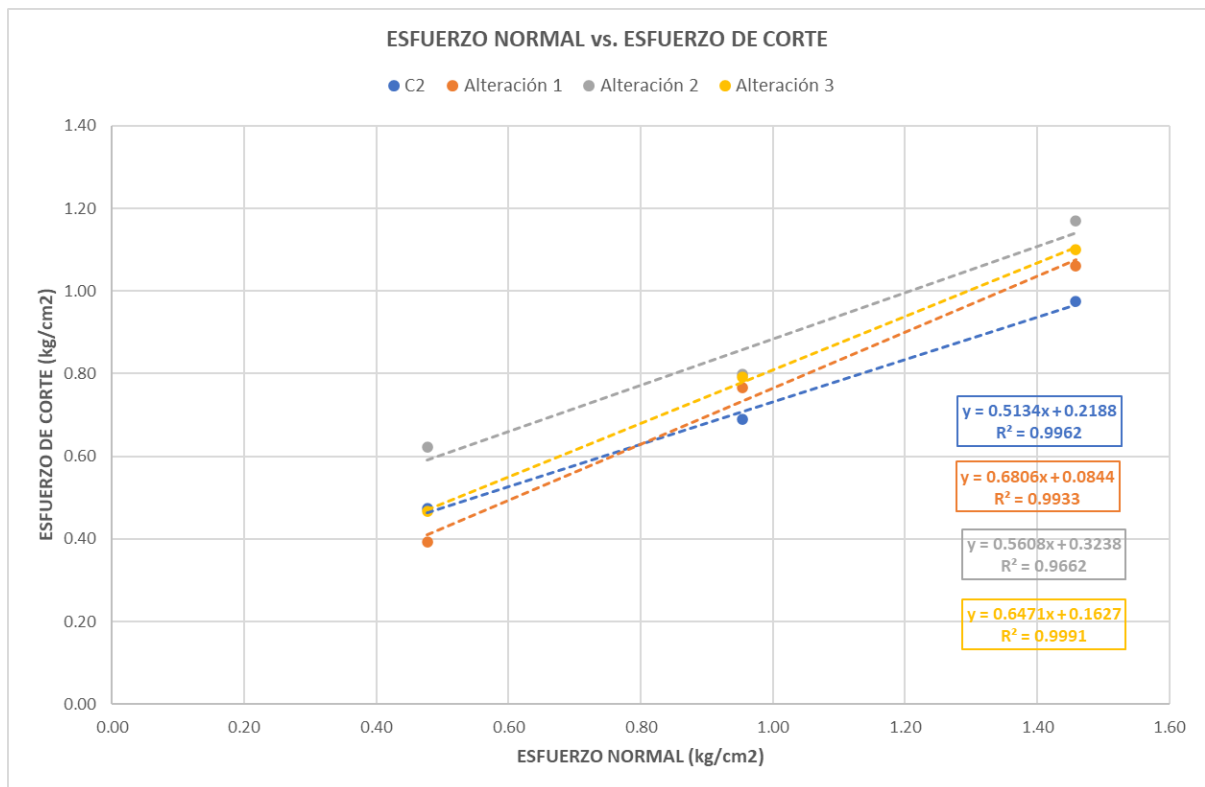


Tabla 48

Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C3 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C3			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	0.994	1.345	1.375	1.381
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.114	0.308	0.341	0.211
Ángulo de fricción interna (°)	25.8	30.0	26.7	20.3

Figura 48

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C3 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

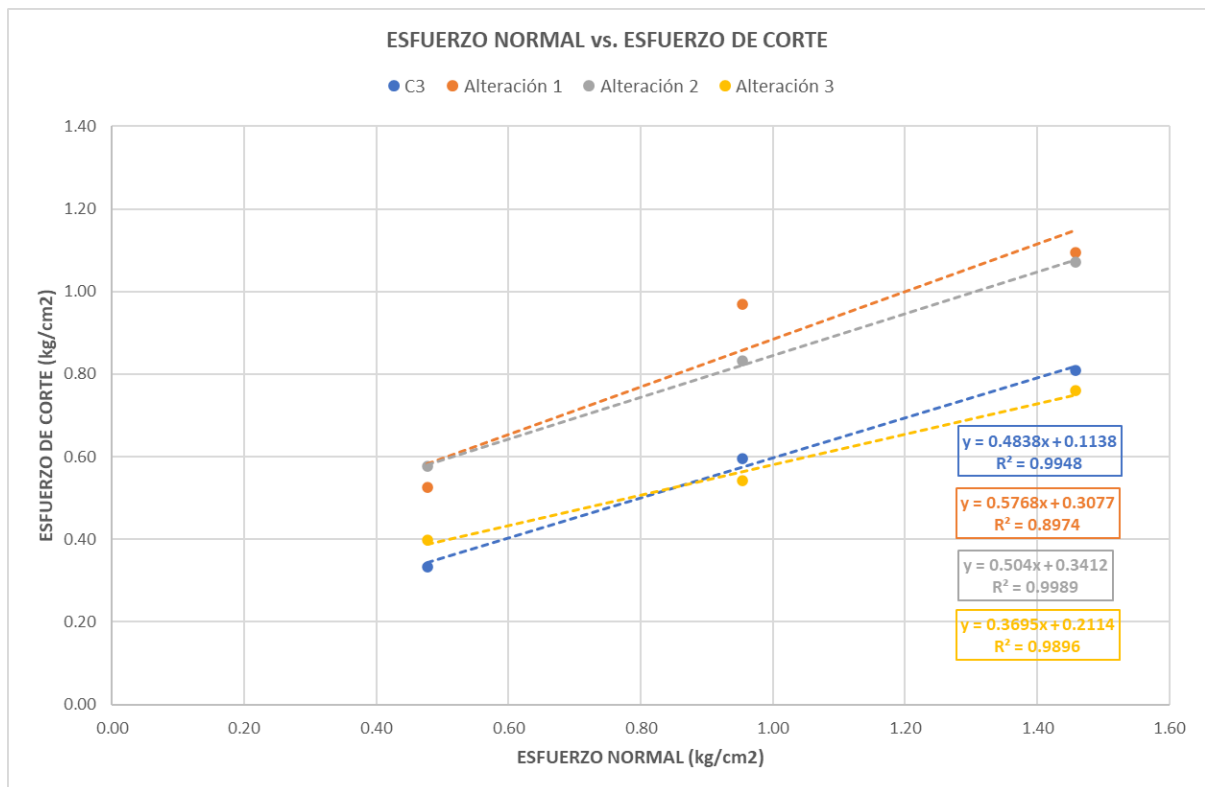


Tabla 49

Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C4 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C4			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	1.063	1.390	1.476	1.532
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.097	0.623	0.526	0.295
Ángulo de fricción interna (°)	29.3	21.5	33.6	28.2

Figura 49

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C4 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

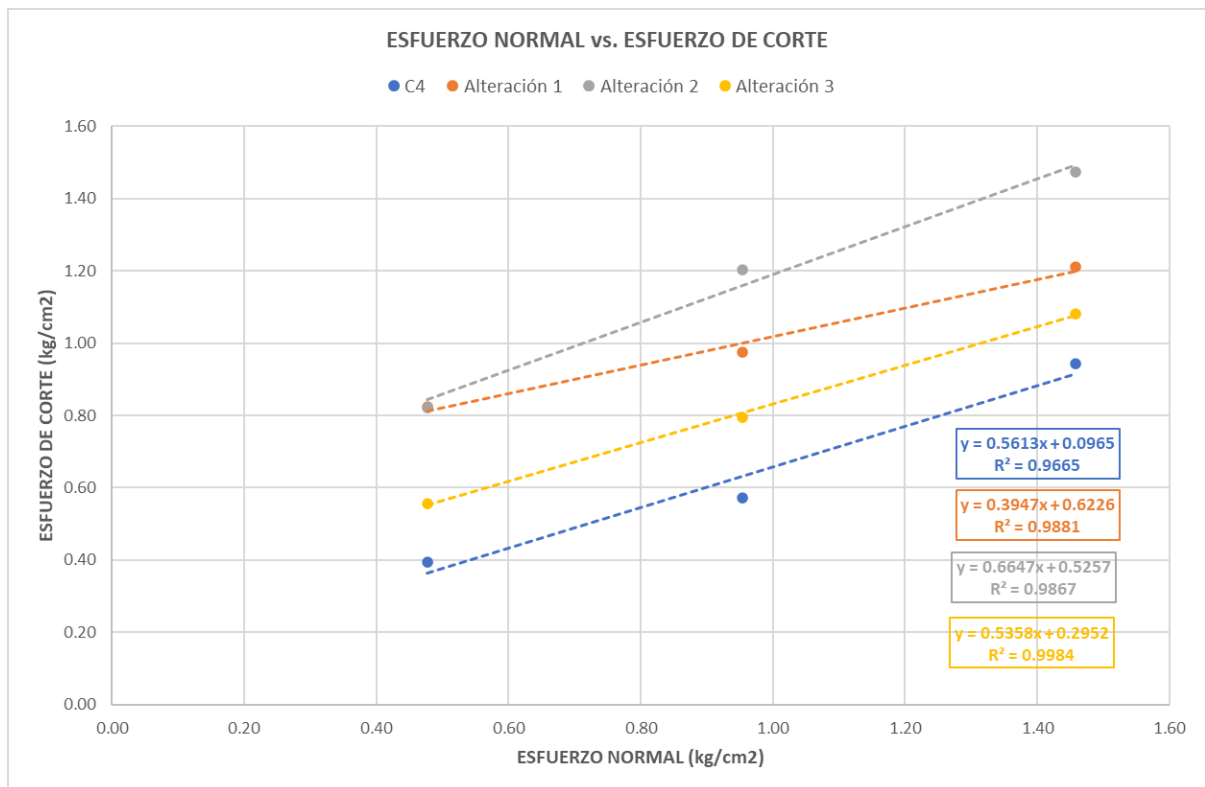


Tabla 50

Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C5 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C5			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	1.484	1.356	1.393	1.323
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.270	0.113	0.451	0.062
Ángulo de fricción interna (°)	29.3	45.2	23.1	24.8

Figura 50

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C5 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

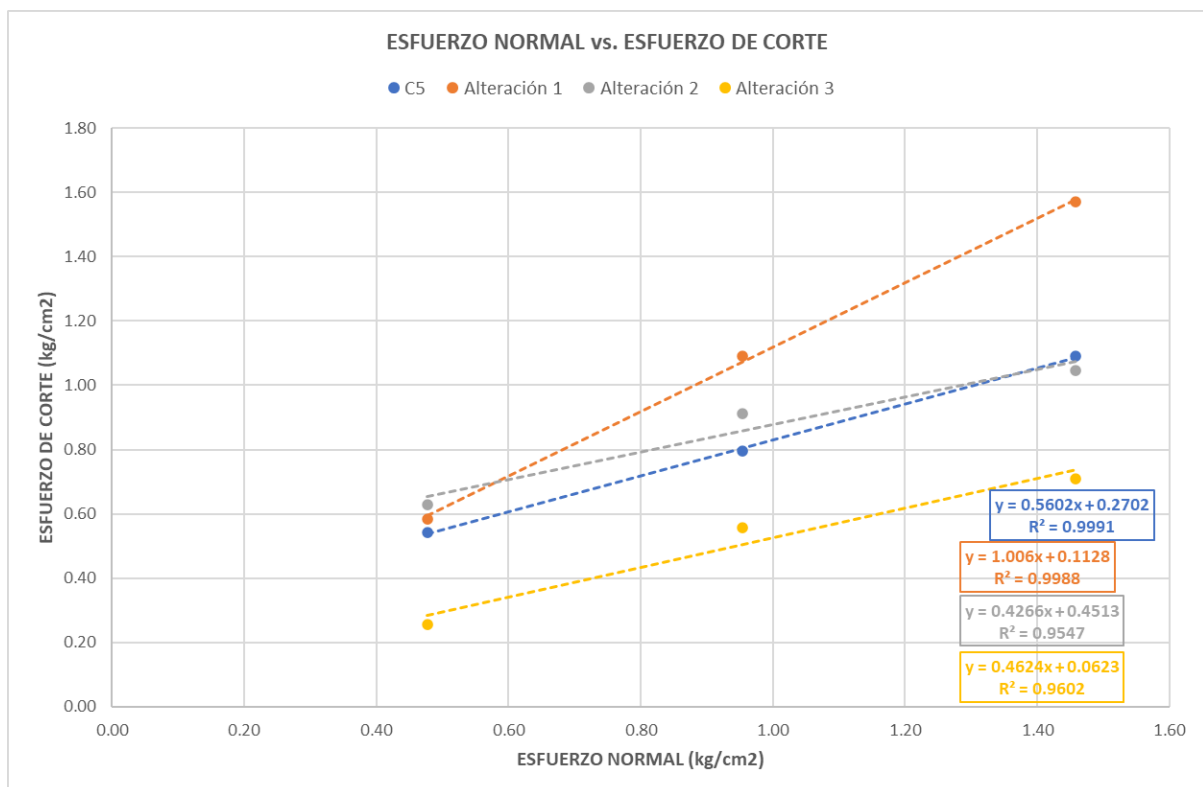


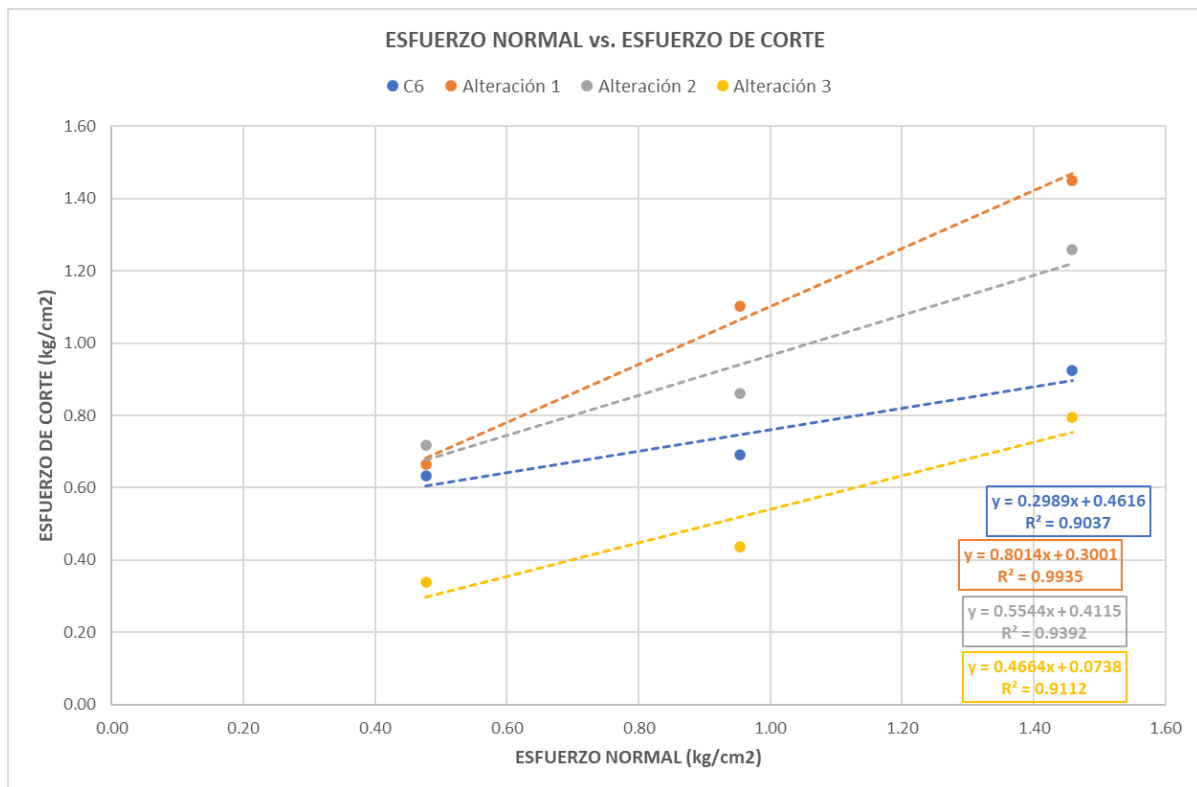
Tabla 51

Propiedades mecánicas del suelo de cimentación en la calicata C6 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

Propiedades Mecánicas	C6			
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Densidad seca (g/cm ³)	1.388	1.289	1.277	1.317
Cohesión de suelos (kg/cm ²)	0.462	0.300	0.411	0.074
Ángulo de fricción interna (°)	16.6	38.7	29.0	25.0

Figura 51

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación en la calicata C6 agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento



4.1.2.3. Capacidad portante del suelo de cimentación

a) Capacidad portante del suelo de cimentación natural

En el sector de expansión del distrito de Choropampa, provincia de Chota, región Cajamarca se evaluó la capacidad portante del suelo de cimentación natural. Evaluación que se determinó a una profundidad de desplante de 1.50 metros, cumpliendo con la normativa peruana de suelos y cimentaciones que menciona la relación con la condición particular de la estructura que es una construcción tipo C y no siendo menor a 0.80 metros, y un ancho de zapata de 1.50 metros. Tras los ensayos de laboratorio correspondientes, se identificó que la mayor capacidad portante nos da en la calicata C5 con valores de 2.17 kg/cm² y 2.13 kg/cm², en cimentación cuadrada y circular respectivamente, y el valor más bajo nos da en la calicata C3 con 0.88 kg/cm² para cimentación cuadrada y 0.86 kg/cm² para cimentación circular. Los resultados detallados de esta evaluación se resumen en la tabla 52.

Tabla 52

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación Natural

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)					
	3	3	3	3	3	3
	qadm (kg/cm ²)					
Cimentación Cuadrada	1.20	1.47	0.88	1.04	2.17	1.62
Cimentación Circular	1.18	1.44	0.86	1.01	2.13	1.61

b) Capacidad portante del suelo de cimentación agregando 8%, 10%, 15% de cloruro de calcio y 4% de cemento

El estudio de la capacidad portante con las alteraciones antes mencionadas se determinó a una profundidad de desplante de 1.50 metros y un ancho de zapata de 1.50 metros. Dando como resultados que en las calicatas C2 y C4 la combinación que mayor aumenta su capacidad portante es del 10% de cloruro de calcio más 4% de cemento. Gracias a esta mejora la capacidad portante pasó de 1.47 kg/cm² a 2.38 kg/cm² en la calicata C2 y de 2.38 kg/cm² a 4.61 kg/cm² en la calicata C4, para cimentaciones cuadradas. Para cimentaciones circulares pasó de 1.44 kg/cm² a 2.34 kg/cm² en la calicata C2 y en la calicata C4 pasó de 1.01 kg/cm² a 4.54 kg/cm² respectivamente, resultados resumidos en las tablas 54 y 56. Por su parte en las calicatas C3, C5 y C6 la mezcla que más mejoró su capacidad portante es del 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento. Obteniéndose valores de 0.88 kg/cm², 2.17 kg/cm² y 1.62, kg/cm², para cimentaciones cuadradas, y 0.86 kg/cm², 2.13 kg/cm² y 1.61 kg/cm², para cimentaciones circulares en sus propiedades naturales, respectivamente. Al agregar estos aditivos con dicha dosificación; en la calicata C3 su capacidad portante mejoró a 2.41 kg/cm² y 2.37 kg/cm²; en la calicata C5 pasó a 5.11 kg/cm² y 4.87 kg/cm² y en la calicata C6 pasó a 4.31 kg/cm² y 4.21 kg/cm², para cimentaciones cuadradas y circulares respectivamente, resultados expuestos en las tablas 55, 57 y 58. Asimismo, en la calicata C1 en la mejora de su capacidad portante en cimentaciones cuadradas y circulares, fue con diferentes combinaciones de estos aditivos pasando de 1.20 kg/cm² a 2.93 kg/cm² en cimentaciones cuadradas, suelo mejorado con 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento, y para cimentaciones circulares paso de 1.18 kg/cm² a 2.88 kg/cm², suelo mejorado con 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento, resultados detallados en la tabla 53.

Tabla 53

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C1 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C1				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm ²)			
Cimentación Cuadrada	1.20	2.91	2.93	1.85
Cimentación Circular	1.18	2.88	2.73	1.82

Tabla 54

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C2 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C2				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm ²)			
Cimentación Cuadrada	1.47	1.42	2.38	1.98
Cimentación Circular	1.44	1.37	2.34	1.93

Tabla 55

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C3 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C3				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm ²)			
Cimentación Cuadrada	0.88	2.41	2.13	1.07
Cimentación Circular	0.86	2.37	2.10	1.05

Tabla 56

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C4 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C4				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm ²)			
Cimentación Cuadrada	1.04	2.64	4.61	2.18
Cimentación Circular	1.01	2.62	4.54	2.14

Tabla 57

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C5 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C5				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm2)			
Cimentación Cuadrada	2.17	5.11	2.19	0.72
Cimentación Circular	2.13	4.87	2.17	0.69

Tabla 58

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la Calicata C6 Agregando 8%, 10%, 15% de Cloruro de Calcio y 4% de Cemento

C6				
	Natural	Alteración 1	Alteración 2	Alteración 3
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
	FS (Factor de Seguridad)			
	3	3	3	3
	qadm (kg/cm2)			
Cimentación Cuadrada	1.62	4.31	2.77	0.78
Cimentación Circular	1.61	4.21	2.73	0.76

4.1.3. Porcentaje de cloruro de calcio combinado con el 4% de cemento más adecuado para el mejoramiento de su capacidad portante

Se aplicaron distintas dosis de cloruro de calcio combinado con cemento con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas del suelo destinado a zapatas aisladas. Observándose así la mejora del ángulo de fricción interna como la cohesión del suelo, lo que se tradujo en una mayor capacidad portante de dicho suelo; para ello identificamos la combinación más adecuada para alcanzar esta mejora. Llegando así a verificar que en las calicatas C3, C5 y C6 presentan una mayor capacidad portante al adicionar 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento. Mientras que en las calicatas C2 y C4 la combinación que aumenta la mayor capacidad portante es del 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento. En cuanto a la calicata C1 se determinó que la dosificación más adecuada para mejorar la capacidad portante varía según la forma de cimentación. Para cimentaciones cuadradas, la dosificación que más aumenta la capacidad portante es del 10% de cloruro de calcio y 4% de cemento. En cambio, para cimentaciones circulares, la dosificación óptima fue del 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento. En conclusión, la dosificación óptima varía ligeramente según condiciones específicas, pero la opción general efectiva es la del 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento, que es la más consistente para mejorar la capacidad portante, se puede observar en la figura 40.

Figura 52

Distribución Porcentual de Dosificaciones Efectivas en Calicatas

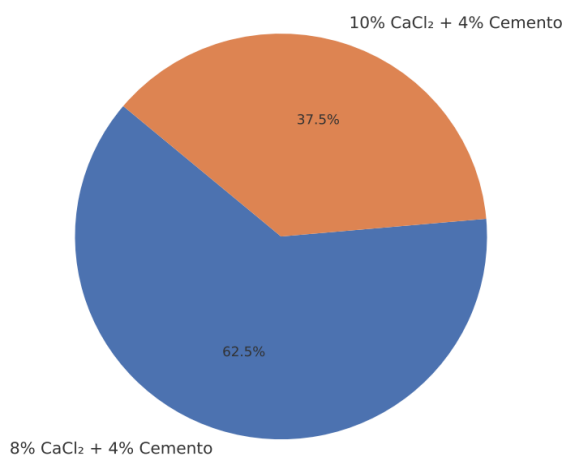


Figura 53

Aplicación de Distintas Dosis de Cloruro de Calcio Combinado con Cemento en Cimentaciones Cuadradas

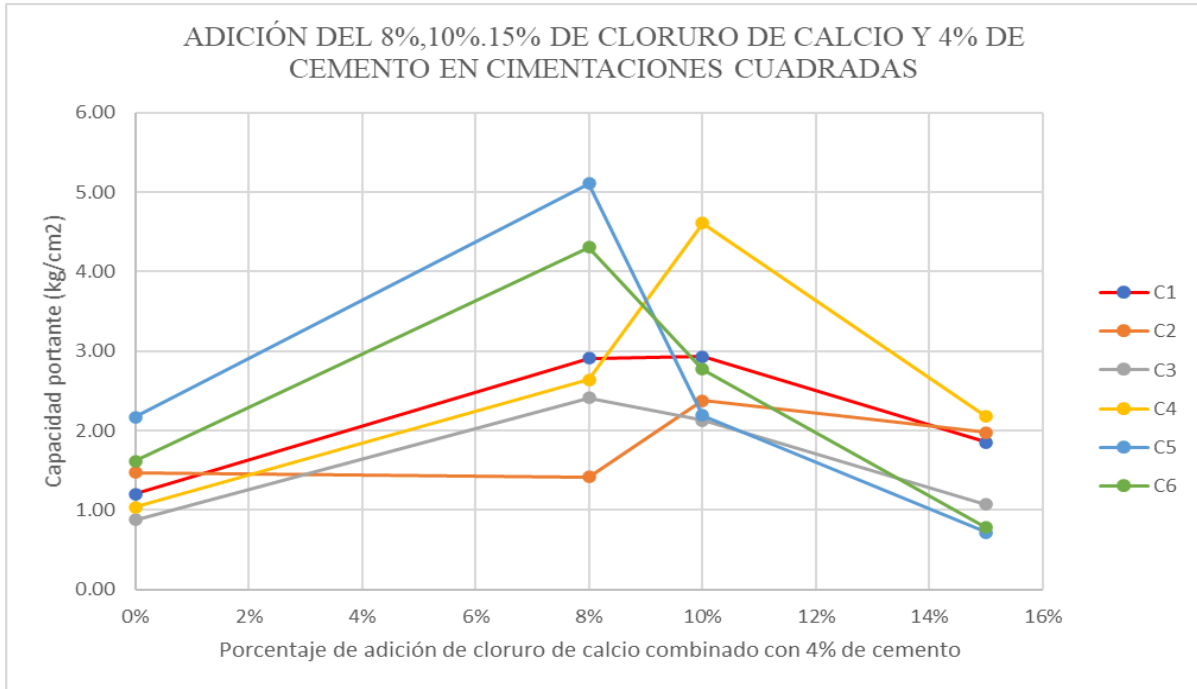
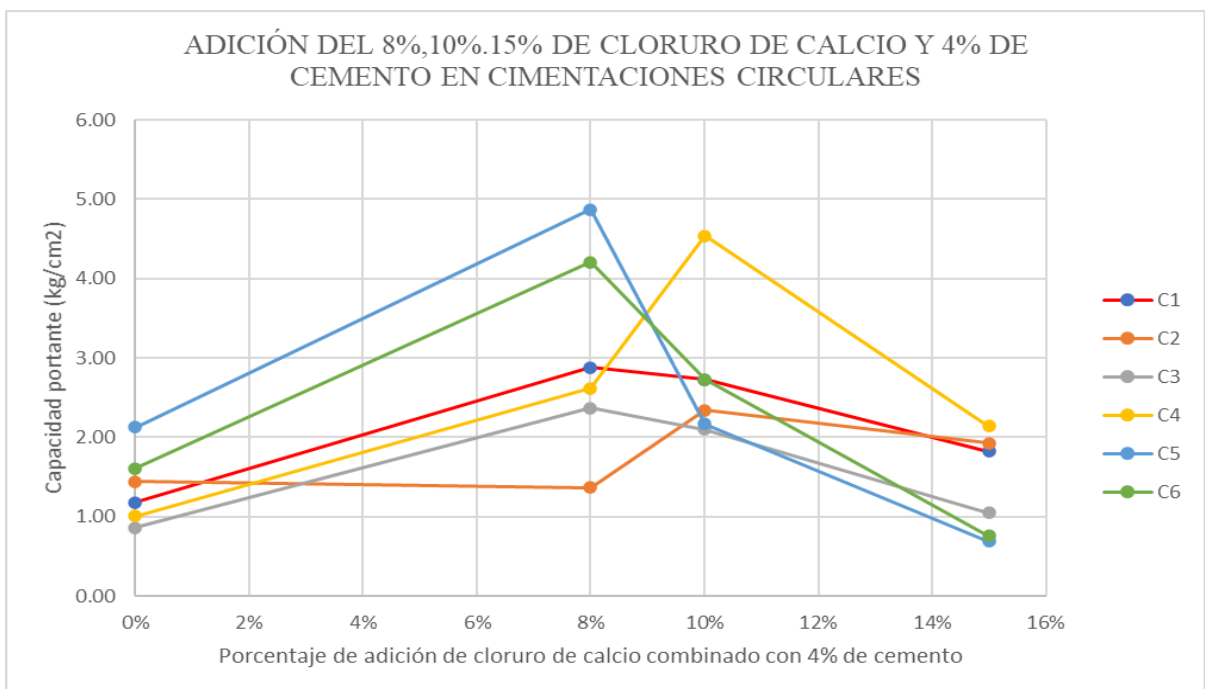


Figura 54

Aplicación de Distintas Dosis de Cloruro de Calcio Combinado con Cemento en Cimentaciones Circulares



4.1.4. Asentamiento del suelo de cimentación

4.1.4.1. Asentamiento del suelo de cimentación natural

En el sector de expansión de Choropampa se realizó una evaluación del asentamiento por consolidación primaria del suelo de cimentación natural. Los resultados muestran una gran variabilidad entre calicatas tales como en el caso de la calicata C1 y C4 presentándose presiones de preconsolidación (P_c) relativamente altas; indicando que probablemente sean suelos rígidos con índices de compresión (C_c) entre 0.499 y 0.557 con asentamientos moderados de 59.00 mm y 27.90 mm. En contraste; las calicatas C5 y C6 muestran presiones de preconsolidación bajas y los mayores asentamientos; 191.50 mm y 179.10 mm, respectivamente. Lo que indicaría que se traten de suelos blandos, a pesar de que tener índices de compresión intermedios.

Además de que los índices de recompresión (C_r) varían de 0.019 a 0.084, siendo el menor perteneciente a la calicata C5 y el mayor a la calicata C4. Observándose en la tabla 59.

Tabla 59

Consolidación Primaria del Suelo de Cimentación Natural

Calicata N°	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Asentamiento	27.90 mm	25.40 mm	39.40 mm	59.00 mm	191.50 mm	179.10 mm
P_c	2.047	1.125	1.152	1.343	0.442	0.354
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
C_c	0.557	0.527	0.530	0.499	0.313	0.487
C_r	0.042	0.025	0.038	0.084	0.019	0.051

4.1.4.2. Asentamiento del suelo de cimentación alterado

La consolidación primaria del suelo de cimentación natural del distrito de Choropampa se ve afectada positivamente al adicionar cloruro de calcio combinado con cemento. En la mayoría de los casos, la combinación óptima fue de 8 % de cloruro de calcio y 4% de cemento, excepto la calicata C2. Como se muestran los resultados el asentamiento se reduce significativamente;

sobre todos en las calicatas C5 y C6, que fueron en las que se presentó el mayor asentamiento dando a entender que la propuesta planteada en la investigación es una buena opción para realizar la construcción de zapatas aisladas en construcciones tipo C. Los resultados se presentan en la tabla 60.

Tabla 60

Consolidación Primaria del Suelo de Cimentación Alterado

Calicata N°	Estrato - Suelo	Profundidad	Suelo natural	Alt. 8%cc + 4%cemento	Alt. 10%cc + 4%cemento
			Consolidación primaria		
C1	E2 - SP	2.25 m	27.90 mm	23.50 mm	----
C2	E2 - SW	2.25 m	25.40 mm	----	14.80 mm
C3	E2 - SP	2.25 m	39.40 mm	18.20 mm	----
C4	E2 - SP	2.25 m	59.00 mm	26.10 mm	----
C5	E2 - SP	2.25 m	191.50 mm	11.90 mm	----
C6	E2 - SP	2.25 m	179.10 mm	34.50 mm	----

Al momento de mejorar con la combinación de cloruro de calcio y cemento, se encontró un aumento significativo en la presión de preconsolidación en todas las calicatas, lo que refleja que el uso de estos estabilizantes puede ayudar con una mejor resistencia al momento de aplicar una carga, lo cual podría compararse con un suelo rígido y por ende reducir los asentamientos en general, a pesar que sus índices de compresión y recompresión sean muy variables. Los resultados se muestran en la tabla 61.

Tabla 61*Consolidación Unidimensional de Suelo de Cimentación Alterado*

Calicata	Resultados	Suelo	Alt. 8%cc +	Alt. 10%cc +
		natural	4%cemento	4%cemento
		Consolidación Unidimensional		
C1	Pc	2.047	5.255 kg/cm ²	
	Cc	kg/cm ²	0.413	
	Cr	0.557	0.035	
C2	Pc	1.125		2.861 kg/cm ²
	Cc	kg/cm ²		0.250
	Cr	0.527		0.023
C3	Pc	1.152	5.958 kg/cm ²	
	Cc	kg/cm ²	0.360	
	Cr	0.530	0.038	
C4	Pc	1.343	2.649 kg/cm ²	
	Cc	kg/cm ²	0.344	
	Cr	0.499	0.040	
C5	Pc	0.442	1.596 kg/cm ²	
	Cc	kg/cm ²	0.451	
	Cr	0.313	0.017	
C6	Pc	0.354	1.296 kg/cm ²	
	Cc	kg/cm ²	0.487	
	Cr	0.487	0.023	

Nota. Pc (Presión de preconsolidación), Cc (Índice de compresión) y Cr (Índice de recompresión)

4.1.5. Costo de mejoramiento del suelo mediante cloruro de calcio y cemento

Con el objetivo de incrementar la capacidad portante del suelo de cimentación, se plantea la incorporación de estabilizantes. En esta investigación se emplearon aditivos en proporciones de 8%, 10 % y 15% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento. Según los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio, el porcentaje óptimo para mejorar sus propiedades físico mecánicas de los suelos en el distrito de Choropampa es la combinación del

8% de cloruro de calcio y 4% de cemento. Se determinó la altura adecuada de mejoramiento para una zapata aislada de 1.5 metros de ancho y 1.5 metros de largo.

$$\text{Área de cimentación} = L \times B = 1.5 \times 1.5 = 2.25 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen de cimentación} = A \times h = 2.25 \text{ m}^2 \times 0.6 \text{ m} = 1.35 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del suelo} = V \times \gamma_s = 1.35 \text{ m}^3 \times 1047.4 \text{ Kg/ m}^3 = 1413.99 \text{ Kg}$$

1. Cemento (4%):

$$\text{Peso del cemento} = \text{Peso del suelo} \times 4\% = 1413.99 \text{ Kg} \times 0.04 = 56.56 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen del cemento} = \frac{\text{Peso del cemento}}{\text{densidad del cemento}} = \frac{56.56}{1440} = 0.039 \text{ m}^3$$

2. Cloruro de calcio (8%):

$$\text{Peso del cloruro de calcio} = \text{Peso del suelo} \times 8\% = 1413.99 \text{ Kg} \times 0.08 = 113.12 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen del cloruro de calcio} = \frac{\text{Peso del cloruro de calcio}}{\text{densidad del cloruro de calcio}} = \frac{113.12}{2150} = 0.053 \text{ m}^3$$

3. Altura de mejoramiento:

$$H = \frac{V_{total}}{\text{Área}} = \frac{0.092}{2.25} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

El costo de 1 kilogramo de cloruro de calcio y 1 kilogramo de cemento es de 13 soles y 0.73 soles respectivamente, por lo tanto, el precio de la adquisición para una zapata aislada de las dimensiones antes mencionadas es 1511.85 soles.

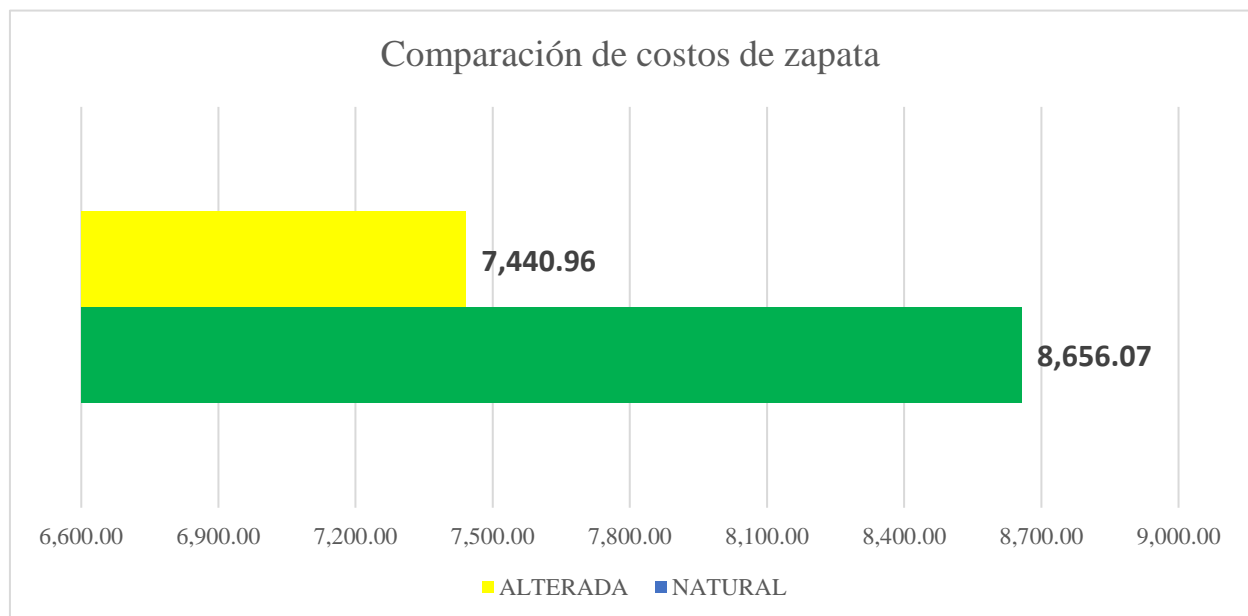
4.1.6. Diseño y costo de zapata aislada

Se diseño una zapata aislada en suelo natural y alterado, tomándose en cuenta la capacidad portante de la calicata C3 por ser la de menor valor, con el objetivo de ver la variación de sus dimensiones y costos, presentándose los siguientes resultados: En la zapata diseñada en suelo natural se obtuvo dimensiones de 2.20 metros de largo, 2.20 metros de ancho y 60 centímetros de peralte, la cual tiene 13 aceros longitudinales y transversales de diámetro 5/8'', distribuidos cada 16.10 cm en ambas direcciones.

Luego se diseñó la zapata aislada en suelo alterado, obteniéndose dimensiones de 1.40 metros de largo, 1.40 metros de ancho y 60 centímetros de peralte, esta zapata tiene 9 aceros de 5/8'' de diámetro tanto longitudinales como transversales, distribuidos en ambos sentidos a 14.20 cm. Se obtuvo el costo de la dicha zapata con ambos diseños y la diferencia de costo es de 1215.11 soles, viéndose favorable el mejoramiento con cloruro de calcio y cemento al 8% y 4 % de dichos estabilizantes. Estos diseños y costos se logran observar en el anexo 4.

Figura 55

Comparación de Costos de Diseño de Zapata Aislada



Contrastación de Hipótesis

La contrastación de hipótesis constituye el proceso mediante el cual se evalúa la validez de las proposiciones planteadas en la investigación, a partir del análisis estadístico de los datos obtenidos en campo y laboratorio. Para ello se empleó el software Minitab 22, utilizando pruebas de significancia con el fin de determinar si las diferencias observadas entre el suelo natural y el suelo estabilizado con cloruro de calcio y cemento son estadísticamente significativas.

4.1.7. Hipótesis general

H₁ (hipótesis alternativa): La incorporación de cloruro de calcio combinado con cemento mejora significativamente las propiedades físicas (límites de consistencia, gravedad específica), las propiedades mecánicas (densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna) y la capacidad portante del suelo de cimentación, optimizando su desempeño para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota.

H₀ (hipótesis nula): La incorporación de cloruro de calcio combinado con cemento no mejora significativamente las propiedades físicas, mecánicas ni la capacidad portante del suelo de cimentación, por lo tanto, no optimiza su desempeño para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota.

4.1.8. Criterio de evaluación

El contraste de hipótesis se efectuó considerando un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Bajo este criterio:

- Si el valor $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).
- Si el valor $p > 0.05$, se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyéndose que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones evaluadas.

4.1.9. Datos utilizados para la evaluación

Se emplearon los valores experimentales de las propiedades físicas, mecánicas y de capacidad portante del suelo, tanto en su condición natural como en las combinaciones con adición de 8%, 10% y 15% de cloruro de calcio más 4% de cemento. Estos resultados fueron organizados y analizados de manera comparativa para verificar las hipótesis planteadas

Tabla 62

Propiedades Físico Mecánicas y de Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Zona de Expansión del Distrito de Choropampa

Calicata	Porcentaje de cloruro de calcio	LL	LP	IP	Cohesión (kg/cm ²)	Ang. Fricción (°)	Qadm. Cuadrada (kg/cm ²)	Qadm. Circular (kg/cm ²)	Asentamiento (mm)
1	0%	42.86%	38.12%	4.74%	0.17	26.90	1.20	1.18	27.93
1	8%	44.63%	39.61%	5.02%	0.47	28.00	2.91	2.88	23.50
1	10%	46.43%	37.80%	8.64%	0.00	44.30	2.93	2.73	
1	15%	50.46%	38.32%	12.14%	0.26	27.60	1.85	1.82	
2	0%	37.69%	31.67%	6.02%	0.22	27.20	1.47	1.44	25.39
2	8%	46.22%	37.04%	9.18%	0.08	34.20	1.42	1.37	
2	10%	45.53%	35.90%	9.63%	0.32	29.30	2.38	2.34	14.83
2	15%	47.81%	40.24%	7.57%	0.16	32.90	1.98	1.93	
3	0%	42.24%	34.52%	7.73%	0.11	25.80	0.88	0.86	39.40
3	8%	42.13%	39.60%	2.53%	0.31	30.00	2.41	2.37	18.23
3	10%	41.34%	30.13%	11.21%	0.34	26.70	2.13	2.10	
3	15%	39.17%	37.93%	1.25%	0.21	20.30	1.07	1.05	
4	0%	40.99%	29.52%	11.47%	0.10	29.30	1.04	1.01	58.99
4	8%	44.63%	41.38%	3.25%	0.62	21.50	2.64	2.62	26.09
4	10%	39.70%	35.35%	4.34%	0.53	33.60	4.61	4.54	
4	15%	42.84%	30.15%	12.69%	0.30	28.20	2.18	2.14	
5	0%	30.73%	25.32%	5.41%	0.27	29.30	2.17	2.13	191.54
5	8%	45.43%	27.80%	17.63%	0.11	45.20	5.11	4.87	11.87
5	10%	31.86%	28.04%	3.83%	0.45	23.10	2.19	2.17	
5	15%	30.82%	28.25%	2.58%	0.06	24.80	0.72	0.69	
6	0%	41.64%	38.39%	3.24%	0.46	16.60	1.62	1.61	179.08
6	8%	41.67%	35.63%	6.04%	0.30	38.70	4.31	4.21	34.53
6	10%	40.69%	32.88%	7.81%	0.41	29.00	2.77	2.73	
6	15%	39.83%	31.39%	8.44%	0.07	25.00	0.78	0.76	

4.1.10. Prueba de normalidad

Previamente se verificó el cumplimiento del supuesto de normalidad, requisito fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas. Para ello se utilizó la prueba de Anderson-Darling, cuyos resultados arrojaron valores de $p > 0.05$ en la mayoría de las variables analizadas, concluyéndose que los datos siguen una distribución aproximadamente normal. Por tanto, es válido aplicar pruebas paramétricas (t-student, ANOVA, correlación de Pearson) en la contrastación de hipótesis.

Tabla 63

Prueba de Normalidad de las Propiedades Físico Mecánicas y de Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Zona de Expansión del Distrito de Choropampa

Propiedad	Media	D.E.	N	AD	Valor p
LL	0.3936	0.04598	6	0.627	0.053
LP	0.3437	0.04667	24	0.578	0.118
IP	0.07182	0.03945	24	0.320	0.512
Cohesión	0.2648	0.1648	24	0.293	0.573
Ángulo de fricción	29.06	6.712	24	0.751	0.044
Qadm cuadrada	2.199	1.172	24	0.727	0.050
Qadm circular	2.148	1.135	24	0.711	0.055

4.1.11. Hipótesis específica 1: Suelo natural

Las hipótesis indican:

- **H₁**: El suelo natural de cimentación del sector de expansión de Choropampa presenta una gradación arcillosa con alta plasticidad, clasificándose como arcilla de alta plasticidad (CH).
- **H₀**: El suelo natural de cimentación del sector de expansión de Choropampa no presenta una gradación arcillosa con alta plasticidad, por lo que no se clasifica como arcilla de alta plasticidad (CH).

Según el SUCS, un suelo se clasifica como CH cuando más del 50% del material pasa el tamiz N°200, el límite líquido (LL) es mayor al 50% y el índice plástico (IP) se ubica por encima de la línea A de la carta de plasticidad de Casagrande.

La prueba t-student aplicada a los valores de límite líquido e índice plástico mostró valores $p > 0.05$, lo que llevó a aceptar H_0 . Por tanto, el suelo natural de cimentación en Choropampa no corresponde a arcilla de alta plasticidad (CH), sino a suelos de menor plasticidad.

Tabla 64

Prueba t-student para el Límite Líquido del Suelo Natural

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 0.5$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 0.5$
Valor T	Valor p
-5.67	0.999

Tabla 65

Prueba t-student para el Índice de Plasticidad del Suelo Natural

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 0.2$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 0.2$
Valor T	Valor p
-11.56	1.000

4.1.12. Hipótesis específica 2: Influencia de la adición de cloruro de calcio en las propiedades físicas mecánicas y de capacidad portante admisible del suelo de cimentación

Las hipótesis fueron:

- H_1 : La adición de cloruro de calcio en proporciones de 8%, 10% y 15% combinado con 4% de cemento mejora significativamente las propiedades físicas, incrementa la

densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna, y aumenta la capacidad portante admisible del suelo de cimentación en zapatas cuadradas y circulares.

- Ho: La adición de cloruro de calcio en proporciones de 8%, 10% y 15% combinado con 4% de cemento no mejora significativamente las propiedades físicas, incrementa la densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna, y aumenta la capacidad portante admisible del suelo de cimentación en zapatas cuadradas y circulares.

a) Análisis de varianza (ANOVA)

De acuerdo con los resultados del ANOVA de un factor (Tabla 65), se observó que para las propiedades físicas (LL, LP e IP), así como para la cohesión y el ángulo de fricción interna, los valores de significancia estadística fueron $p > 0.05$, lo que indica que las diferencias entre las medias de las distintas dosificaciones no son significativas. Esto implica que la adición de cloruro de calcio en los porcentajes evaluados no genera cambios estadísticamente relevantes en estas propiedades del suelo.

En contraste, los resultados para la capacidad portante admisible (q_{adm}) en zapatas cuadradas y circulares arrojaron valores de significancia de $p = 0.008$, lo cual es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$). Esto demuestra que existen diferencias significativas en la capacidad portante entre el suelo natural y los suelos mejorados con cloruro de calcio y cemento. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) para esta variable y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que la adición de los estabilizantes químicos mejora la capacidad portante del suelo de cimentación.

Tabla 66

ANOVA de las Propiedades Físico Mecánicas del Suelo de Cimentación con Cloruro de Calcio

Ho: Todas las medias son iguales.

H1: No todas las medias son iguales.

Propiedad	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
LL	3	0.007119	0.002373	1.80	0.191
LP	3	0.005547	0.001848	1.71	0.207
IP	3	0.000475	0.000158	0.07	0.975
Cohesión	3	0.09916	0.01983	0.71	0.624
Ángulo de fricción	3	214.80	71.59	1.51	0.252
Qadm cuadrada	3	15.075	5.0251	5.68	0.008
Qadm circular	3	14.215	4.7383	5.76	0.008

b) Análisis de correlación

La correlación de Pearson (Tabla 67), interpretada bajo la clasificación de Martínez y Campos (2015) (Tabla 66), permitió identificar el grado de asociación entre el porcentaje de cloruro de calcio y las propiedades físico-mecánicas del suelo:

- La relación entre el porcentaje de cloruro de calcio y el ángulo de fricción interna fue de 0.800, lo que indica una correlación positiva fuerte, es decir, a medida que aumenta la dosificación del aditivo, el ángulo de fricción interna tiende a incrementarse.
- La capacidad portante admisible presentó una correlación de 0.930 (cuadrada) y 0.920 (circular) respecto al porcentaje de cloruro de calcio, lo que representa una correlación positiva muy fuerte, demostrando que la incorporación del aditivo tiene un efecto directo y favorable en el incremento de la capacidad portante.
- En cambio, variables como el límite líquido (0.172), límite plástico (0.097) e índice plástico (0.103) mostraron correlaciones muy débiles, lo que reafirma los resultados del

ANOVA: la adición de cloruro de calcio y cemento no genera variaciones significativas en las propiedades de plasticidad del suelo.

- La cohesión presentó una correlación negativa débil (-0.330), lo cual sugiere que en ciertos casos el uso del aditivo puede reducir ligeramente esta propiedad, aunque sin afectar la mejora global del suelo gracias al incremento del ángulo de fricción y de la capacidad portante.

Tabla 67

Correlación de Pearson Calificación

Valor	1	0.9 y 0.99	0.7 y 0.89	0.4 y 0.69	0.2 y 0.39	0.01 y 0.19	0	-0.01 y -0.19	-0.2 y -0.39	-0.4 y -0.69	-0.7 y -0.89	-0.9 y -0.99	-1
Correlación	positiva perfecta	positiva muy fuerte	positiva fuerte	positiva moderada	positiva débil	positiva muy débil	No hay correlación entre las ...	negativa muy débil	negativa débil	negativa moderada	negativa fuerte	negativa muy fuerte	negativa perfecta

Nota: (Martínez & Campos, 2015).

Tabla 68

Correlación de Pearson de las Propiedades Físico Mecánicas del Suelo de Cimentación con Cloruro de Calcio

Correlaciones	Porcentaje de cloruro de calcio	LL	LP	IP	Cohesión (kg/cm ²)	Ang. Fricción (°)	Qadm. Cuadrada (kg/cm ²)
LL	0.172						
LP	0.097	0.668					
IP	0.103	0.474	-0.338				
Cohesión (kg/cm ²)	-0.330	-0.059	0.243	-0.363			
Ang. Fricción (°)	0.800	0.349	-0.081	0.537	-0.396		
Qadm. Cuadrada (kg/cm ²)	0.930	0.216	0.018	0.251	0.375	0.653	
Qadm. Circular (kg/cm ²)	0.920	0.209	0.025	0.235	0.404	0.631	0.999

Por tanto, se concluye que la adición de cloruro de calcio combinado con cemento sí mejora de manera significativa el desempeño del suelo en términos de capacidad portante y resistencia al corte, aceptándose la hipótesis alternativa (H₁).

4.1.13. Hipótesis específica 3: Porcentaje óptimo de adición de cloruro de calcio en el suelo de cimentación

Las hipótesis de estudio son:

- H1: El porcentaje óptimo de mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación se logra con la adición de 8% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento, presentando incrementos más consistentes respecto a las demás dosificaciones.
- Ho: El porcentaje óptimo de mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación no se logra con la adición de 8% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento, presentando incrementos más consistentes respecto a las demás dosificaciones.

a) Prueba t-student de dos muestras en cimentaciones cuadradas

Los resultados de la prueba t-student de dos muestras para la capacidad portante de cimentaciones cuadradas (Tabla 68) indican lo siguiente:

- Al comparar el suelo natural con el suelo mejorado al 8% CaCl₂ + 4% cemento, se obtuvo $t = 2.99$; $p = 0.012 < 0.05$, lo que demuestra que la dosificación del 8% mejora significativamente la capacidad portante frente a la condición natural.
- En la comparación entre el 8% y el 10%, se observó $t = 0.45$; $p = 0.033 < 0.05$, confirmando que el 8% presenta un desempeño significativamente superior al 10%.
- Finalmente, al comparar el 8% frente al 15%, se obtuvo $t = 2.80$; $p = 0.013 < 0.05$, lo que indica que el 8% también es significativamente mejor que el 15%.

Estos resultados evidencian que el 8% de CaCl₂ + 4% cemento es la dosificación más efectiva en cimentaciones cuadradas.

Tabla 69

Prueba t-student de Dos Muestras para Capacidad Portante en Cimentaciones Cuadradas del Suelo de Cimentación

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0, \mu_1 > \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	GL	Valor p
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo natural	2.99	6	0.012
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo con 10% de cloruro de calcio con 4% de cemento	0.45	8	0.033
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo con 15% de cloruro de calcio con 4% de cemento	2.80	7	0.013

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

b) Prueba t-student de dos muestras en cimentaciones circulares

De manera similar, en cimentaciones circulares (Tabla 68):

- Al comparar el suelo natural con el suelo mejorado al 8% CaCl_2 + 4% cemento, se obtuvo $t = 3.03$; $p = 0.012 < 0.05$, confirmando un incremento significativo en la capacidad portante respecto al suelo natural.
- Entre el 8% y el 10%, se obtuvo $t = 0.45$; $p = 0.033 < 0.05$, indicando nuevamente que el 8% es superior al 10%.
- Finalmente, al comparar el 8% frente al 15%, el resultado fue $t = 2.84$; $p = 0.013 < 0.05$, lo que ratifica la ventaja del 8% sobre el 15%.

Estos hallazgos corroboran que, al igual que en cimentaciones cuadradas, la dosificación del 8% es la óptima en cimentaciones circulares.

Tabla 70

Prueba t-student de Dos Muestras para Capacidad Portante en Cimentaciones Circulares del Suelo de Cimentación

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0, \mu_1 > \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	GL	Valor p
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo natural	3.03	6	0.012
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo con 10% de cloruro de calcio con 4% de cemento	0.45	9	0.033
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo con 15% de cloruro de calcio con 4% de cemento	2.84	7	0.013

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

c) Prueba t-student de dos muestras para el asentamiento

En el análisis de la consolidación primaria (Tabla 68), la comparación entre el suelo natural y el mejorado con 8% CaCl_2 + 4% cemento mostró un resultado de $t = -2.54$; $p = 0.042 < 0.05$, lo que indica que la dosificación del 8% reduce significativamente el asentamiento respecto al suelo natural.

Tabla 71

Prueba t-student de Dos Muestras para Asentamiento del Suelo de Cimentación

Hipótesis nula: $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0, \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna: $H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0, \mu_1 < \mu_2$

μ_1	μ_2	Valor T	GL	Valor p
Suelo con 8% de cloruro de calcio con 4% de cemento	Suelo natural	-2.54	3	0.042

Nota: valor p mayor a 0.05 se acepta H_0 , valor p menor a 0.05 se acepta H_1 .

En consecuencia, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , concluyendo que el porcentaje óptimo de mejoramiento del suelo de cimentación en el sector de expansión de Choropampa corresponde a la adición de 8% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento.

4.1.14. Inferencia general y decisión sobre la hipótesis general

La contrastación de hipótesis permitió evaluar la validez de las proposiciones planteadas en torno al mejoramiento del suelo de cimentación mediante la adición de cloruro de calcio combinado con cemento. En primer lugar, el análisis del suelo natural (hipótesis específica 1) mostró que este no corresponde a una arcilla de alta plasticidad (CH) según el SUCS, pues los valores de límite líquido e índice plástico no superaron los umbrales establecidos. Esto evidenció que el material base presenta condiciones de plasticidad moderada y, por lo tanto, existe potencial de mejora mediante estabilización química.

Posteriormente, el ANOVA y la correlación de Pearson (hipótesis específica 2) confirmaron que la adición de cloruro de calcio en proporciones del 8%, 10% y 15%, combinado con 4% de cemento, presenta mejoras altamente significativas en la capacidad portante admisible ($p = 0.008$) tanto en zapatas cuadradas como circulares, con correlaciones muy fuertes ($r = 0.930$ y $r = 0.920$) respecto al porcentaje de aditivo.

Finalmente, las pruebas t-student pareadas (hipótesis específica 3) demostraron que la dosificación del 8% de cloruro de calcio + 4% de cemento es la más eficiente, al presentar incrementos significativos en la capacidad portante frente al suelo natural ($p = 0.012$), y también frente a las dosificaciones del 10% y 15% ($p = 0.033$ y $p = 0.013$). Adicionalmente, esta dosificación redujo de forma significativa el asentamiento ($p = 0.042$), mejorando la estabilidad de las cimentaciones superficiales.

Por tanto, los resultados estadísticos confirman que la incorporación de cloruro de calcio combinado con cemento sí mejora significativamente las propiedades mecánicas más relevantes para el diseño de zapatas aisladas (ángulo de fricción interna y capacidad portante admisible), además de reducir el asentamiento. Aunque no se observaron mejoras consistentes en las propiedades de plasticidad ni en la cohesión, dichas variables no limitaron el desempeño global del suelo mejorado.

4.2. Discusión de resultados

El suelo de cimentación del sector de expansión del distrito de Choropampa, Chota, Cajamarca presenta un contenido de humedad más alto de 37.58 % en la calicata C1 ubicada en 786 447.8 m E 9 295 120.9 m S, por su parte en la calicata C5 ubicada en 786 353.5 m E 9 295 132.1 m S presenta el contenido de humedad más bajo de 16.42 %, estos resultados se detallan en la tabla 8. Resultados que influyen directamente en su ángulo de fricción y cohesión del suelo de cimentación alterado. Así mismo, en el 90 % de las calicatas sale un suelo de tipo SP (arena mal gradada), pero en la clasificación partiendo de los límites de consistencia en su mayoría el suelo es de tipo limo arenoso y arcilloso. Esto se alinea con la investigación de Bustamante, (2023) quien, en su tesis de grado, mediante ensayos de laboratorio determinó que el suelo de estudio en su mayoría fue limos arcillosos de baja plasticidad a lo que posteriormente le adiciono residuos triturados de neumáticos al 5 %, 10 % y 15 % del peso del suelo, resultando en la mejoría de las propiedades de dicho suelo. Así mismo Herrera y Diaz, (2024) en su investigación, mediante ensayos de laboratorio, establecieron que el 80 % del suelo de cimentación se clasificó como limos de baja plasticidad a lo que se añadió vidrio pulverizado, mejorando las propiedades del suelo natural. Por otro lado, Peralta, (2021) en su investigación señala que el 37.5% de suelo de cimentación es limo de alta plasticidad y el restante es arcilla de alta plasticidad. Indiramma y otros, (2020) a su vez, en su investigación indica que el suelo estudiado es limo arcilloso, así al agregar 10 % de cenizas volantes más 4 % y 8 % de cal, sus propiedades del suelo mejoran.

Figura 56

Zona de Estudio del Distrito de Choropampa, Chota, Cajamarca



Nota. Imagen satelital obtenida de Google Earth pro

De este modo, al aplicar 8 %, 10 % y 15 % de cloruro de calcio, y 4 % de cemento en el distrito de Choropampa, Chota, Cajamarca, las gravas y finos aumentan conforme se incrementa el porcentaje de aditivos; así mismo, pasa con el índice plástico. Por otro lado, la gravedad específica tiende a aumentar y disminuir mínimamente. Del mismo modo el ángulo de fricción y cohesión de los suelos se inclinan a aumentar y disminuir ligeramente. No obstante, se observa un mayor mejoramiento en la capacidad portante, en su mayoría, al agregar la combinación del 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento al suelo de cimentación, a una profundidad de desplante de 1.50 metros. Esto coincide con la investigación de Carranza y Gavidia, (2024) quienes, mediante ensayos de laboratorio, obtuvieron una mayor mejora del ángulo de fricción, la cohesión y la capacidad portante al agregar 8 % de ceniza de panca de maíz a la muestra natural del suelo de cimentación, donde se observó que la capacidad portante de dicho tratamiento aumento en un rango de 7.2 % a 80 % con respecto a la muestra patrón.

Tabla 72

Cohesión del Suelo del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento

Tipo de muestra	% de adición de cloruro de calcio		Cohesión del suelo (Kg/cm ²)					
	+ 4% de cemento		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Suelo natural	0%		0.174	0.219	0.114	0.097	0.270	0.462
	8%		0.470	0.084	0.308	0.623	0.113	0.300
Suelo alterado	10%		0.000	0.324	0.341	0.526	0.451	0.411
	15%		0.264	0.163	0.211	0.295	0.062	0.074

Tabla 73

Ángulo de Fricción del Suelo del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento

Tipo de muestra	% de adición de cloruro de calcio		Ángulo de fricción del suelo (°)					
	+ 4% de cemento		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Suelo natural	0%		26.9	27.2	25.8	29.3	29.3	16.6
	8%		28.0	34.2	30.0	21.5	45.2	38.7
Suelo alterado	10%		44.3	29.3	26.7	33.6	23.1	29.0
	15%		27.6	32.9	20.3	28.2	24.8	25.0

Se puede deducir de la tabla 71 y 72, que la cohesión y el ángulo de fricción de los suelos, al agregar 8 % de cloruro de calcio y 4 % de cemento, alcanza el valor más alto en la

mayoría de calicatas. Estos factores, influyen directamente en la capacidad portante de suelo de cimentación, ya que al incrementarse con lleva a un aumento dicha capacidad.

Tabla 74

Capacidad Portante del Suelo en Cimentaciones Cuadradas del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento

Tipo de muestra	% de adición de cloruro de calcio + 4% de cemento	Capacidad portante del suelo en cimentaciones cuadradas (Kg/cm2)					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Suelo natural	0%	1.20	1.47	0.88	1.04
	8%	2.91	1.42	2.41	2.64	5.11	4.31
Suelo alterado	10%	2.93	2.38	2.13	4.61	2.19	2.77
	15%	1.85	1.98	1.07	2.18	0.72	0.78

Tabla 75

Capacidad Portante del Suelo en Cimentaciones Circulares del Distrito de Choropampa, al Aplicar Distintas Dosis de Cloruro de Calcio más 4 % de Cemento

Tipo de muestra	% de adición de cloruro de calcio + 4% de cemento	Capacidad portante del suelo en cimentaciones circulares (Kg/cm2)					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Suelo natural	0%	1.18	1.44	0.86	1.01
	8%	2.88	1.37	2.37	2.62	4.87	4.21
Suelo alterado	10%	2.73	2.34	2.10	4.54	2.17	2.73
	15%	1.82	1.93	1.05	2.14	0.69	0.76

Según las tablas 73 y 74, los porcentajes que aumentan mejor la capacidad portante del suelo de cimentación, son del 8 % y 10 % de cloruro de calcio, combinado con el 4 % de cemento. Sin embargo, las muestras patrón, en la mayoría de calicatas para cimentaciones cuadradas y circulares, mejoran más su valor de dicha capacidad con el 8% de cloruro de calcio y 4% de cemento, excepto en la calicata C2 que mejora con la segunda mezcla. Esto se alinea a la investigación de Carranza y Gavidia, (2024), quienes demostraron que el 8 % de adición de ceniza de panca de maíz demuestra un mejor aumento de la capacidad portante del suelo de cimentación. A continuación, se muestra las zonas de calor con la capacidad portante del suelo, tanto natural y como alterado; los mapas fueron realizados en ArcMap mediante interpolación.

Figura 57

Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Cuadradas del Distrito de Choropampa

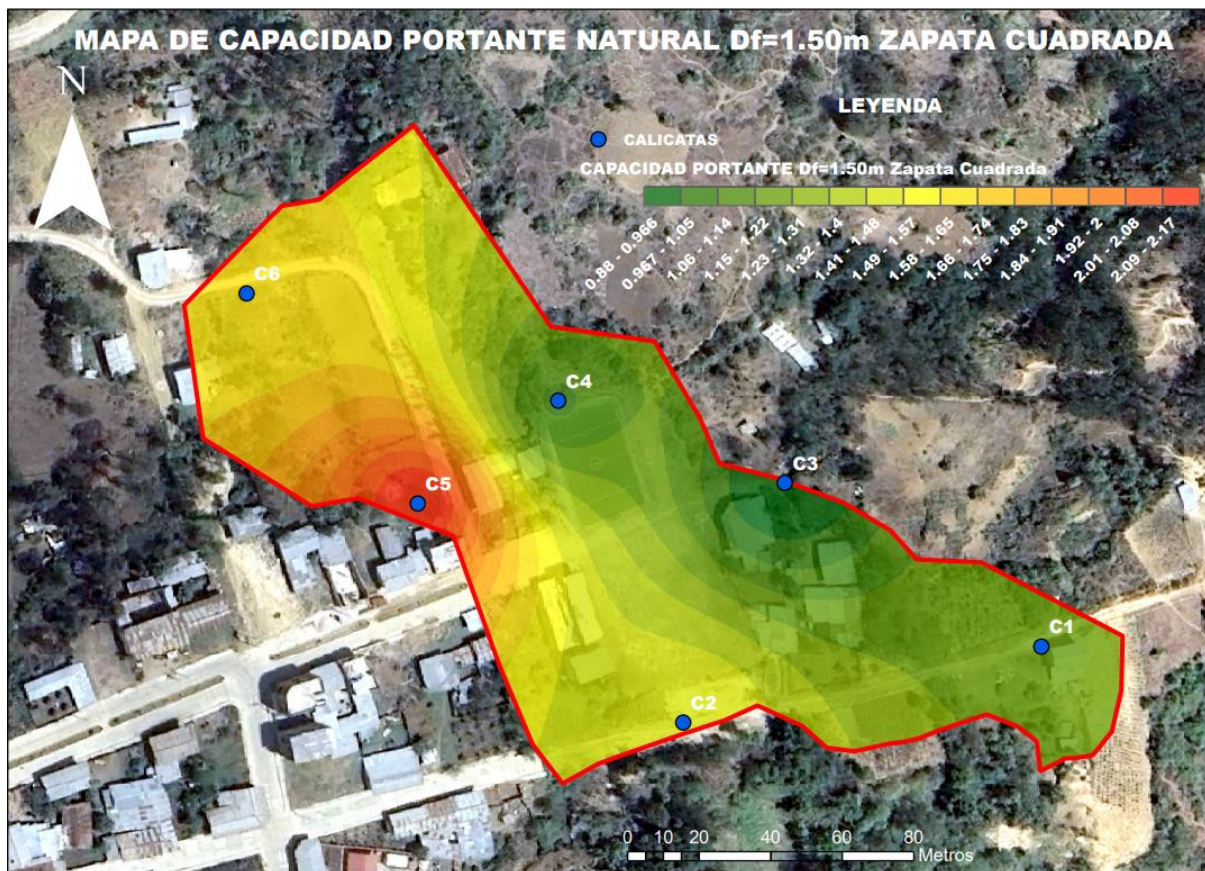
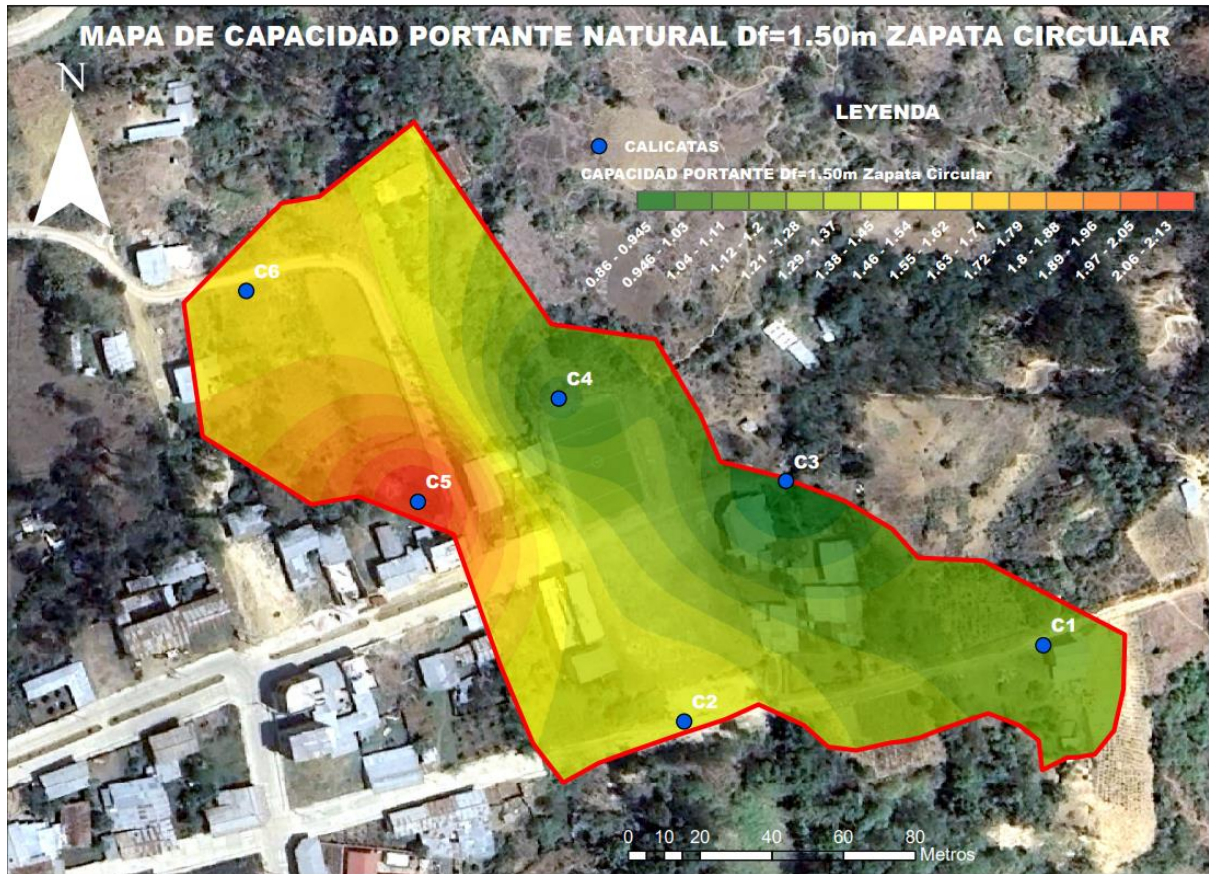


Figura 58

Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Circulares del Distrito de Choropampa



De la figura 44 y 45, se puede observar la capacidad portante del suelo natural en el área de expansión urbana del distrito de Choropampa. Se que, mediante la interpolación realizada, se obtiene las posibles capacidades portantes del suelo, basándose en los puntos de exploración (C1 a C6).

Figura 59

Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Cuadradas Combinando 8% de Cloruro de Calcio y 4% de cemento del Distrito de Choropampa

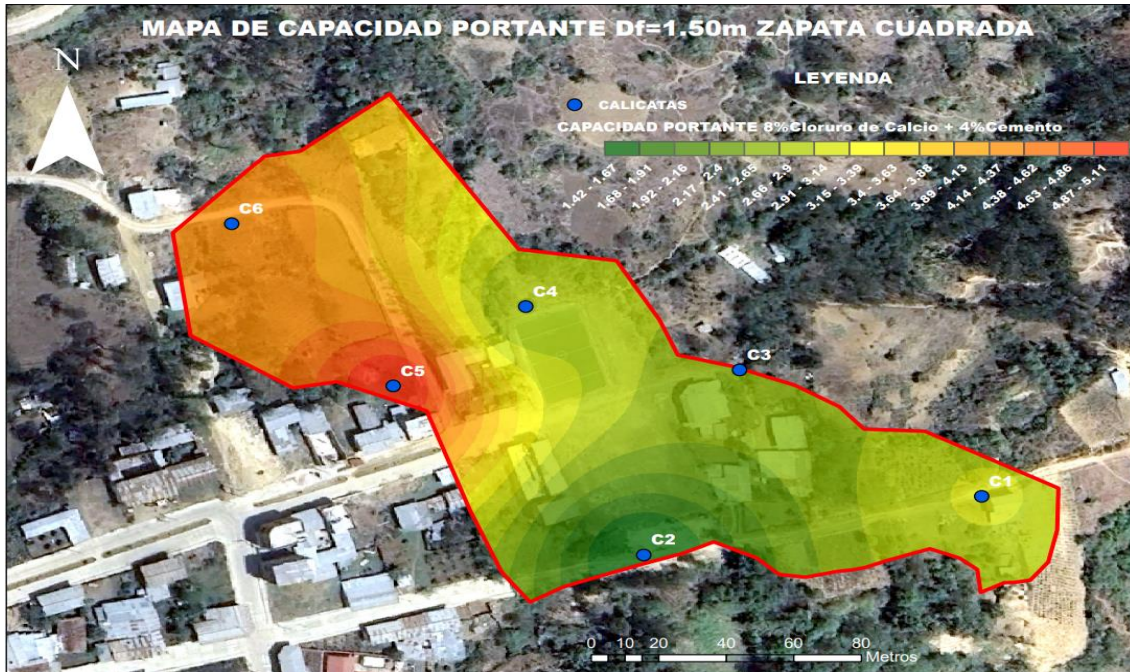
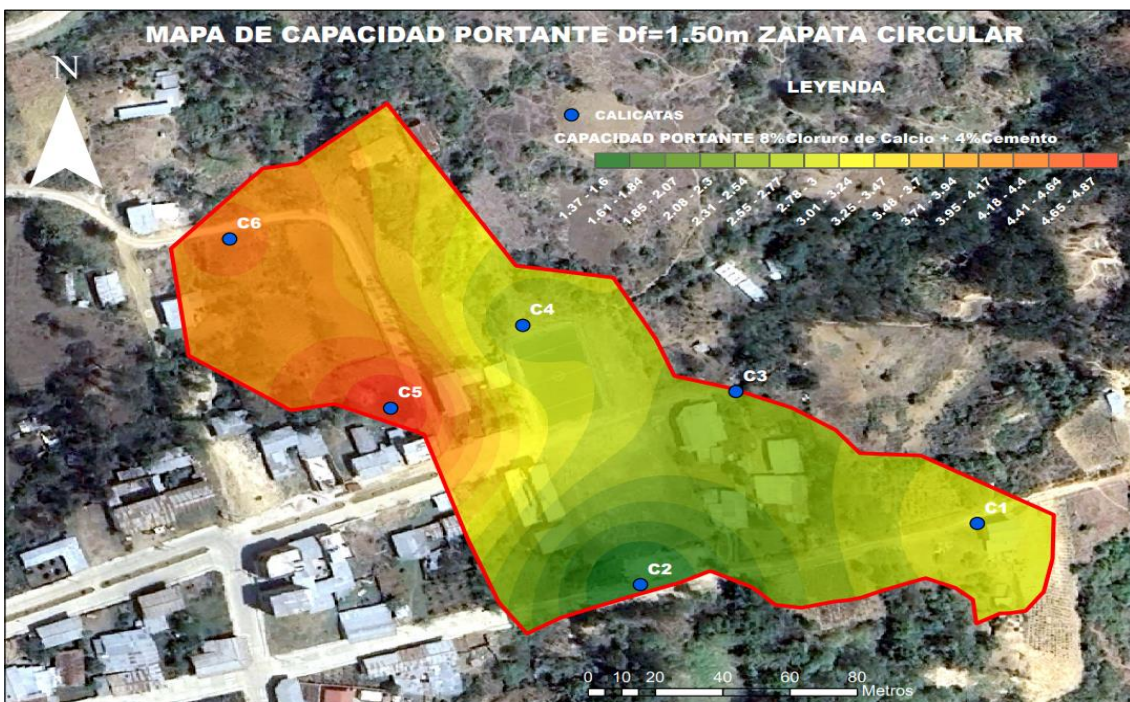


Figura 60

Interpolación de Capacidad Portante del Suelo Natural en Cimentaciones Circulares Combinando 8% de Cloruro de Calcio y 4% de cemento del Distrito de Choropampa



En las figuras 46 y 47, se ilustran las capacidades portantes mejoradas, con el porcentaje que de cloruro de calcio y cemento que contribuye al mayor aumento de la capacidad portante. El valor óptimo corresponde al 8 % de cloruro de calcio combinado con 4 % de cemento.

El suelo de cimentación del distrito de Choropampa el asentamiento máximo por consolidación primaria en la calicata C5 es de 191.5 mm, en suelo arena mal gradada. El asentamiento suelo en Choropampa es mucho mayor al suelo al asentamiento del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha donde es de 18.85 mm (Herrera & Diaz, 2024). Esto se debe al tipo de suelo de los dos lugares siendo el de Cabracancha de tipo suelo limoso. Al adicionar la combinación más óptima de cloruro de calcio y cemento al suelo de cimentación de Choropampa, se logra reducir a un asentamiento mínimo de 11.9 mm en la calicata C5.

Finalmente se concluye que la adición de la combinación óptima de cloruro de calcio y cemento al suelo de cimentación del distrito de Choropampa, mejora las propiedades de dicho suelo, aumentando la capacidad portante y reduciendo significativamente el asentamiento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Tras un análisis riguroso, se ha evidenciado que al mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para cimentaciones asiladas combinando cloruro de calcio y cemento en el distrito de Choropampa, Chota, se concluyó que:

- 1) Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas han mejorado incorporando 8%, 10% y 15% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento. Reflejándose mayormente en los límites de Atterberg al aumentar su valor conforme se incrementan el porcentaje de cloruro de calcio, dando a entender que este aditivo aumenta la plasticidad de los suelos, teniendo valores variables dependiendo de las características de éstos; tales como su composición y tipo de suelo.
- 2) Los suelos de las calicatas C1, C3, C4, C5 Y C6 se clasifica según SUCS como arenas mal gradadas (SP), teniendo valores del coeficiente de curvatura entre 0.48 y 0.92; además que su coeficiente de uniformidad varía entre 3.53 y 11.64. Por su parte los suelos de la calicata C2 se clasifican como arena bien gradada (SW), teniendo un coeficiente de curvatura de 1.69 y un coeficiente de uniformidad de 6.39.
- 3) La adición de cloruro de calcio combinado con cemento no influye significativamente en las propiedades físicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas del distrito de Choropampa, Chota. Mientras que en las propiedades mecánicas tales como el ángulo de fricción interna si hay un cambio significativo tendiéndose a incrementarse entre 3% y 133% con respecto a su valor natural, mientras que la cohesión tiende a aumentar en el 56% de los casos de combinación de cada calicata, esto se debe a que el cloruro de calcio retiene humedad. La capacidad portante de dicho suelo si mejora de manera

significativa con la inclusión de estos aditivos aumentando en más de 50% su valor inicial.

- 4) El tratamiento más adecuado para mejorar la capacidad portante del suelo del sector de expansión del distrito de Choropampa, Chota es del 8% de cloruro de calcio combinado 4% de cemento, para todas las calicatas, donde se ha logrado aumentar en entre 21.66% a 173.86% respecto al suelo natural. Evidenciándose en la calicata C3 con el valor más bajo de capacidad portante; pasando de 0.88 kg/cm² a 2.41 kg/cm² con la combinación mencionada.
- 5) El asentamiento máximo por consolidación primaria de suelo arenoso con presencia de limos de plasticidad media correspondiente a la calicata C5 alcanzó los 191.5mm, y comparando con el mejoramiento propuesto se logró reducir su asentamiento a 11.87mm; reflejando la efectividad de la combinación de cemento al 4% y cloruro de calcio al 8% para zapatas aisladas de construcciones tipo C.

5.2. Recomendaciones

- 1) Se sugiere llevar a cabo nuevas investigaciones con diferentes porcentajes de cloruro de calcio y cemento superiores al que se utilizó en esta investigación para determinar con mayor precisión la dosificación óptima que logre equilibrar el anulo de fricción y cohesión.
- 2) Considerando que el estudio se realizó a 1.5 metros de profundidad, se recomienda analizar los suelos a distintas profundidades, ya que los estratos pueden influir significativamente en los resultados del suelo mejorado.
- 3) Se recomienda replicar el estudio en otros sitios del suelo del distrito de Choropampa, y determinar si dicho suelo mantiene las características de esta investigación.
- 4) Se aconseja aplicar la dosificación óptima del 8% de cloruro de calcio combinado con 4% de cemento, ya que logra incrementar eficazmente las propiedades mecánicas y capacidad portante en el suelo de cimentación para zapatas aisladas del distrito de Choropampa, Chota.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Flor, S. G., & Torres, C. E. (2020). *Estabilización de Suelos Arcillosos para el Mejoramiento de Propiedades Mecánicas con la Adición de Cloruro de Sodio, Puente Piedra, Lima, 2020 [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Digital Institucional, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27662>
- Indiramma, P., Sudharani, C., & Needhidasan, S. (2020). Utilization of fly ash and lime to stabilize the expansive soil and to sustain pollution free environment – An experimental study. *ScienceDirect*, 694-700. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/305927/1-s2.0-S2214785320X00137/1-s2.0-S2214785319333905/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEUAuCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDhmU11yI13QmGLVWwD8TtxM%2FaMPoAtMrTqv1J%2F%2BVHoawIhALJ7IrFrNGYrIEB03Aavd85canKdfk7iaNygQI>
- Abdelraheem, A., El-Shate, A., Abdel, M. A., & Hamdy, F. (2020). Lime addition chemical stabilization of expansive soil at Al-Kawamil city, Sohag region, Egypt. *KoreaScience*, 5(1), 1-11.
- Abdullah, A., Muawia, D., & Abdullah, S. (2023). The Combined Effect of Calcium Chloride and Cement on Expansive Soil Materials. *Applied Sciences*, 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app13084811>
- Acosta, D. F., & Perez, A. S. (2020). *Columnas de grava para reducir los asentamientos de una estructura hospitalaria cimentada sobre arcilla de alta plasticidad en San Ignacio, Cajamarca [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Academico UPC. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/654636>

- Ayasca, C., & Quispe, J. (2022). *Geomallas y columnas de gravas para suelos de baja capacidad portante bajo cimentaciones superficiales en edificación de Salud [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5931>
- Badillo, J., & Rodríguez, R. (2005). *Fundamentos de las Mecánica de suelos*. Limusa, Noriega Editores. Obtenido de https://books.google.es/books?id=3OPOaDHQC8wC&printsec=copyright&hl=es&source=gbps_pub_info_r#v=onepage&q&f=false
- BANCO MUNDIAL. (2023). *Desarrollo Urbano*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>
- Bowles, J. (1997). *Foundation Analysis and Desing*. Poria: A Division of The McGraw-Hill Companie.
- Braja, M. D. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (Cuarta ed.). (J. León, & L. García, Trads.)
- Braja, M. D. (2015). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Bustamante, M. H. (2023). *mejoramiento de la capacidad portante del suelo natural de cimentación adicionando residuos triturados de neumáticos, sector 3 de la ciudad de chota [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14142/366>
- Cámara Peruana de Construcción. (2023). *El país necesita que la construcción crezca para reducir la pobreza y la informalidad*. Lima: CAPECO. Obtenido de <https://www.capeco.org/blog/el-pais-necesita-que-la-construccion-crezca-para-reducir-la-pobreza-y-la-informalidad>

- Canario Robles, C. A. (2021). *Mejoramiento del Suelo con Afirmando y Cloruro de Calcio Aplicado a la Planta del Grupo Santa Elena - Chancay Huaral Diciembre 2020 [Tesis de grado, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE]*. Repositorio Digital Institucional, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/27542>
- Carranza, Y. A., & Gavidia, H. (2024). *Mejoramiento de la Capacidad Portante del Suelo Adicionando 2,8 y 14% de Ceniza de Panca de Maíz en la Comunidad de Agaisbamba, Chota-2022 [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]*. Repositorio Digital Institucional, Chota. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14142/539>
- Chávez, J. M. (2006). *Geotécnia*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chipana, W. (2023). *Análisis comparativo de la influencia de cal y cemento en la capacidad portante del suelo de cimentación de las viviendas autoconstruidas del sector de Moyocorral-Abancay-Apurímac-2022 [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]*. Repositorio Digital Institucional, Apurímac. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/551>
- Chocontá, A. (2020). *Estabilización de un suelo arcilloso de la zona occidental sabana de Bogotá con adición de cal hidratada comparando métodos de elementos finitos y semiempíricos [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/26612>
- Conde, G. (2022). *Evaluación del Mejoramiento de Suelo Residual Blando con Columnas de Suelo-Cemento-RCD para Viabilizar el Uso de Cimentaciones Superficiales [Tesis de grado, Universidad Federal de Integración Latinoamericana]*. Repositorio Institucional, Brasil. Obtenido de <http://dspace.unila.edu.br/123456789/6639>
- Crespo, C. (2004). *Macánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa.
- Cutimbo, W. (2016). *CONCRETO ARMADO*.

- Diaz, J. (2021). *Conceptualización de la metodología para el uso del relleno fluido suelo-cemento en el mejoramiento de suelos de baja capacidad portante en edificaciones-2020 [Tesis de pregrado, Univeridad Nacional Hermilio Valdizán]*. Repositorio Instirucional, Huánuco, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6787>
- Eddine DRISS, A. A., HARICHAN, K., & GHRICI, M. (2023). Effect of lime on the stabilization of an expansive clay soil in Algeria. *Journal of Geomechanics and Geoengineering*, 1-10. Obtenido de <https://asps-journals.com/index.php/jgg/article/view/413/44>
- Feng, W. Q., & Yin, J. H. (2020). Development and Verification of a New Simplified Method for Calculating Settlement of a Thick Soil Layer with Nonlinear Compressibility and Creep. *International Journal of Geomechanics*, 1-14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0001562](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0001562)
- Gallardo, R. J., & Quintero, L. J. (2015). Caracterización Mineralógica de Arcillas Expansivas con Fines de Estabilización. *INGENIO UFPSO*, 84. Obtenido de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2050/2003>
- Ganiyu, M., & Kennedy, C. (2024). Comparative Evaluación of Stabilized Soli Propieties Incorporating Bagasse ash with Cement vs Lime on Determination of best Additive Combinations. *International Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 26-42. Obtenido de https://abjournals.org/ijmce/wp-content/uploads/sites/13/journal/published_paper/volume-7/issue-1/IJMCE_ZSNCXBZT.pdf
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2011). *Zonificación Ecológica y Económica Base para el Ordenamiento Territorial para el Departamento de Cajamarca*. Gobierno Regional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de

https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/estudio_de_la_propuesta_de_zee_1.pdf

Hernández, M. (2021). *Identificación de materiales de mejoramiento en suelos expansivos destinados como suelo de fundación para viviendas en el sector Nor-Oriental de la ciudad de Tunja [Tesis de grado, Universidad Santo Tomas]*. Repositorio Institucional, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/33715>

Herrera , Y. O., & Diaz, C. H. (2024). *Evaluación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación en la I.E 10392 Cabracancha, Adicionando Vidrio Pulverizado, Chota, 2022 [Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]*. Respositorio Institucional, Chota. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14142/484>

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). (2008). *Manual de Estabilización de Suelos con Cemento o Cal*. Madrid, España .

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (Febrero de 2022). *Sistema de Información para la Gestion de Riesgos de Desastres*. Obtenido de Evaluación del Deslizamiento Rotacional en el Sector Lagunas: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//13420_informe-tecnico-n0-a7223-evaluacion-de-deslizamiento-rotacional-en-sector-lagunas-districto-chota-provincia-chota-departamento-cajamarca.pdf

Instituto Nacional de Calidad. (2019, 10 de septiembre). *NTP 339.128 (Método de Ensayo Normalizado para Analisis Granulométrico)*. Lima. Obtenido de www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad. (2019, 10 de septiembre). *NTP 339.129 (Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos)*. Lima. Obtenido de www.inacal.gob.pe

- Instituto Nacional de Calidad. (2019, 10 de septiembre). *NTP 339.131 (Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo)*. Obtenido de www.inacal.gob.pe
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática* . Obtenido de Migración Interna: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de Sistema de Información Geográfica: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals and Applications* (Segunda edición ed.). Taylor & Francis Group.
- Karthick, Y. S., Narayanan, V., Ayswarya, & Meenakshi. (2019). Soil Stabilization using Plastics and Gypsum. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 351.
- López, A. J., & Torres, D. (2021). *Mejoramiento del Suelo de Fundación para Cimentaciones Superficiales Mediante la Determinación de los Parámetros de Resistencia Jaén - Cajamarca 2021 [Título de grado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71261>
- Magdi , M., E., Z., Khalid, A., & Eltayeb . (2016). Laboratory Investigation of Expansive Soil Stabilized with Calcium Chloride. *Academia Mundial de Ciencias, Ingeniería y Tecnología*, 10(2), 1-5. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/42970694/laboratory-investigation-of-expansive-soil-stabilized-with-calcium-chloride-libre.pdf?1456229403=&response-content->

disposition=inline%3B+filename%3DLaboratory_Investigation_of_Expansive_So.pdf&Expires=1724909

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimientos SECCIÓN DE SUELOS Y PAVIMENTOS*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Montero, L., & García, J. (2017). *Panorama Multidimensional del Desarrollo Urbano en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Naciones Unidas. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4045553b-f9d6-4f29-886b-680b1c339773/content>

Muñoz, S. P., Sánchez, W. A., & García, J. M. (2020). Teoría de la Consolidación, Una Revisión de la Literatura. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación.*, 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/>

Muñoz, S. P., Sánchez, W. A., & García, J. M. (2020). Teoría de la Consolidación, Una Revisión de la Literatura. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación.*, 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/>

Neyra, A., & Cuyubamba, N. (2023). *Mejoramiento del suelo para cimentación de un tanque de almacenamiento de diesel en refinería Conchán - Lima [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/670617>

Peralta, L. (2021). *Mejoramiento de la Capacidad Portante del Suelo Aplicando Distintas Dosis de Residuos Triturados de Ladrillo, Lechada de Cal y Cemento Diluido: Caso Urbanización "los Pinos", Chota, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]*. Repositorio UNACH. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14142/201>

- Piliotti, M., & Sierra, P. (2007). Consolidación Unidimensional de Suelos. En *Geología y Geotécnica* (págs. 1-41). Universidad Nacional de Rosario. Obtenido de https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Consolidacion%20unidim%20de%20suelos_2011s2.pdf
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2012). *NORMA CE.020 SUELOS Y TALUDES*. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2020). *Norma E.050 Suelos y Cimentaciones*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Rezabala, M. D., & Ortiz, E. (2023). Propuesta de Estabilización con Cal y Cemento para Subrasante con Presencia de Suelos Arcillosos Ubicada en Via Tosagua-Chone sector bachillero. *Dominio de las Ciencias*, 9(3), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3534>
- Rodríguez, W. (2020). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Suelos y Cimentaciones*. Perú. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63977944/INGENIERIA_GEOTECNICA_202020200720-21544-9sge48-libre.pdf?1595312146=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINGENIERIA_GEOTECNICA_2020_Suelos_y_Cime.pdf&Expires=1707103873&Signature=KetsloRteRTuwS
- Sánchez, A., & Surichaqui, A. (2021). *Proceso Constructivo de Pilotes Excavados Aplicando Polímero, como Estabilizador de Suelos en el Distrito de Chilete - Región Cajamarca*

[*Tesos de grado, UNIVERSIDAD RICARDO PALMA*]. Registro digital Institucional.

Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4960>

Suárez, J. (2009). *Deslizamientos* (Vol. I). Colombia.

Ulloa Baez, C. L., & Velasquez Santisteban, F. P. (2022). *Influencia de la Ceniza de Madera y Cemento Tipo I en la estabilización de Suelos con Fines de Cimentación, Trujillo, 2022*

[*Tesis de grado, UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE*]. Repositorio Digital

Institucional, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/32014>

Yuan, J., Salih, M., Al-Ajamee, M., Yi, D., Ahmed, A., Ren, Y., & hakuzweyezu, t. (2023).

Improvement of expansive soil characteristics stabilized with sawdust ash, high

calcium fly ash and cement. *ScienceDirect*, 1-18. Obtenido de

<https://pdf.sciencedirectassets.com/287527/1-s2.0-S2214509522X0003X/1-s2.0->

<https://pdf.sciencedirectassets.com/287527/1-s2.0-S2214509523000736/main.pdf?X-Amz-Security->

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHhtAVqtp5ETsLP6](https://pdf.sciencedirectassets.com/287527/1-s2.0-S2214509523000736/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHhtAVqtp5ETsLP6)

[ulmCjXWMSRebO4V3Fmoe5UYOUtCpAiBxSL09PqEMmJ448%2BL%2BZdWLh](https://pdf.sciencedirectassets.com/287527/1-s2.0-S2214509523000736/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHhtAVqtp5ETsLP6)

[0wdED3KrPr%2BVqWSgd](https://pdf.sciencedirectassets.com/287527/1-s2.0-S2214509523000736/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHhtAVqtp5ETsLP6)

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Tabla 76

Descripción de anexos

N° Anexos	Descripción
Anexo 1	Matriz de consistencia
Anexo 2	Panel fotográfico
Anexo 3	Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota
Anexo 4	Diseño y costos de zapata aislada en suelo natutal y alterado

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

Tesis: Mejoramiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Suelos para Zapatas Aisladas Combinando Cloruro de Calcio y Cemento, Choropampa, Chota, 2025

Tesistas: Cruzado Tapia César Yair, Silva Vásquez Yerson Asencio

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnicas	Metodología	
<p>¿Cómo influye la incorporación de cloruro de calcio y cemento en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota?</p>	<p>Objetivo general -Evaluar el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación para zapatas aisladas mediante la incorporación de cloruro de calcio y cemento en el sector de expansión de Choropampa, Chota, 2025</p>		<p>VI combinación de cloruro de calcio y cemento</p> <hr/> <p>VD Propiedades físicas y mecánicas de los suelos para zapatas aisladas</p>	<p>Observación</p>	<p>Finalidad: Aplicada</p>	
	<p>Objetivos específicos -Determinar las características físicas del suelo natural de cimentación para clasificarlo según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) en el sector de expansión Choropampa, Chota. - Analizar la influencia del cloruro de calcio (8%, 10%, 15%) combinado con 4% de cemento en las propiedades físicas, propiedades mecánicas y capacidad portante del suelo para cimentaciones cuadradas y circulares. - Identificar el porcentaje óptimo de cloruro de calcio combinado con cemento que permite el mejoramiento en la capacidad portante del suelo de cimentación en el sector de expansión de Choropampa, Chota.</p>			<p>La incorporación de cloruro de calcio y cemento mejora significativamente las propiedades físicas (límites de consistencia, gravedad específica), las propiedades mecánicas (densidad seca, cohesión y ángulo de fricción interna) y la capacidad portante del suelo de cimentación, optimizando su desempeño para zapatas aisladas en el sector de expansión de Choropampa, Chota.</p>	<p>Análisis documental (fichas de cloruro de calcio y cemento)</p>	<p>Contexto donde sucede: laboratorio, campo</p> <p>Enfoque: Cuantitativa</p>
					<p>Ensayos al suelo natural</p>	<p>Objetivos: Descriptiva-Correlacional</p>
					<p>Ensayos al suelo mejorado</p>	<p>Temporalidad: Transversal</p>
				<p>Análisis de capacidad portante</p>	<p>Fuente de datos: Primaria</p>	

Anexo N° 2. Panel Fotográfico

Fotografía 01: Ubicación de la calicata N° 1 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 786 447.8, Norte: 9 295 120.9 17S



Fotografía 02: Ubicación de la calicata N° 2 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 7786 353.5, Norte: 9 295 132.1 17S



Fotografía 03: Ubicación de la calicata N° 3 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 786 381.9, Norte: 9 295 199.1 17S



Fotografía 04: Ubicación de la calicata N° 4 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 786 318.5, Norte: 9 295 222.1 17S



Fotografía 05: Ubicación de la calicata N° 5 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 7786 279.3, Norte: 9 295 193.3 17S



Fotografía 06: Ubicación de la calicata N° 6 Lugar: Choropampa, Chota , Cajamarca; Coordenadas UTM: Este: 786 231.4, Norte: 9 295 252.0 17S



Fotografía 07: Obtención de la muestra para análisis en laboratorio de mecánica de suelos



Fotografía 08: Relleno de calicata despues de obtener la muestra



Fotografía 09: Ensayo de contenido de humedad natural y alterado



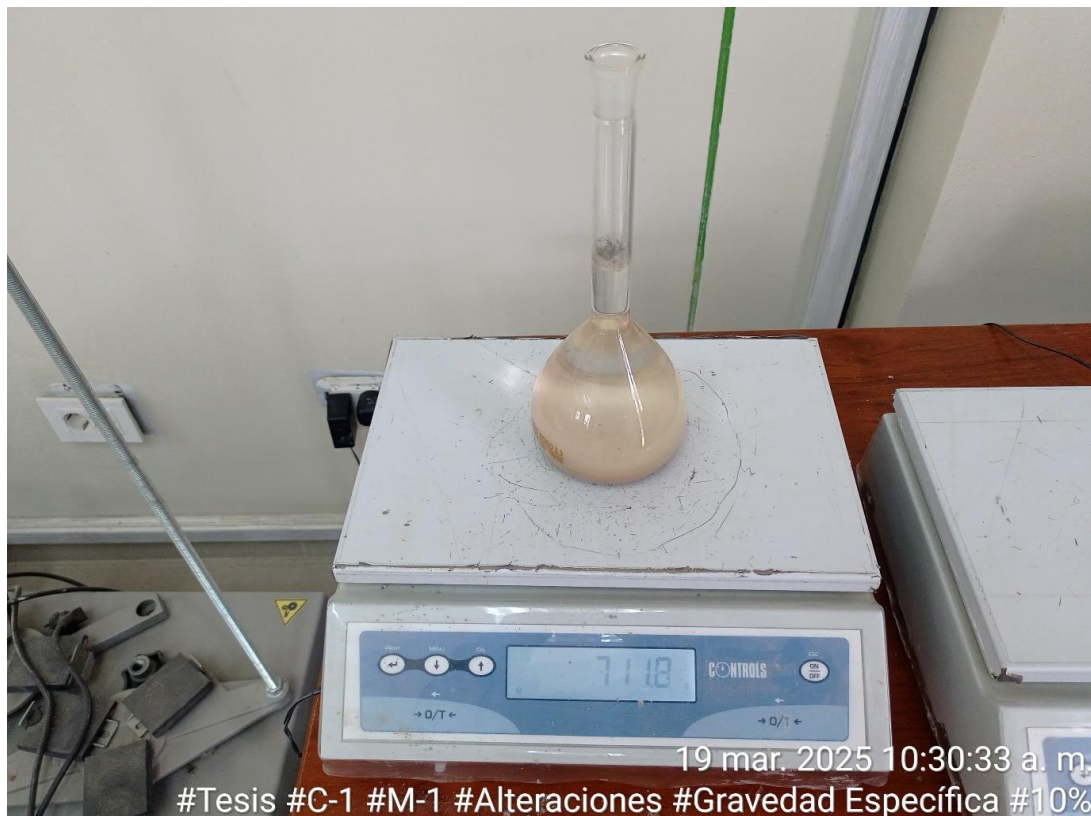
Fotografía 10: Analisis granulométrico natural y alterado



Fotografía 11: Límites de consistencia natural y alterado



Fotografía 12: Gravedad específica natural y alterado



Fotografía 13: Corte directo natural y alterado



Fotografía 14: Consolidación unidimensional natural y alterado



Anexo N° 3. Análisis de Laboratorio

CALICATA N°1
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL

NORMA NTP 339.127

C-1 NATURAL

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA	Nº 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Calicata	Nº 1			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	46.8	65.5	71.4	61.2
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	580.9	588.0	604.8	591.2
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	435.4	445.3	458.7	446.5
Masa de muestra seca (g)	388.6	379.8	387.3	385.2
Masa del agua (g)	145.5	142.7	146.1	144.8
Contenido de humedad (%)	37.44%	37.57%	37.72%	37.58%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 37.58%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 180750

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CARLOS TAPIA CABRERA
INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 180750

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL

NORMA: NTP 339.127

C-1 E-1

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Calicata	N° 1			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	86.0	122.7	87.6	98.8
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	502.4	505.9	506.3	504.9
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	454.4	488.6	451.3	464.8
Masa de muestra seca (g)	368.4	365.9	363.7	366.0
Masa del agua (g)	48.0	17.3	55.0	40.1
Contenido de humedad (%)	13.03%	4.73%	15.12%	10.96%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 10.96%OBSERVACIONES: **ESTRATO 1**

RESPONSABLES DE ENSAYO

TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESOR

SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO

CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOSCARLOS TAPIA CABRERA
INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



PROTOCOLO

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL

NORMA NTP 339.127

C-1 E-2

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	3.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE 786 453.6

NORTE 9 295 153.4

Calicata	N° 1			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	111.1	122.7	86.0	106.6
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	783.5	685.6	695.0	721.4
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	654.1	575.3	578.7	602.7
Masa de muestra seca (g)	543.0	452.6	492.7	496.1
Masa del agua (g)	129.4	110.3	116.3	118.7
Contenido de humedad (%)	23.83%	24.37%	23.60%	23.94%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 23.94%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO

TÉCNICO DE LABORATORIO


ASESOR



 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO


 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 CARLOS TAPIA CABRERA
 INGENIERO CIVIL

CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR



ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-1 NATURAL

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025				

COORDENADAS UTM

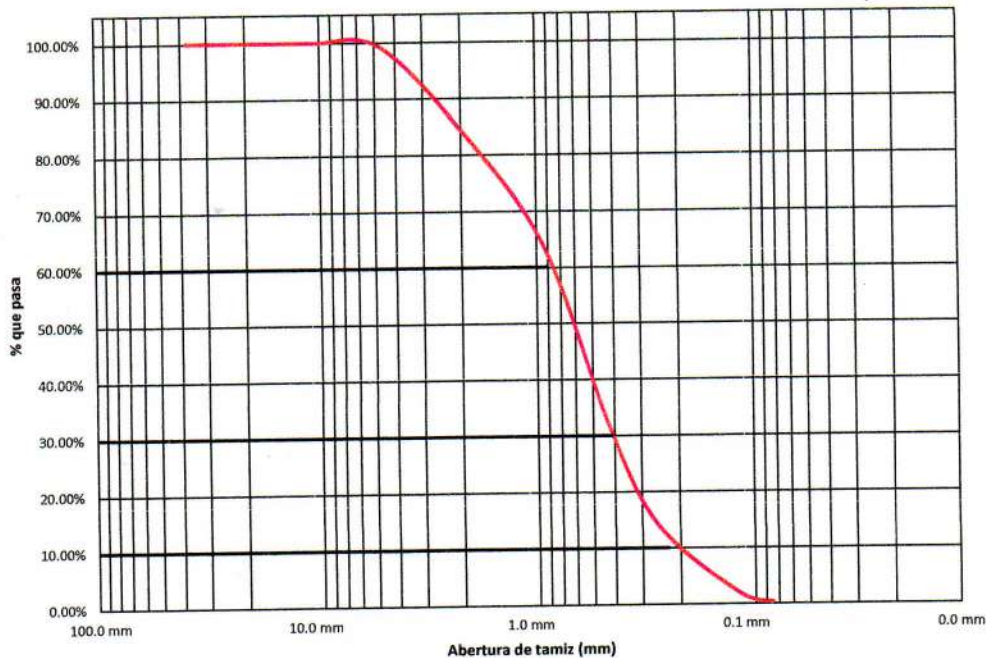
ESTE 786 453.6

NORTE 9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 2387.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	16.8 g	0.70%	0.70%	99.30%
No 10	2.0 mm	354.6 g	14.86%	15.56%	84.44%
No 20	0.84 mm	487.4 g	20.42%	35.98%	64.02%
No 40	0.42 mm	777.4 g	32.57%	68.55%	31.45%
No 60	0.25 mm	421.4 g	17.65%	86.20%	13.80%
No 140	0.106 mm	286.6 g	12.01%	98.21%	1.79%
No 200	0.075 mm	36.7 g	1.54%	99.74%	0.26%
Cazoleta		6.1 g	0.26%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.70%	% ARENA	99.04%	% FINOS	0.26%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.26%
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	99.30%
Limite líquido	42.86%
Índice de plasticidad	4.74%
D10	0.227 mm
D60	0.802 mm
D30	0.410 mm
Tipo de suelo	SP

Total de masa del suelo: 2387.0 g

$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) = 0.92$
 $C_u = D_{60} / D_{10} = 3.53$

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 18979



ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-1 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

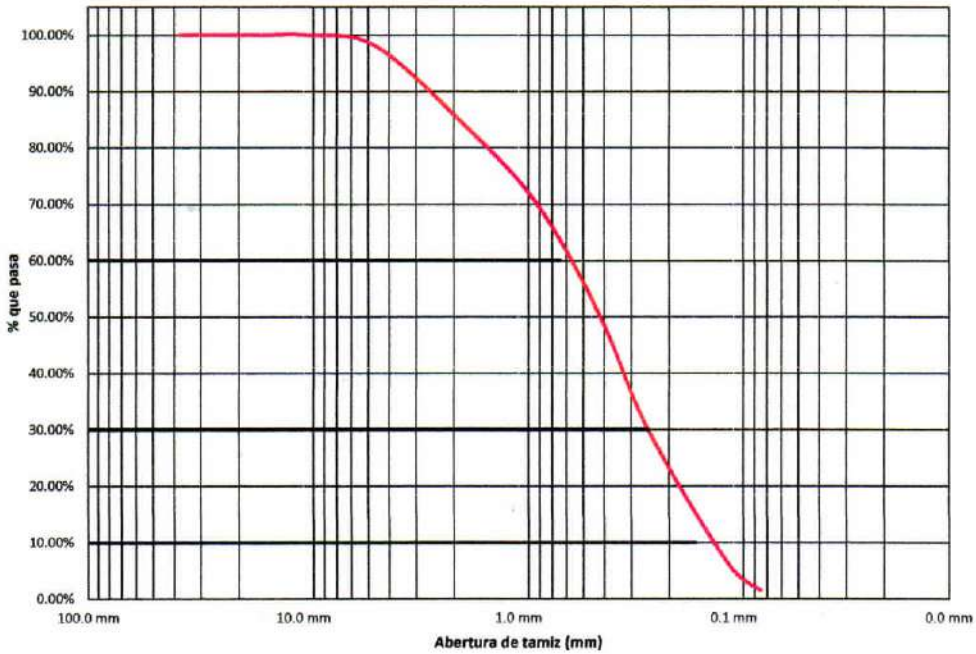
CALICATA:	Nº 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	14/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 1169.6 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	19.7 g	1.68%	1.68%	98.32%
No 10	2.0 mm	145.9 g	12.47%	14.16%	85.84%
No 20	0.84 mm	179.0 g	15.30%	29.46%	70.54%
No 40	0.42 mm	236.7 g	20.24%	49.70%	50.30%
No 60	0.25 mm	238.2 g	20.37%	70.07%	29.93%
No 140	0.106 mm	278.6 g	23.82%	93.89%	6.11%
No 200	0.075 mm	54.2 g	4.63%	98.52%	1.48%
Cazoleta		17.3 g	1.48%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.68%	% ARENA	96.84%	% FINOS	1.48%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	1.48%	Total de masa del suelo:	1169.6 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	98.32%		
Límite líquido	44.63%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.65
Índice de plasticidad	5.02%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	4.24
D10	0.151 mm		
D60	0.639 mm		
D30	0.251 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL



ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR
TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-1 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA
ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA,
CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	14/03/2025				

COORDENADAS UTM

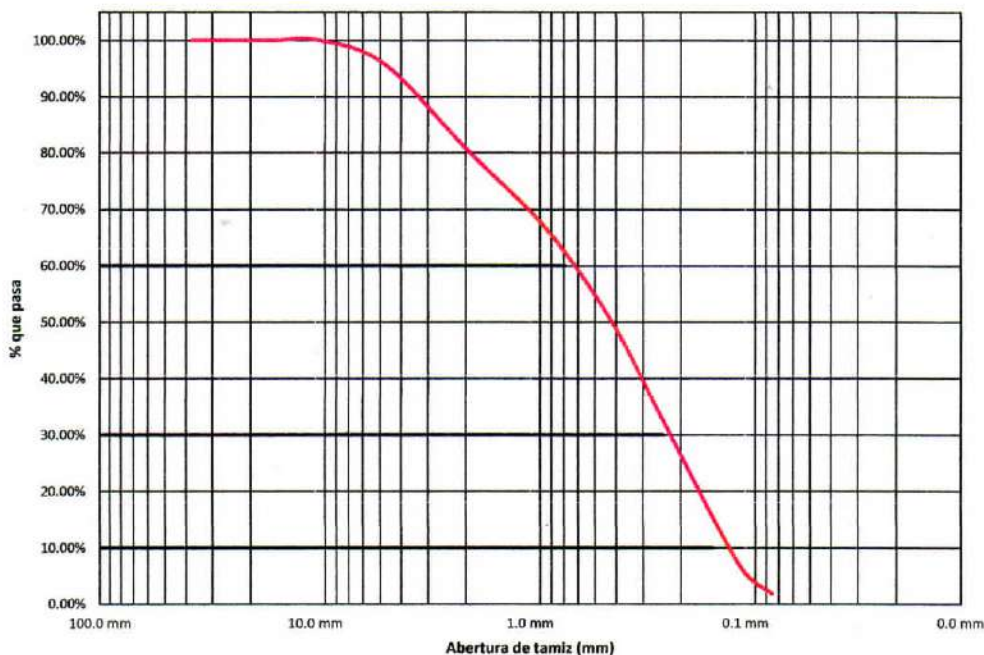
ESTE 786 453.6

NORTE 9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 755.7 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	32.2 g	4.26%	4.26%	95.74%
No 10	2.0 mm	113.1 g	14.97%	19.23%	80.77%
No 20	0.84 mm	108.0 g	14.29%	33.52%	66.48%
No 40	0.42 mm	123.2 g	16.30%	49.82%	50.18%
No 60	0.25 mm	125.4 g	16.59%	66.42%	33.58%
No 140	0.106 mm	203.6 g	26.94%	93.36%	6.64%
No 200	0.075 mm	36.6 g	4.84%	98.20%	1.80%
Cozoleta		13.6 g	1.80%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	4.26%	% ARENA	93.94%	% FINOS	1.80%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	1.80%	Total de masa del suelo:	755.7 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	95.74%		
Límite líquido	46.43%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	8.64%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	4.83
D10	0.142 mm		
D60	0.687 mm		
D30	0.240 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 120750



PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-1 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

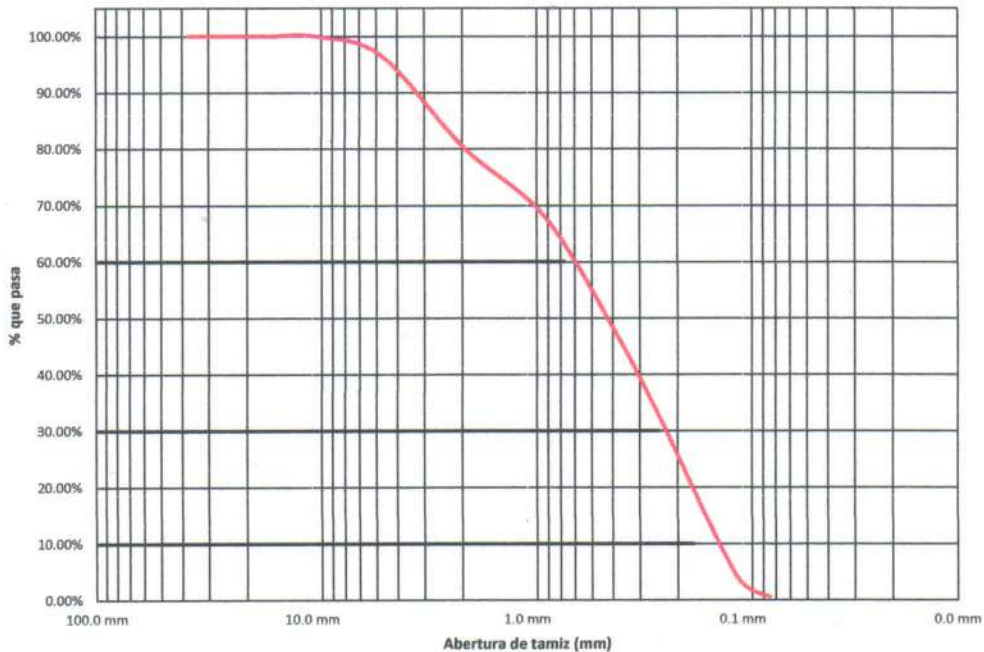
CALICATA:	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	14/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 644.3 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	22.1 g	3.43%	3.43%	96.57%
No 10	2.0 mm	103.2 g	16.02%	19.45%	80.55%
No 20	0.84 mm	78.8 g	12.23%	31.68%	68.32%
No 40	0.42 mm	119.4 g	18.53%	50.21%	49.79%
No 60	0.25 mm	105.7 g	16.41%	66.61%	33.39%
No 140	0.106 mm	189.4 g	29.40%	96.01%	3.99%
No 200	0.075 mm	22.0 g	3.41%	99.43%	0.57%
Cozoleta		3.7 g	0.57%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	3.43%	% ARENA	96.00%	% FINOS	0.57%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.57%	Total de masa del suelo:	644.3 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	96.57%		
Límite líquido	50.46%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.52
Índice de plasticidad	12.14%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	3.97
D10	0.168 mm		
D60	0.668 mm		
D30	0.243 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CÁRLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 118759



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-1 E-1
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

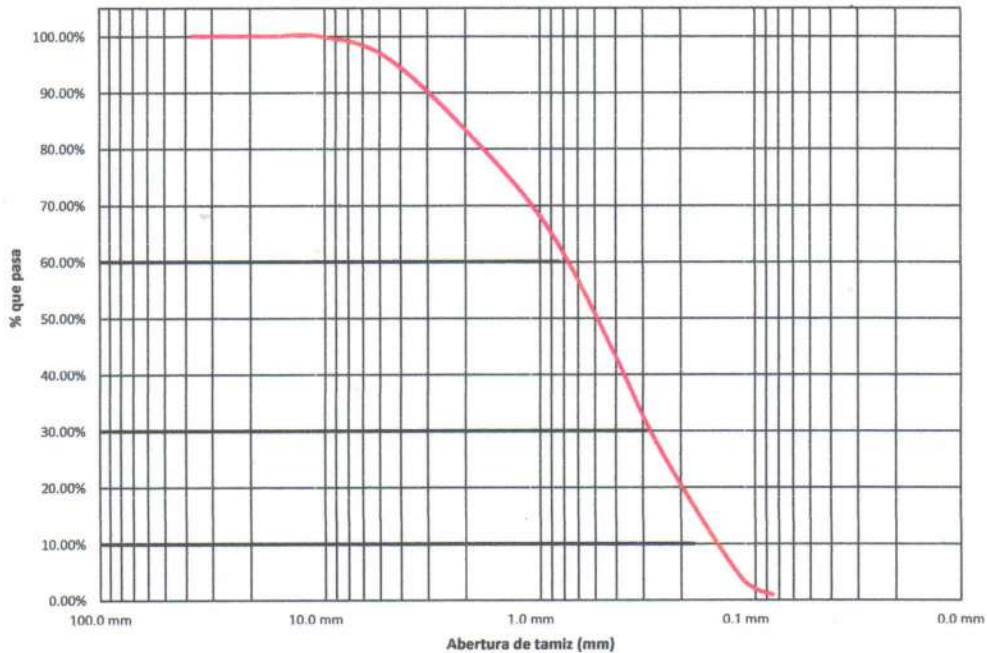
CALICATA:	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	12/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 2255.6 g

Malla	Abertura (mm)	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	78.5 g	3.48%	3.48%	96.52%
No 10	2.0 mm	295.6 g	13.11%	16.59%	83.41%
No 20	0.84 mm	382.8 g	16.97%	33.56%	66.44%
No 40	0.42 mm	488.3 g	21.65%	55.20%	44.80%
No 60	0.25 mm	406.7 g	18.03%	73.24%	26.76%
No 140	0.106 mm	511.6 g	22.68%	95.92%	4.08%
No 200	0.075 mm	72.6 g	3.22%	99.14%	0.86%
Cozoleta		19.5 g	0.86%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	3.48%	% ARENA	95.66%	% FINOS	0.86%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.86%	Total de masa del suelo:	2255.6 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	96.52%		
Límite líquido	48.83%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.65
Índice de plasticidad	0.03%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	4.19
D10	0.175 mm		
D60	0.731 mm		
D30	0.288 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 116759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-1 E-2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

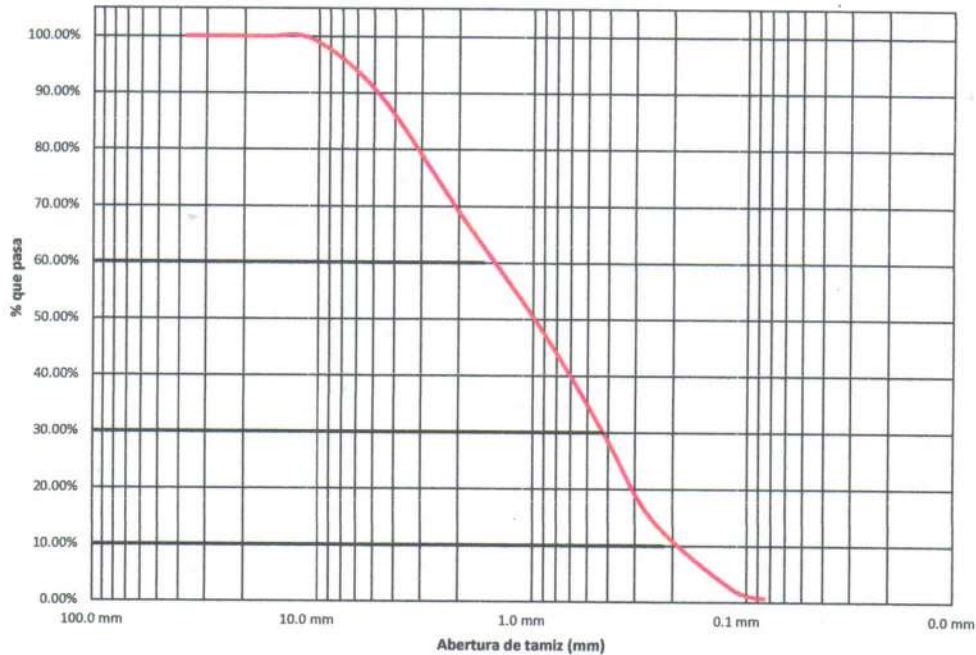
CALICATA:	N° 1	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	3.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	12/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 453.6
NORTE	9 295 153.4

Masa seca de la muestra ensayada (g): 2499.4 g

Malla	Abertura (mm)	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	16.2 g	0.65%	0.65%	99.35%
No 4	4.75 mm	239.0 g	9.56%	10.21%	89.79%
No 10	2.0 mm	518.9 g	20.76%	30.97%	69.03%
No 20	0.84 mm	507.3 g	20.30%	51.27%	48.73%
No 40	0.42 mm	471.7 g	18.87%	70.14%	29.86%
No 60	0.25 mm	380.5 g	15.22%	85.36%	14.64%
No 140	0.106 mm	306.0 g	12.24%	97.61%	2.39%
No 200	0.075 mm	43.8 g	1.75%	99.36%	0.64%
Cozoleta		16.0 g	0.64%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	10.21%	% ARENA	89.15%	% FINOS	0.64%
---------	--------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.64%	Total de masa del suelo:	2499.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 4	89.79%		
Límite líquido	47.40%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.53
Índice de plasticidad	5.85%	$c_u = D_{60} / D_{10} =$	6.98
D10	0.220 mm		
D60	1.533 mm		
D30	0.424 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>César Yair Cruzado Tapia</i> CÉSAR TAPIA CARRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-1 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.7	37.8
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.9	42.3	47.2
Masa tara + suelo seco (g)	43.2	40.9	44.5
Número de golpes	17	23	37
Masa de suelo seco (g)	6.0	3.2	6.7
Masa agua (g)	2.7	1.4	2.7
Humedad (%)	45.00%	43.75%	40.30%

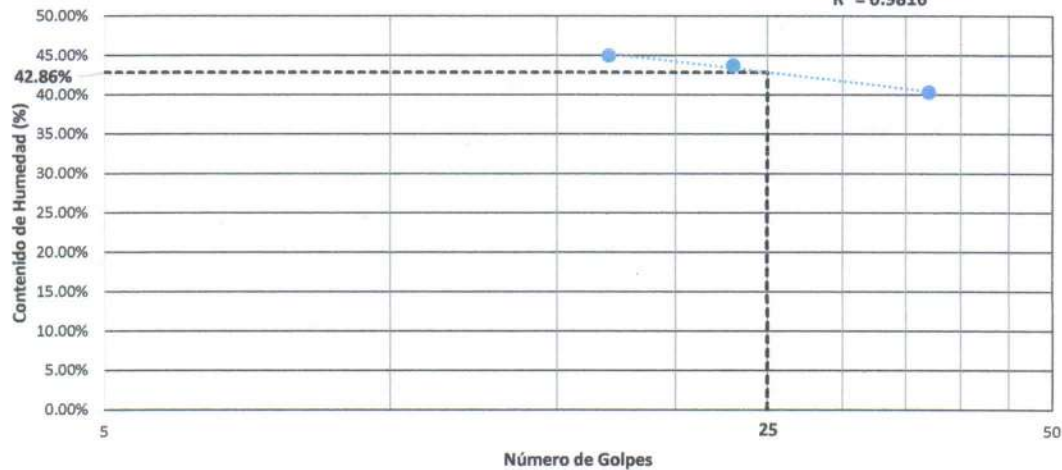
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.1	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.1	48.0	46.1
Masa tara + suelo seco (g)	42.1	45.2	43.7
Masa de suelo seco (g)	4.8	8.1	6.5
Masa agua (g)	2.0	2.8	2.4
Humedad (%)	41.67%	34.57%	38.12%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0615 \ln(x) + 0.6267$$

$$R^2 = 0.9816$$



Límite líquido : 42.86%

Límite Plástico : 38.12%

Índice de Plasticidad : 4.74%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 108760



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

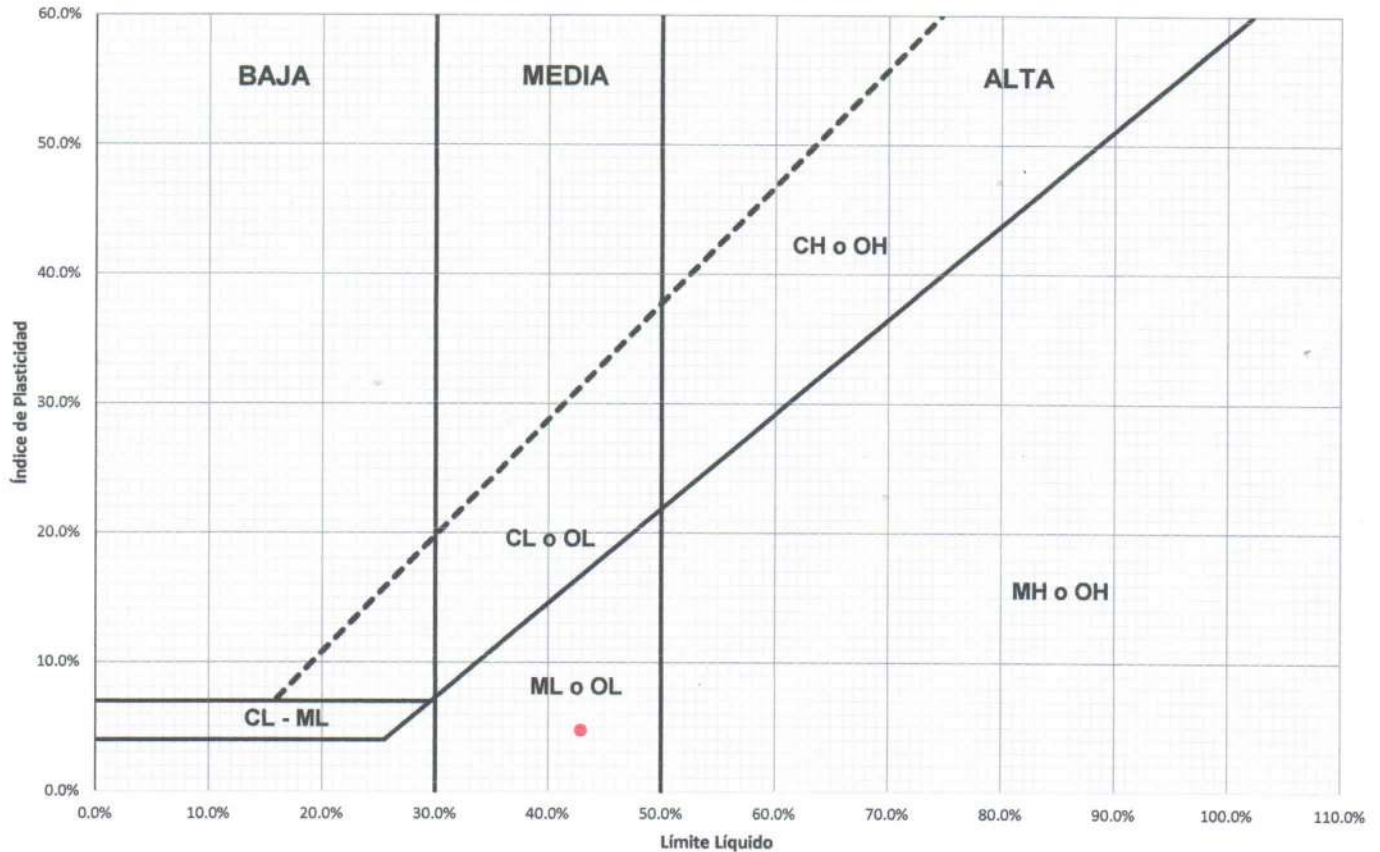
PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 NATURAL
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
42.86%	4.74%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 <i>[Signature]</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>[Signature]</i> CARLOS TAPIA CARRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-1 ALTERACIÓN 1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.5	37.2	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	47.5	46.7	45.3
Masa tara + suelo seco (g)	44.1	43.8	43.0
Número de golpes	13	24	33
Masa de suelo seco (g)	6.6	6.6	5.4
Masa agua (g)	3.4	2.9	2.3
Humedad (%)	51.52%	43.94%	42.59%

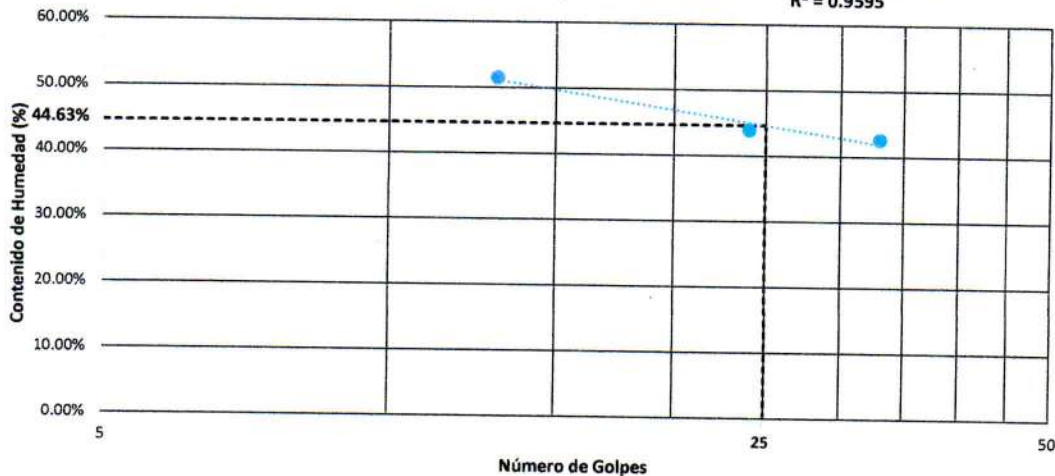
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.6	37.8	37.7
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.6	40.8	40.7
Masa tara + suelo seco (g)	39.7	40.0	39.9
Masa de suelo seco (g)	2.1	2.2	2.2
Masa agua (g)	0.9	0.8	0.8
Humedad (%)	42.86%	36.36%	39.61%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0995 \ln(x) + 0.7666$$

$$R^2 = 0.9595$$



Límite líquido : 44.63%

Límite Plástico : 39.61%

Índice de Plasticidad : 5.02%

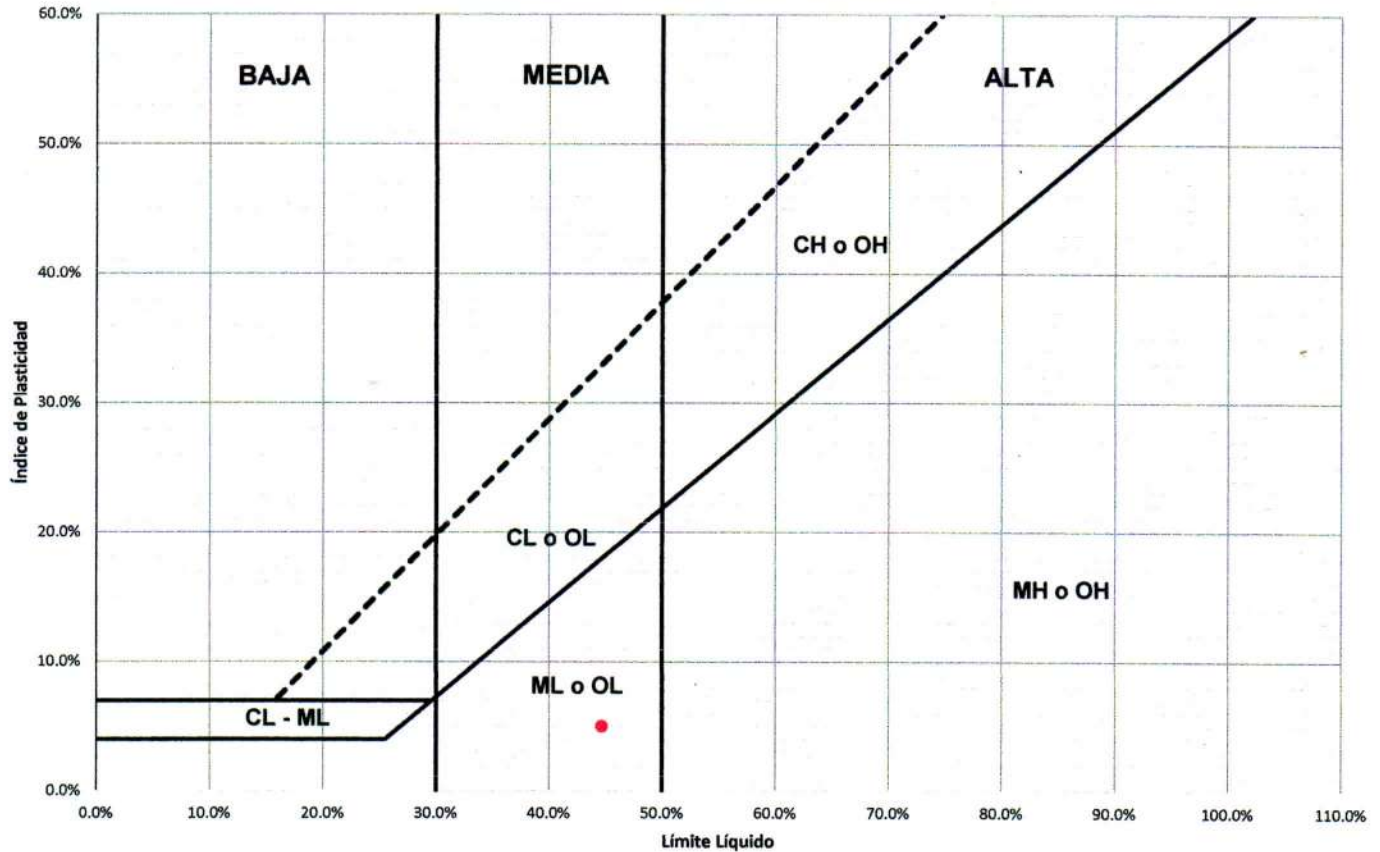
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 ALTERACIÓN 1		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTÁ, 2025				
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
44.63%	5.02%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-1 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.6	37.2	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	47.9	46.1	48.3
Masa tara + suelo seco (g)	44.5	43.3	44.9
Número de golpes	15	25	33
Masa de suelo seco (g)	6.9	6.1	7.5
Masa agua (g)	3.4	2.8	3.4
Humedad (%)	49.28%	45.90%	45.33%

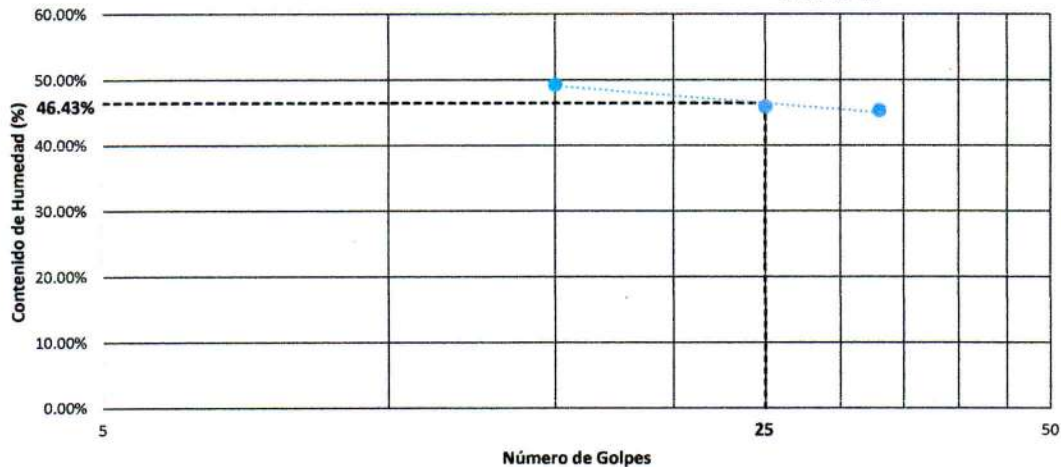
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.2	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.7	40.1	40.4
Masa tara + suelo seco (g)	39.8	39.3	39.6
Masa de suelo seco (g)	2.4	2.1	2.3
Masa agua (g)	0.9	0.8	0.9
Humedad (%)	37.50%	38.10%	37.80%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0520 \ln(x) + 0.6317$$

$$R^2 = 0.9521$$



Límite Líquido : 46.43%

Límite Plástico : 37.80%

Índice de Plasticidad : 8.64%

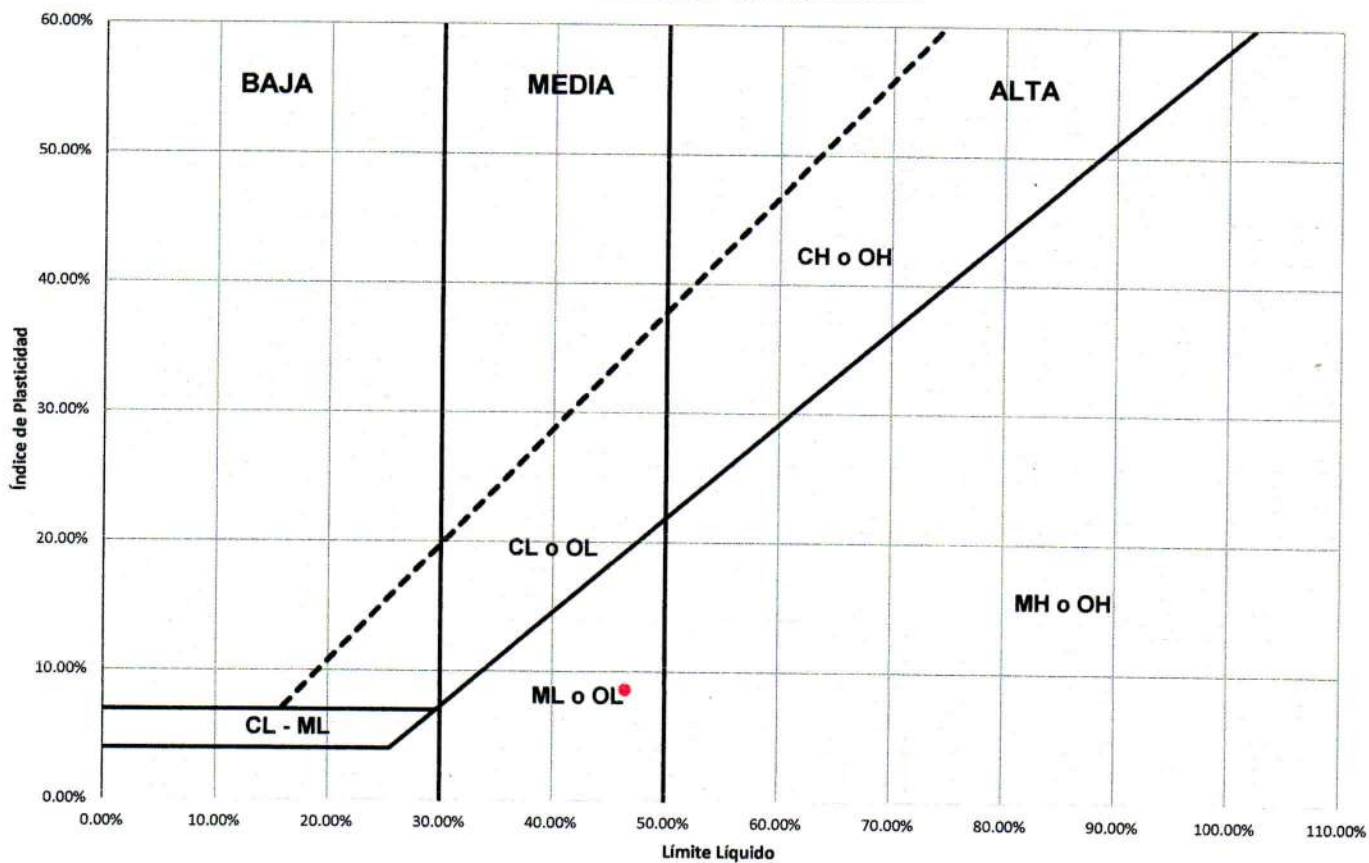
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 ALTERACIÓN 2		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
46.43%	8.64%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 DANIEL OSORIO TAPIA CARRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189798



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-1 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.7	37.3	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.7	43.8	46.3
Masa tara + suelo seco (g)	43.6	41.6	43.3
Número de golpes	14	22	34
Masa de suelo seco (g)	5.9	4.3	6.1
Masa agua (g)	3.1	2.2	3.0
Humedad (%)	52.54%	51.16%	49.18%

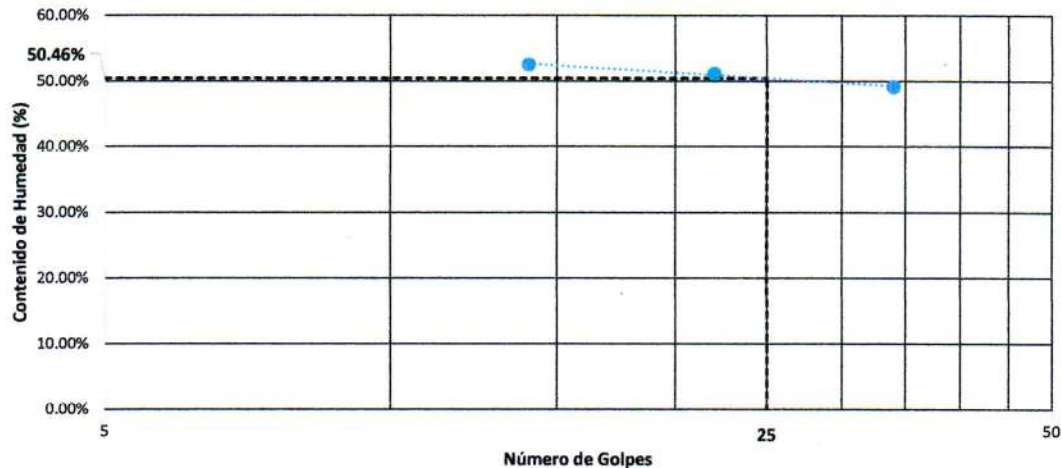
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.1	37.4	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.3	40.7	40.5
Masa tara + suelo seco (g)	39.4	39.8	39.6
Masa de suelo seco (g)	2.3	2.4	2.4
Masa agua (g)	0.9	0.9	0.9
Humedad (%)	39.13%	37.50%	38.32%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0378 \ln(x) + 0.6264$$

$$R^2 = 0.9871$$



Límite líquido : 50.46%

Límite Plástico : 38.32%

Índice de Plasticidad : 12.14%

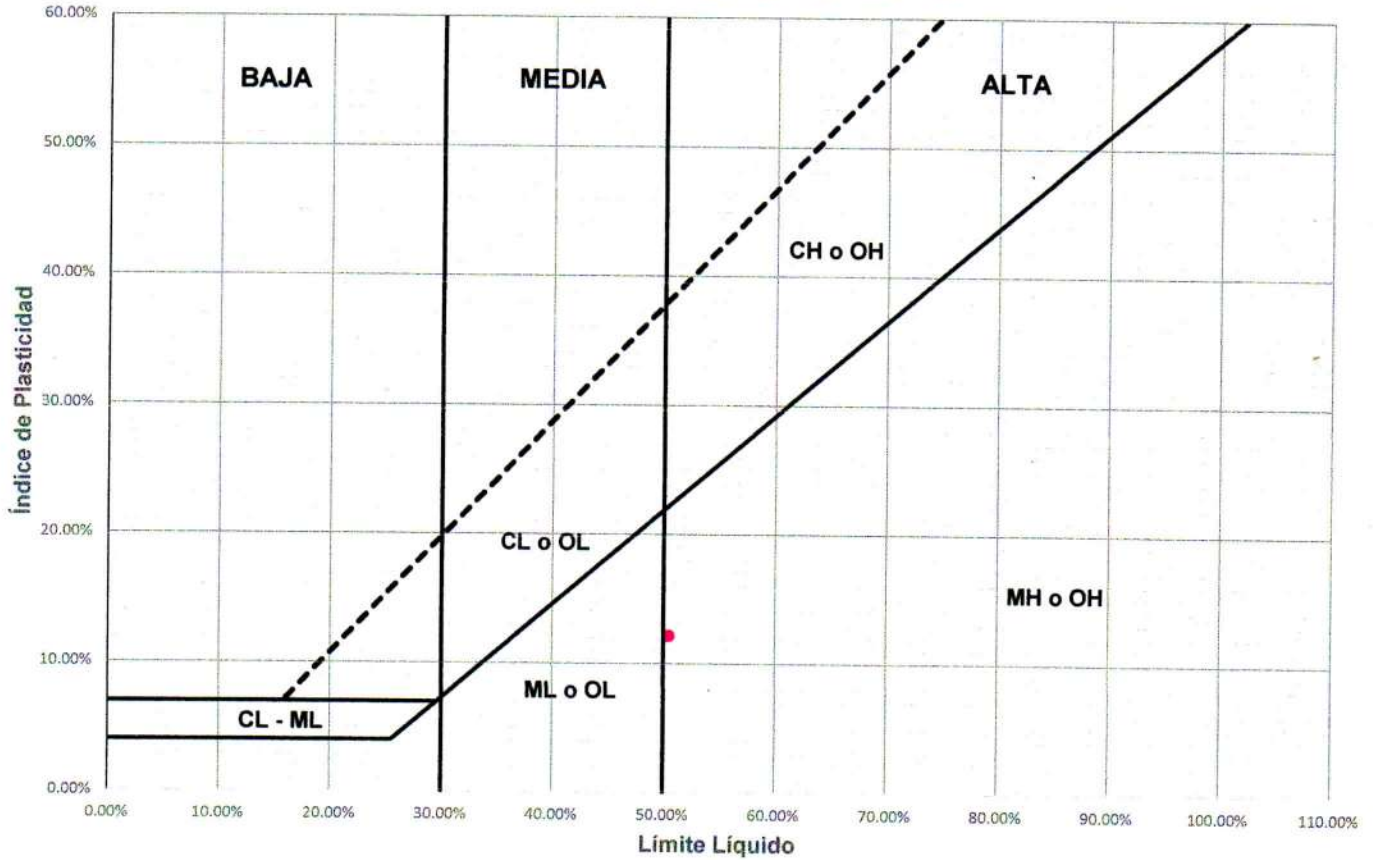
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 ALTERACIÓN 3		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
50.46%	12.14%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 182759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-1 E-1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	11/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.6	37.2	37.8
Masa tara + suelo húmedo (g)	48.1	47.6	51.1
Masa tara + suelo seco (g)	44.6	44.2	46.8
Número de golpes	17	26	37
Masa de suelo seco (g)	7.0	7.0	9.0
Masa agua (g)	3.5	3.4	4.3
Humedad (%)	50.00%	48.57%	47.78%

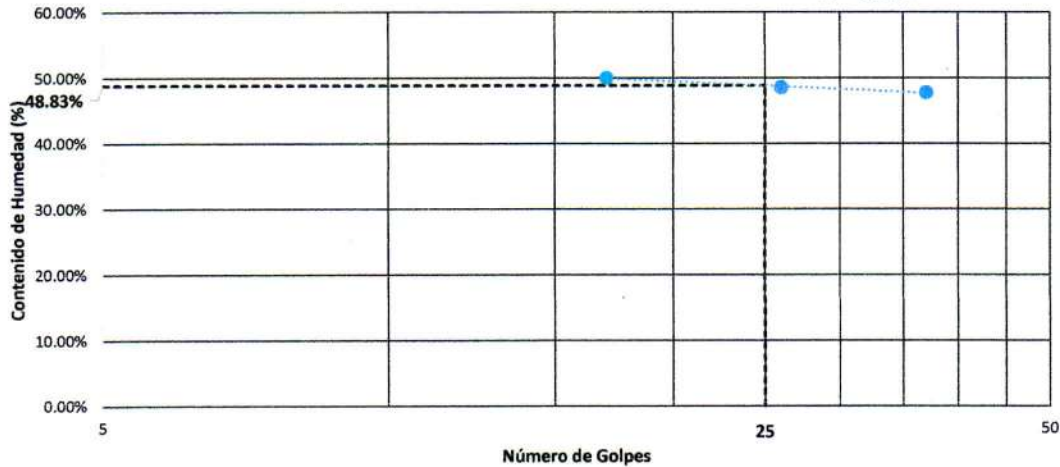
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.5	37.1	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.5	41.7	41.6
Masa tara + suelo seco (g)	40.1	40.3	40.2
Masa de suelo seco (g)	2.6	3.2	2.9
Masa agua (g)	1.4	1.4	1.4
Humedad (%)	53.85%	43.75%	48.80%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0287 \ln(x) + 0.5808$$

$$R^2 = 0.9879$$



Límite líquido : 48.83%

Límite Plástico : 48.80%

Índice de Plasticidad : 0.03%

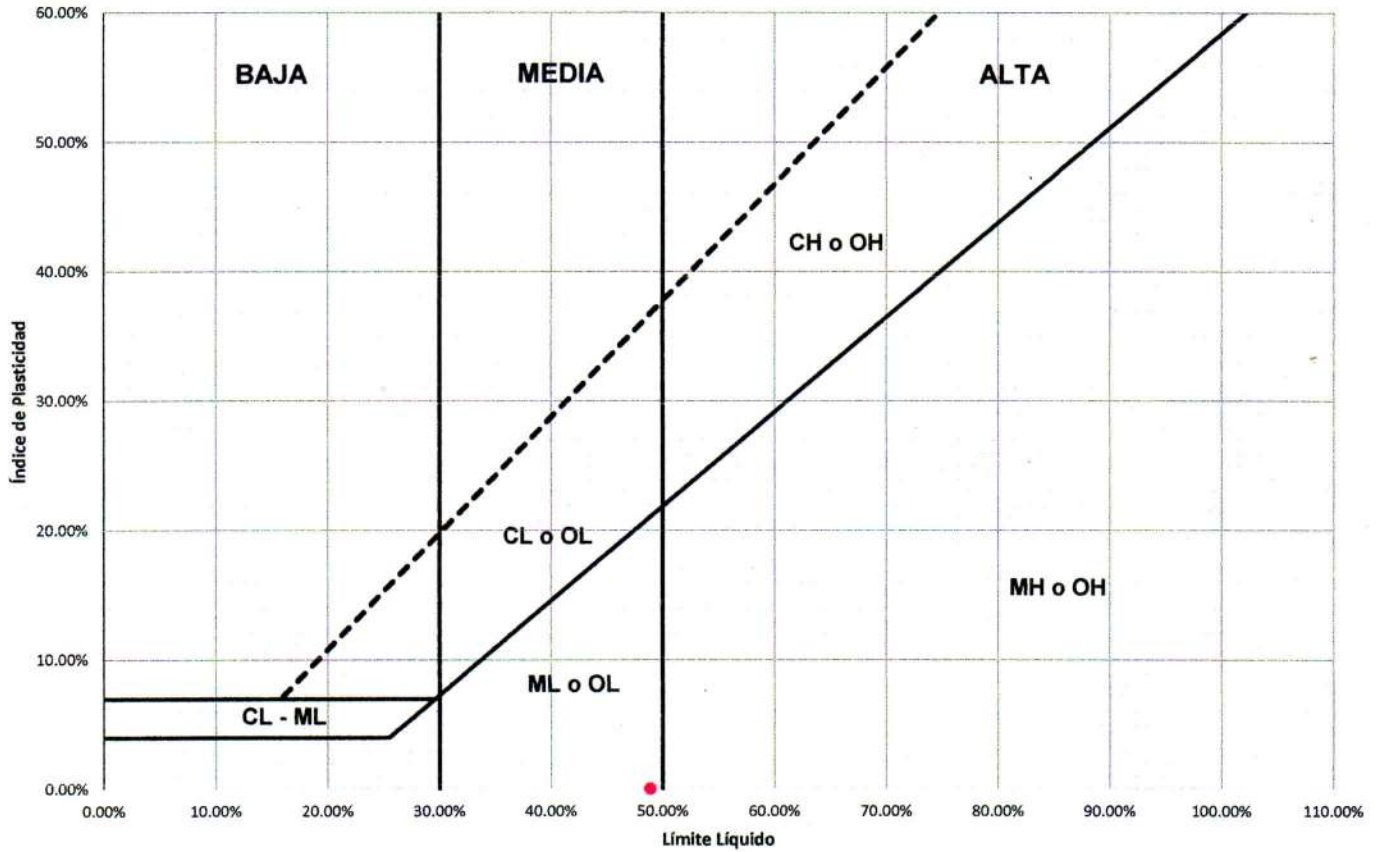
OBSERVACIONES: ESTRATO 1


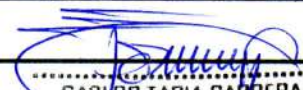
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 128759</small>

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 E-1
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 1	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.00 m	
FECHA DE MUESTREO: 06/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 11/03/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
48.83%	0.03%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 1		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 118759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 E-2
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	13/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

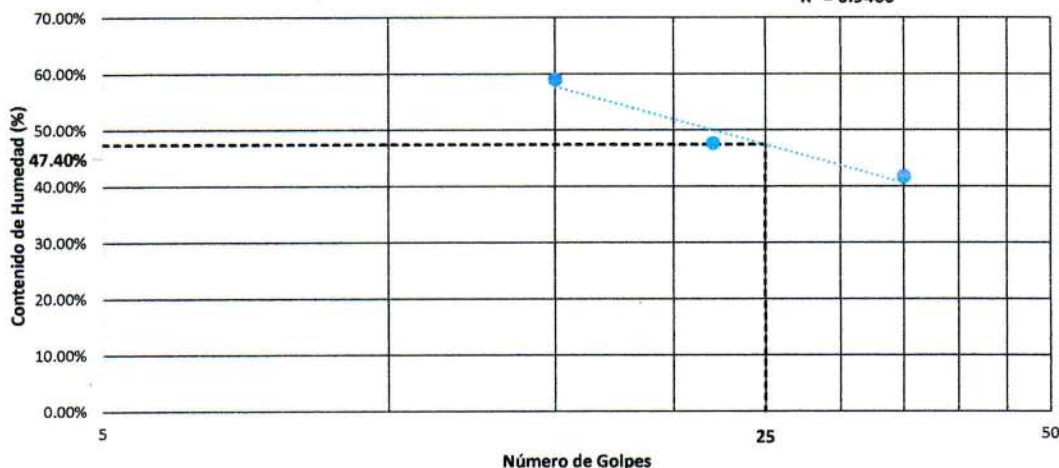
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.5	37.6	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	49.4	50.0	46.9
Masa tara + suelo seco (g)	45.9	46.0	43.3
Número de golpes	35	22	15
Masa de suelo seco (g)	8.4	8.4	6.1
Masa agua (g)	3.5	4.0	3.6
Humedad (%)	41.67%	47.62%	59.02%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.6	37.8	37.7
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.4	43.2	42.8
Masa tara + suelo seco (g)	41.1	41.5	41.3
Masa de suelo seco (g)	3.5	3.7	3.6
Masa agua (g)	1.3	1.7	1.5
Humedad (%)	37.14%	45.95%	41.54%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.2021 \ln(x) + 1.1245$
 $R^2 = 0.9460$



Límite líquido : 47.40%

Límite Plástico : 41.54%

Índice de Plasticidad : 5.85%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

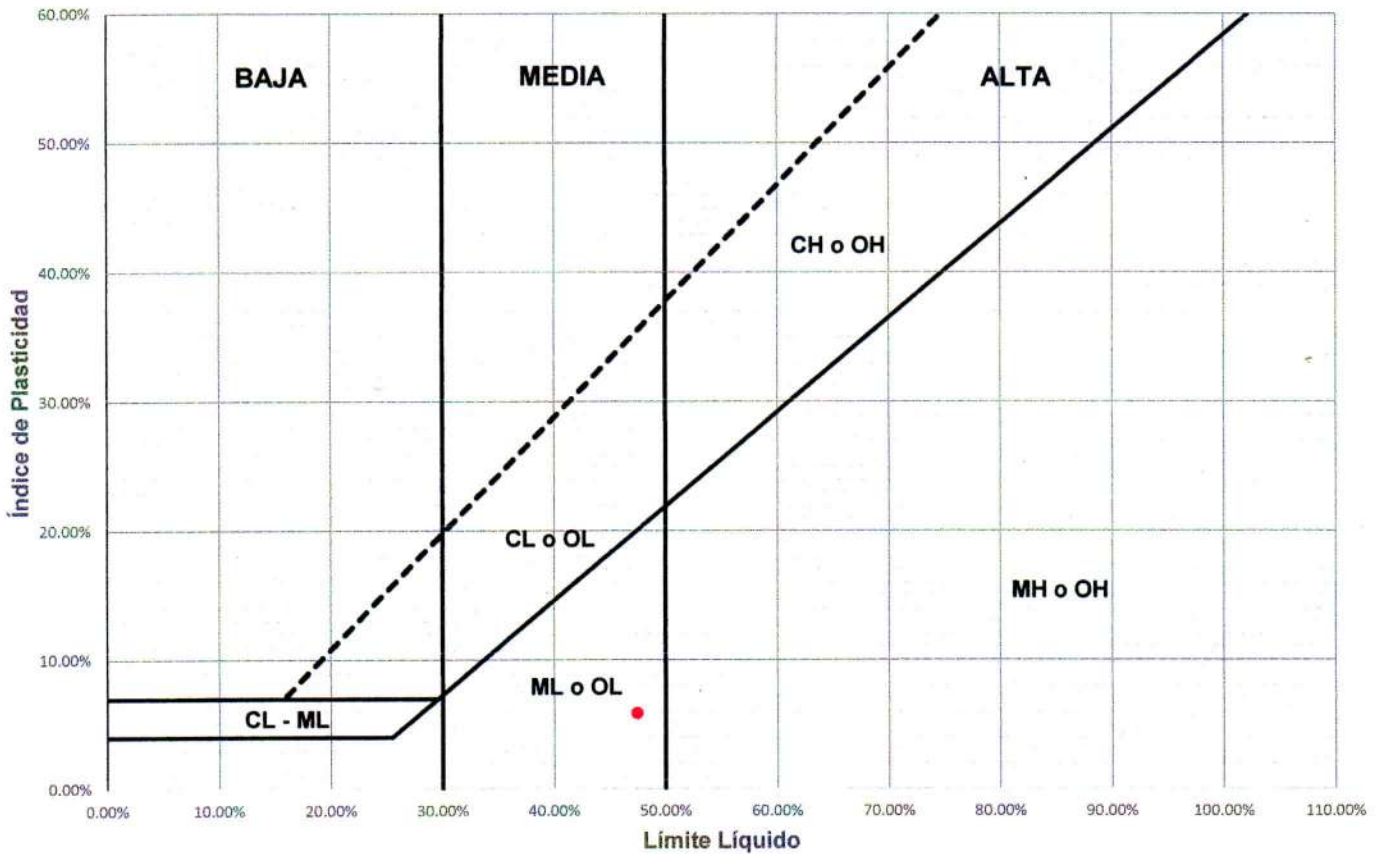
PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-1 E-2
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	13/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
47.40%	5.85%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signatures]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-1 NATURAL
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA: N° 1	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 06/03/2025	RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 18/03/2025	REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 1	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	150.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	635.7
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	721.6
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.34
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 140750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-1 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA Nº 1	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.5
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	399.7
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Especifica (Gs):	2.65
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-1 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA Nº 1	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	100.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	636.1
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	698.8
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Especifica (Gs):	2.68
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189790



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-1 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	18/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 1	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	100.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	650.0
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	711.8
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.62
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 10975

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-1 NATURAL	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	13/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.088	g/cm ³
Humedad fin.:	51.47	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.43	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	0.922	g/cm ³
Humedad fin.:	49.70	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.64	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

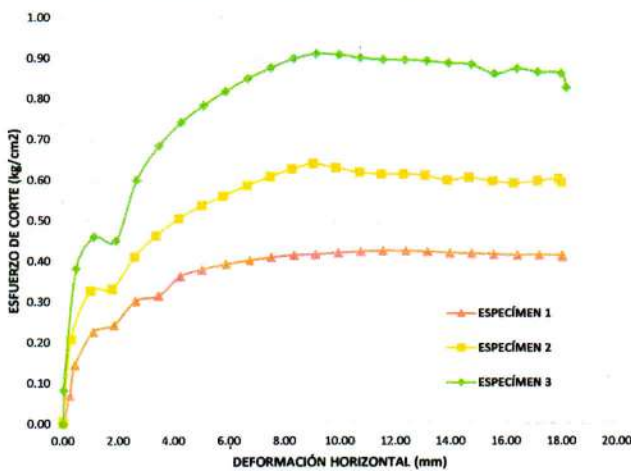
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	0.840	g/cm ³
Humedad fin.:	75.04	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.43	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.91	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.07	0.15
0.43	0.14	0.30
1.09	0.23	0.46
1.84	0.24	0.49
2.61	0.30	0.61
3.46	0.31	0.62
4.24	0.36	0.71
5.02	0.38	0.73
5.88	0.39	0.74
6.74	0.40	0.75
7.51	0.41	0.75
8.35	0.41	0.75
9.12	0.42	0.74
9.95	0.42	0.73
10.76	0.42	0.73
11.55	0.43	0.72
12.39	0.42	0.71
13.17	0.42	0.69
13.98	0.42	0.67
14.76	0.42	0.66
15.55	0.42	0.65
16.41	0.41	0.63
17.19	0.41	0.62
18.02	0.41	0.61
18.06	0.41	0.60

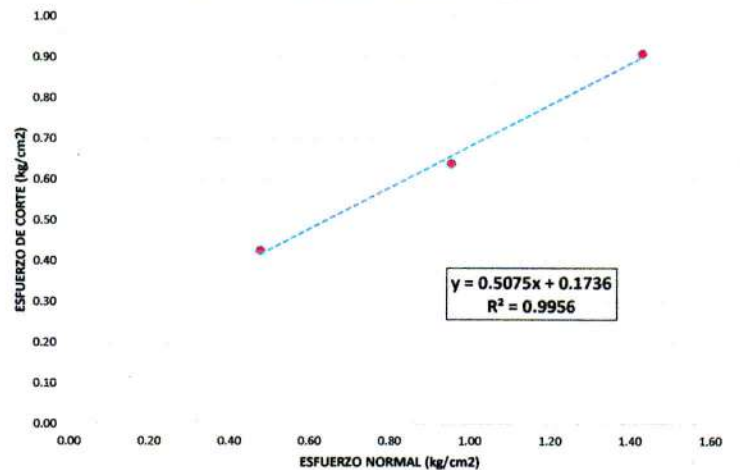
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.01	0.01
0.29	0.21	0.22
1.00	0.33	0.34
1.78	0.33	0.34
2.57	0.41	0.41
3.36	0.46	0.46
4.19	0.50	0.49
5.01	0.54	0.51
5.78	0.56	0.53
6.64	0.59	0.55
7.47	0.61	0.56
8.28	0.63	0.57
9.04	0.64	0.57
9.85	0.63	0.55
10.70	0.62	0.53
11.49	0.61	0.52
12.29	0.61	0.51
13.07	0.61	0.50
13.87	0.60	0.48
14.65	0.61	0.48
15.51	0.60	0.46
16.26	0.59	0.45
17.12	0.60	0.45
17.89	0.60	0.44
18.00	0.59	0.44

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.08	0.06
0.47	0.38	0.26
1.13	0.46	0.32
1.91	0.45	0.30
2.66	0.60	0.40
3.49	0.68	0.45
4.28	0.74	0.48
5.09	0.78	0.50
5.88	0.82	0.52
6.69	0.85	0.53
7.52	0.88	0.54
8.34	0.90	0.54
9.16	0.91	0.54
9.98	0.91	0.53
10.75	0.90	0.52
11.57	0.90	0.50
12.36	0.89	0.50
13.15	0.89	0.49
13.94	0.89	0.48
14.76	0.88	0.47
15.58	0.86	0.45
16.39	0.87	0.44
17.14	0.86	0.43
18.00	0.86	0.42
18.19	0.83	0.40

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE

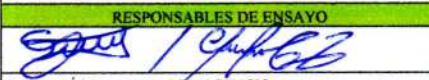

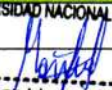
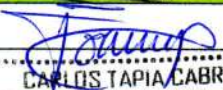


ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.174 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 26.9 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
		ASESOR
		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	CÁLCULO	CAPACIDAD ADMISIBLE	C-1 NATURAL
	TEORÍA	TERZAGHI	
	PROYECTO		
	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	13/03/2025		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
			Yerson Asencio Silva Vásquez

Densidad seca (g/cm³): 0.950
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.174
 Ángulo de fricción (°): 26.9
 Ángulo de fricción modificado (°): 18.7

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

Cimentación corrida

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Circular

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	29.01	16.24
N _q :	15.72	6.50
N _γ :	12.66	4.16

CAPACIDAD DE CARGA (Df= 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	3.61	1.20
Cimentación Circular	3.55	1.18

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-1 ALTERACIÓN 1	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.288	g/cm ³	Densidad seca:	1.374	g/cm ³	Densidad seca:	1.288	g/cm ³
Humedad fin.:	31.39	%	Humedad fin.:	28.82	%	Humedad fin.:	28.69	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.43	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.58	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.27	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.08	kg/cm ²

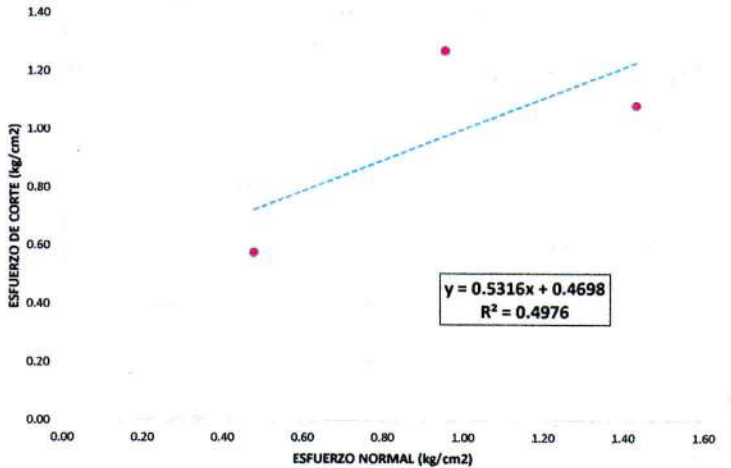
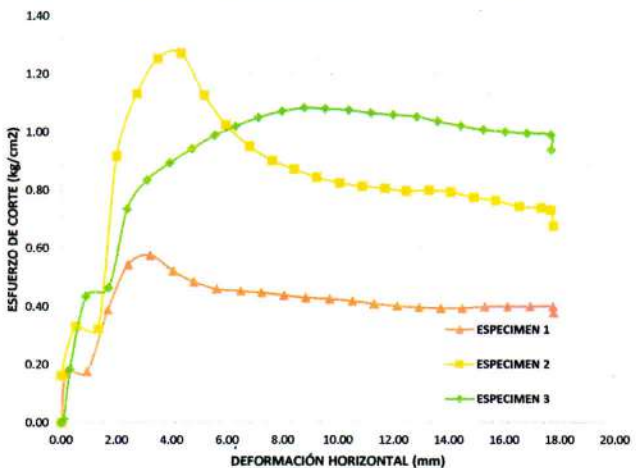
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.01
0.18	0.17	0.36
0.93	0.18	0.36
1.67	0.39	0.79
2.40	0.54	1.09
3.20	0.58	1.14
4.03	0.52	1.02
4.78	0.49	0.94
5.61	0.46	0.88
6.47	0.45	0.85
7.22	0.45	0.83
8.03	0.44	0.80
8.83	0.43	0.77
9.68	0.43	0.75
10.51	0.42	0.72
11.29	0.41	0.70
12.11	0.40	0.67
12.91	0.40	0.65
13.70	0.39	0.64
14.48	0.39	0.63
15.28	0.40	0.62
16.10	0.40	0.61
16.91	0.40	0.60
17.74	0.40	0.59
17.76	0.38	0.56

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.16	0.17
0.52	0.33	0.34
1.32	0.32	0.33
1.98	0.92	0.93
2.71	1.13	1.13
3.47	1.25	1.24
4.31	1.27	1.24
5.15	1.13	1.08
5.92	1.03	0.97
6.78	0.95	0.88
7.60	0.90	0.83
8.39	0.87	0.79
9.21	0.84	0.75
10.04	0.82	0.72
10.84	0.81	0.70
11.66	0.81	0.68
12.43	0.80	0.66
13.26	0.80	0.65
14.04	0.79	0.64
14.88	0.78	0.61
15.67	0.76	0.59
16.52	0.74	0.56
17.31	0.74	0.55
17.65	0.73	0.54
17.74	0.68	0.50

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.01
0.31	0.18	0.13
0.89	0.43	0.30
1.71	0.47	0.32
2.36	0.74	0.49
3.08	0.84	0.55
3.91	0.89	0.58
4.71	0.94	0.61
5.53	0.99	0.63
6.29	1.02	0.64
7.10	1.05	0.65
7.95	1.07	0.65
8.76	1.08	0.65
9.52	1.08	0.64
10.37	1.08	0.62
11.17	1.07	0.61
11.96	1.06	0.59
12.81	1.05	0.58
13.58	1.04	0.56
14.41	1.02	0.54
15.23	1.01	0.53
16.01	1.00	0.51
16.79	1.00	0.50
17.65	0.99	0.49
17.67	0.94	0.46

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE

ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.470 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 28.0 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 100759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	CÁLCULO	CAPACIDAD ADMISIBLE		C-I ALTERACIÓN I
	TEORÍA	TERZAGHI		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
				Yerson Asencio Silva Vásquez

Densidad seca (g/cm ³):	1.316	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm ²):	0.470	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	28.0		
Ángulo de fricción modificado (°):	19.5		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

Cimentación corrida

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Circular

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	31.61	17.11
N _q :	17.81	7.06
N _γ :	14.78	4.63

CAPACIDAD DE CARGA (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	8.73	2.91
Cimentación Circular	8.64	2.88

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
			
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CRUZADO INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 189758

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-1 ALTERACIÓN 2	
	NORMA	NTP 339.171			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

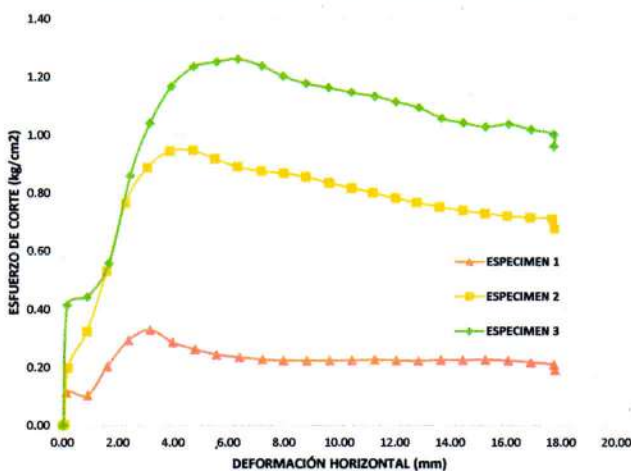
ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.288	g/cm ³	Densidad seca:	1.374	g/cm ³	Densidad seca:	1.288	g/cm ³
Humedad fin.:	31.39	%	Humedad fin.:	28.82	%	Humedad fin.:	28.69	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.43	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.33	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.95	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.26	kg/cm ²

Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.13	0.11	0.24
0.90	0.10	0.21
1.61	0.20	0.41
2.37	0.29	0.59
3.16	0.33	0.65
3.97	0.29	0.56
4.78	0.26	0.51
5.54	0.24	0.46
6.38	0.23	0.44
7.21	0.23	0.42
7.97	0.22	0.41
8.82	0.22	0.40
9.64	0.22	0.39
10.43	0.22	0.39
11.27	0.23	0.38
12.03	0.22	0.38
12.84	0.22	0.37
13.64	0.23	0.36
14.43	0.23	0.36
15.25	0.23	0.35
16.07	0.22	0.34
16.88	0.22	0.33
17.73	0.21	0.31
17.76	0.19	0.28

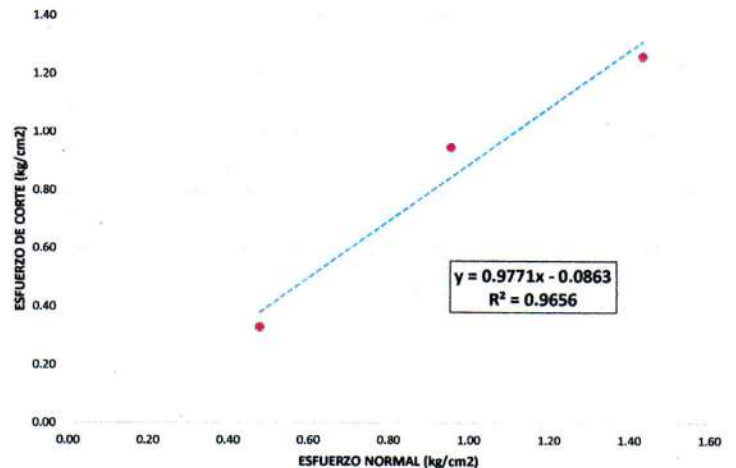
Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.06	0.00	0.00
0.18	0.20	0.21
0.86	0.32	0.33
1.58	0.53	0.54
2.26	0.77	0.77
3.05	0.89	0.88
3.86	0.94	0.93
4.68	0.95	0.92
5.48	0.92	0.87
6.29	0.89	0.84
7.15	0.88	0.81
7.97	0.87	0.79
8.76	0.86	0.77
9.61	0.83	0.73
10.41	0.82	0.71
11.17	0.80	0.68
11.99	0.78	0.66
12.75	0.77	0.63
13.59	0.75	0.61
14.43	0.74	0.59
15.22	0.73	0.57
16.02	0.72	0.55
16.85	0.72	0.54
17.65	0.71	0.53
17.73	0.68	0.50

Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.04	0.00	0.00
0.16	0.41	0.29
0.88	0.44	0.30
1.66	0.56	0.38
2.43	0.86	0.58
3.14	1.04	0.69
3.91	1.17	0.76
4.71	1.24	0.80
5.54	1.25	0.79
6.31	1.26	0.79
7.17	1.24	0.76
7.94	1.20	0.73
8.78	1.18	0.70
9.59	1.16	0.68
10.41	1.15	0.66
11.25	1.13	0.64
12.01	1.11	0.62
12.85	1.09	0.60
13.66	1.06	0.57
14.44	1.04	0.55
15.25	1.03	0.54
16.08	1.04	0.53
16.88	1.02	0.51
17.71	1.00	0.49
17.71	0.96	0.47

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.000 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 44.3 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 108759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
CÁLCULO	CAPACIDAD ADMISIBLE		C-1 ALTERACIÓN 2
TEORÍA	TERZAGHI		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.316
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.000
 Ángulo de fricción (°): 44.3
 Ángulo de fricción modificado (°): 33

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

Cimentación corrida

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Circular

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	157.71	48.09
N _q :	154.91	32.23
N _γ :	225.72	30.91

CAPACIDAD DE CARGA (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	8.80	2.93
Cimentación Circular	8.19	2.73

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-1 ALTERACIÓN 3	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO					
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.288	g/cm ³
Humedad fin.:	31.39	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.50	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.374	g/cm ³
Humedad fin.:	28.82	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.79	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

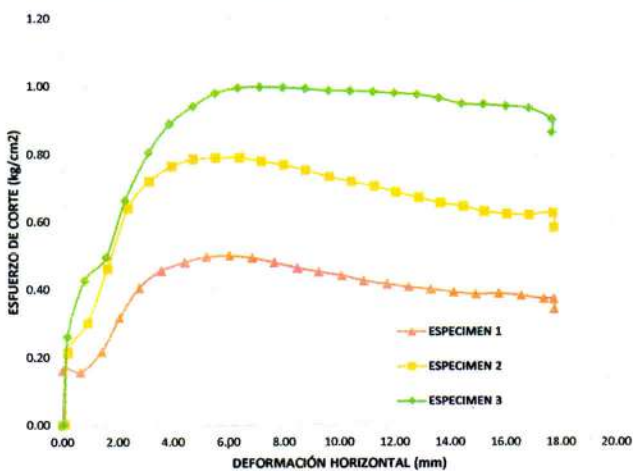
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.288	g/cm ³
Humedad fin.:	28.69	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.43	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.00	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.16	0.34
0.65	0.16	0.32
1.42	0.22	0.44
2.05	0.32	0.64
2.78	0.41	0.81
3.57	0.46	0.90
4.42	0.48	0.93
5.20	0.50	0.95
6.03	0.50	0.94
6.84	0.49	0.92
7.64	0.48	0.88
8.49	0.46	0.83
9.26	0.45	0.80
10.09	0.44	0.77
10.88	0.43	0.73
11.72	0.42	0.70
12.50	0.41	0.68
13.30	0.40	0.65
14.12	0.39	0.63
14.92	0.39	0.61
15.75	0.39	0.60
16.56	0.38	0.58
17.37	0.37	0.56
17.73	0.37	0.55
17.74	0.34	0.51

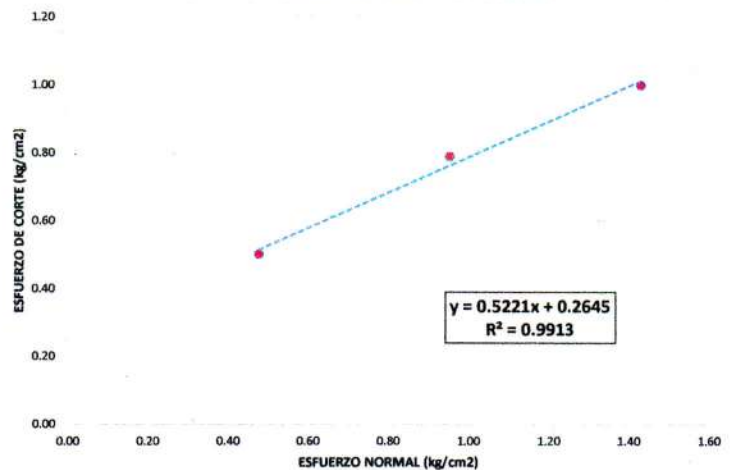
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.08	0.00	0.00
0.20	0.21	0.22
0.91	0.30	0.31
1.62	0.46	0.47
2.36	0.64	0.64
3.13	0.72	0.72
3.95	0.76	0.75
4.72	0.79	0.76
5.52	0.79	0.75
6.39	0.79	0.74
7.18	0.78	0.72
7.99	0.77	0.70
8.78	0.75	0.67
9.64	0.74	0.64
10.43	0.72	0.62
11.26	0.70	0.60
12.03	0.69	0.58
12.86	0.67	0.55
13.65	0.66	0.53
14.46	0.65	0.51
15.22	0.63	0.49
16.03	0.62	0.48
16.85	0.62	0.47
17.70	0.62	0.46
17.73	0.58	0.43

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00
0.19	0.26	0.18
0.80	0.43	0.29
1.57	0.50	0.34
2.26	0.66	0.45
3.12	0.81	0.53
3.87	0.89	0.58
4.71	0.94	0.61
5.51	0.98	0.62
6.33	1.00	0.62
7.12	1.00	0.61
7.97	1.00	0.60
8.77	0.99	0.59
9.62	0.99	0.58
10.38	0.99	0.57
11.21	0.98	0.56
11.98	0.98	0.55
12.79	0.98	0.54
13.59	0.97	0.52
14.43	0.95	0.50
15.19	0.95	0.49
16.01	0.94	0.48
16.84	0.93	0.47
17.66	0.90	0.45
17.66	0.86	0.43

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.264 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 27.6 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	INGENIERO
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 18979

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CAPACIDAD ADMISIBLE		C-1 ALTERACIÓN 3
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA	Nº 1	ESTRATOS	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO	25/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm ³):	1.316	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm ²):	0.264	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	27.6		
Ángulo de fricción modificado (°):	19.2		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	30.63	16.78
N _q :	17.01	6.84
N _γ :	13.96	4.45

CAPACIDAD DE CARGA (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	5.54	1.85
Cimentación Circular	5.45	1.82

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

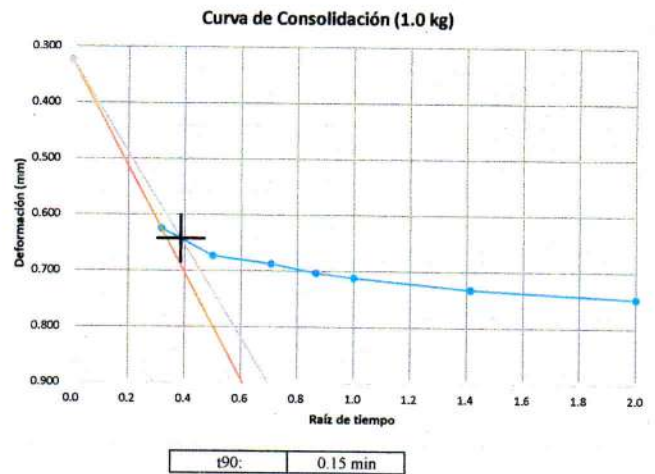
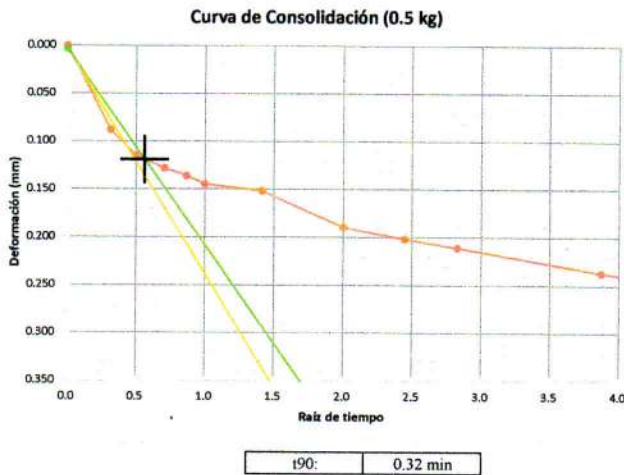
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 188153

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO						
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL				C-1 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.154					
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025						
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP		
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m		
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia		
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez		
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		

TIEMPO (min)	\sqrt{t}	C - Nº 1 - CARGA						
		kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
		0.5	1	2	4	8	16	32
		kg/cm ²						
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm ²						
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.324	0.854	1.833	2.261	3.062	4.060
0.1	0.32	0.088	0.624	1.246	1.906	2.627	3.525	4.466
0.25	0.50	0.115	0.673	1.288	1.956	2.762	3.727	4.753
0.5	0.71	0.128	0.687	1.302	1.980	2.817	3.786	4.860
0.75	0.87	0.136	0.703	1.324	2.014	2.844	3.825	4.896
1	1.00	0.145	0.712	1.331	2.040	2.860	3.843	4.928
2	1.41	0.152	0.732	1.366	2.065	2.865	3.883	4.973
4	2.00	0.190	0.747	1.376	2.085	2.892	3.896	4.994
6	2.45	0.202	0.750	1.382	2.094	2.917	3.906	5.014
8	2.83	0.211	0.755	1.386	2.101	2.926	3.915	5.024
15	3.87	0.237	0.770	1.395	2.117	2.942	3.945	5.038
30	5.48	0.270	0.783	1.400	2.128	2.962	3.967	5.065
45	6.71	0.293	0.785	1.408	2.134	2.979	3.973	5.078
60	7.75	0.301	0.787	1.414	2.138	2.988	3.984	5.087
120	10.95	0.315	0.791	1.425	2.145	3.012	4.011	5.127
180	13.42	0.320	0.795	1.430	2.161	3.023	4.028	5.146
240	15.49	0.324	0.798	1.437	2.165	3.031	4.033	5.162

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	5.109	5.100
16 a 8	5.048	4.978
8 a 4	4.951	4.821
4 a 2	4.790	4.671
2 a 1	4.670	4.540
1 a 0	4.537	3.994

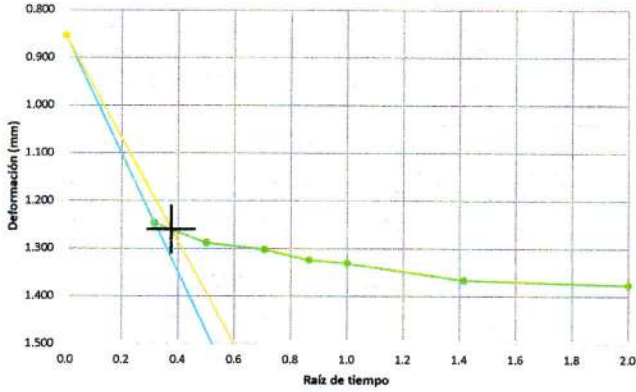
	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	99.0	99.6
Masa muestra seca (g)	-	69.0
Altura (mm)	20.0	1.645
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.34	



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENIO CRUZADO TAPIA CESAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189758

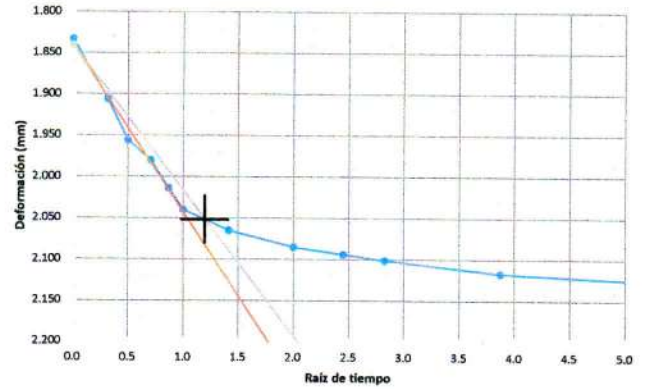
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		
	NORMA	NTP 339.154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 1	N° ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Curva de Consolidación (2.0 kg)



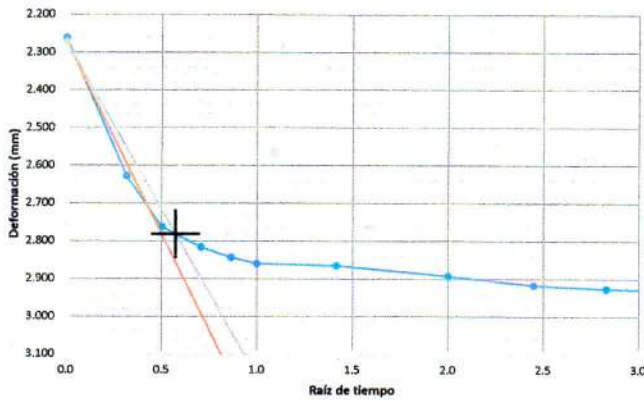
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



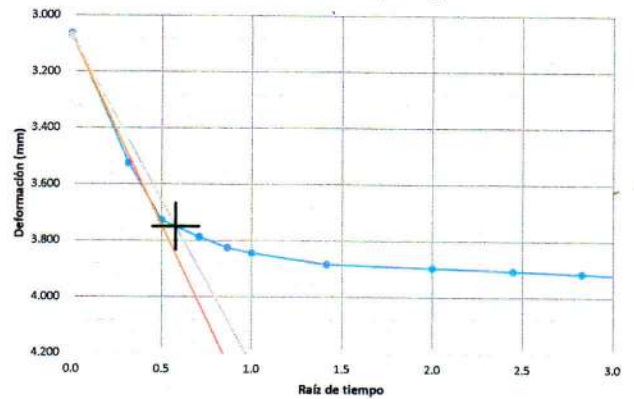
t90: 1.44 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



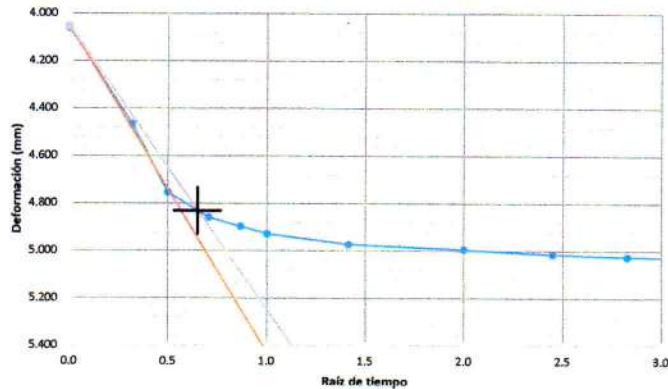
t90: 0.33 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 0.34 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.42 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 100750

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-1 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

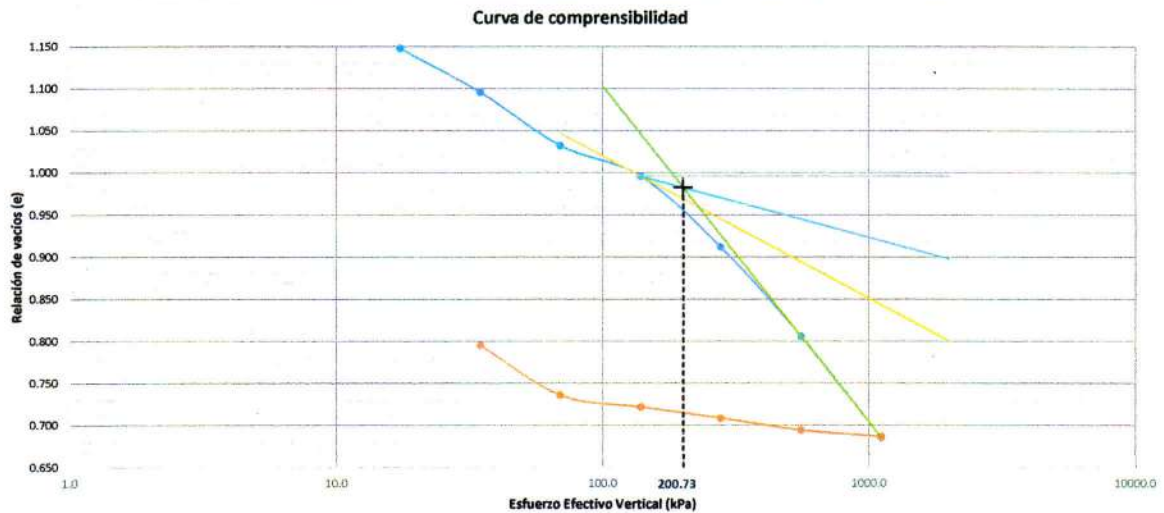
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.645
Humedad	43.48%	44.35%
Relación de vacíos (e)	1.183	0.795
Saturación	86.04%	100.00%

Densidad seca:	1.072 g/cm ³
Peso seco unitario:	10.51 KN/m ³
Volumen sólidos:	29.47 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.92 cm

Gs:	2.34
T90:	0.848
Volumen (cm ³)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

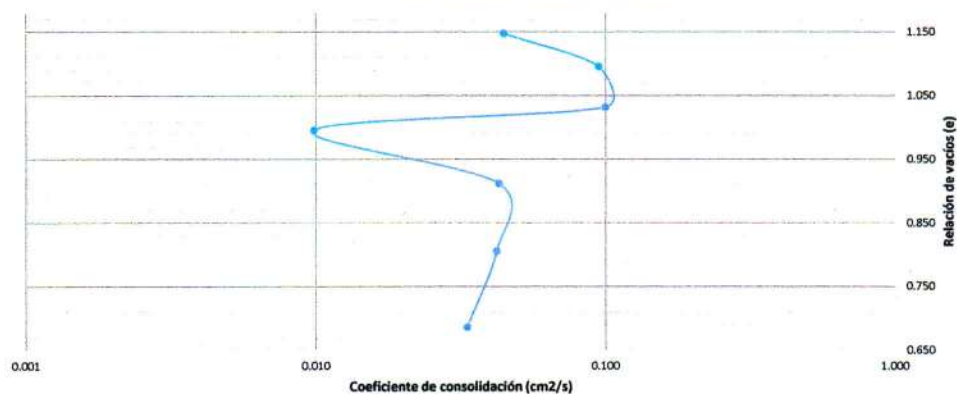
CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.324	0.324	19.676	1.148	1.62%	0.32 min	0.044
34.7	0.324	0.798	0.474	19.202	1.096	2.37%	0.15 min	0.095
69.3	0.854	1.437	0.583	18.619	1.032	2.92%	0.14 min	0.100
138.8	1.833	2.165	0.332	18.287	0.996	1.66%	1.44 min	0.010
277.4	2.261	3.031	0.770	17.517	0.912	3.85%	0.33 min	0.043
555.0	3.062	4.033	0.971	16.546	0.806	4.86%	0.34 min	0.042
1109.9	4.060	5.162	1.102	15.444	0.686	5.51%	0.42 min	0.033

DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)	
1109.9	5.109	5.100	-0.009	15.453	0.687	-0.05%	
555.0	5.048	4.978	-0.070	15.523	0.694	-0.35%	
277.4	4.951	4.821	-0.130	15.653	0.708	-0.65%	
138.8	4.79	4.671	-0.119	15.772	0.721	-0.59%	
69.3	4.67	4.540	-0.130	15.902	0.736	-0.65%	
34.7	4.537	3.994	-0.543	16.445	0.795	-2.71%	



Presión de preconsolidación (Pc):	200.73 kPa	=	2.05 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.557		Índice de recompresión (Cr): 0.042

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA TABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 199759

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-1 NATURAL		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.557
Índice de recompresión (Cr):	0.042
Presión de preconsolidación:	2.05 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	1.183

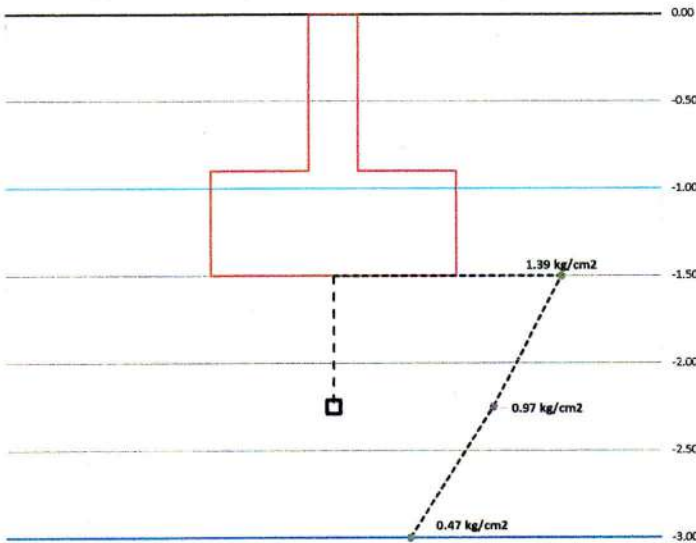
OCR:	9.41
------	------

Esesor de estrato (Hc):	2.00 m
-------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
Nº Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	1.00 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.11 kg/cm ²
2	2.00 m	NO	1072.43 kg/m ³	0.11 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.217 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	ml	nl	lc	Δσ'-qo*lc
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	27.9 mm
--	---------

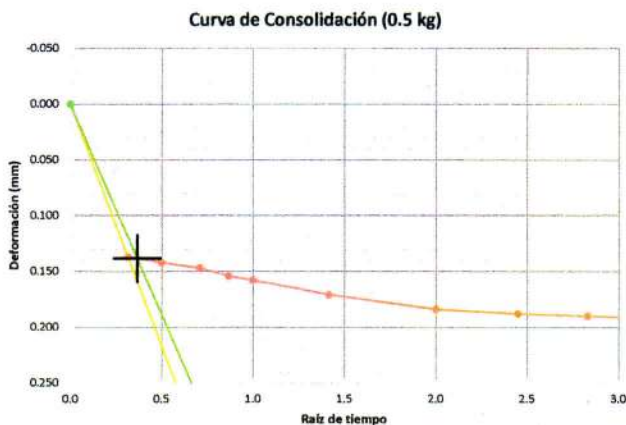
OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ Y ERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189799

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL			C-1 ALTERACIÓN 1		
NORMA	NTP 339.154					
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

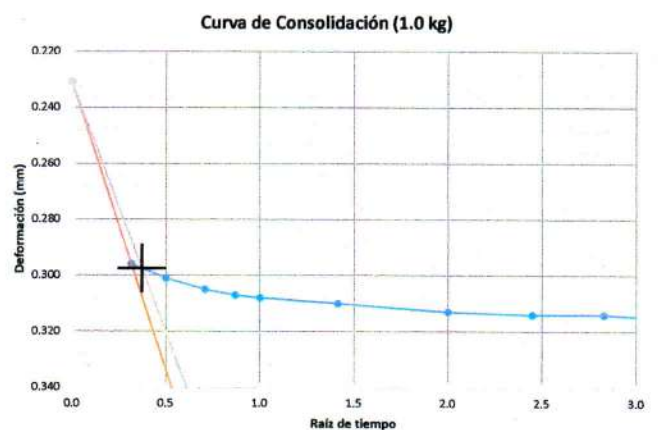
		C - Nº 1 - CARGA						
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
0.5	1	2	4	8	16	32		
		kg/cm ²						
0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32		
		Incrementos kg/cm ²						
0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318		
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.231	0.407	0.720	1.054	1.435	1.861
0.1	0.32	0.137	0.296	0.478	0.809	1.12	1.642	1.959
0.25	0.50	0.142	0.301	0.483	0.813	1.124	1.679	2.266
0.5	0.71	0.147	0.305	0.493	0.813	1.13	1.699	2.552
0.75	0.87	0.154	0.307	0.496	0.813	1.135	1.72	2.596
1	1.00	0.158	0.308	0.501	0.814	1.138	1.729	2.607
2	1.41	0.171	0.31	0.509	0.827	1.144	1.744	2.646
4	2.00	0.184	0.313	0.532	0.83	1.153	1.757	2.685
6	2.45	0.188	0.314	0.541	0.841	1.173	1.764	2.706
8	2.83	0.19	0.314	0.541	0.841	1.175	1.773	2.717
15	3.87	0.197	0.318	0.541	0.842	1.182	1.783	2.737
30	5.48	0.205	0.32	0.542	0.846	1.19	1.799	2.753
45	6.71	0.213	0.322	0.542	0.849	1.193	1.806	2.757
60	7.75	0.216	0.324	0.542	0.851	1.197	1.811	2.762
120	10.95	0.223	0.334	0.543	0.858	1.201	1.818	2.765
180	13.42	0.225	0.342	0.543	0.863	1.202	1.823	2.776
240	15.49	0.228	0.348	0.543	0.866	1.222	1.846	2.779

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	2.779	2.756
16 a 8	2.756	2.652
8 a 4	2.652	2.562
4 a 2	2.562	2.452
2 a 1	2.450	2.352
1 a 0	2.352	2.034

	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	103.7	110.5
Masa muestra seca (g)	-	80.9
Altura (mm)	20.0	1.862
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.65	




t₉₀: 0.13 min



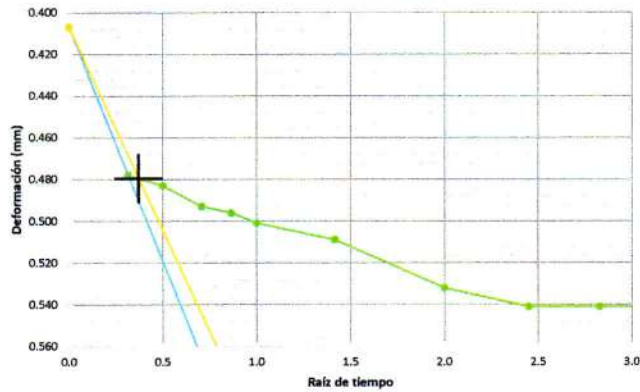
t₉₀: 0.14 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 108799

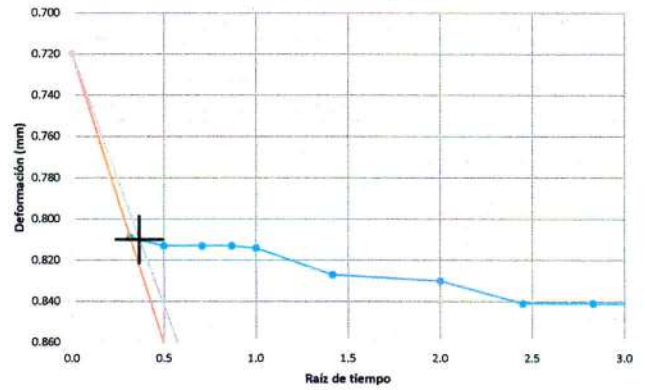
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-1 ALTERACIÓN I	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Curva de Consolidación (2.0 kg)



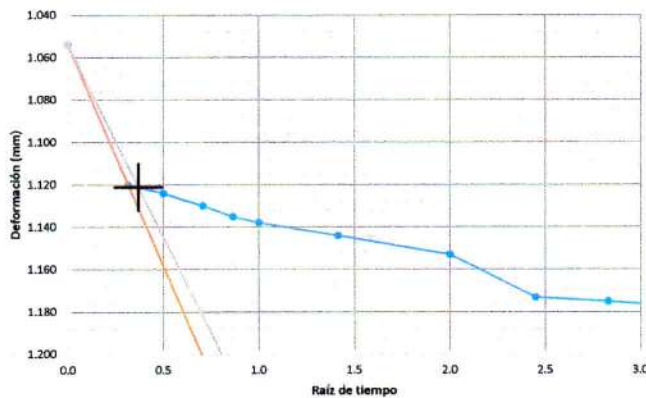
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



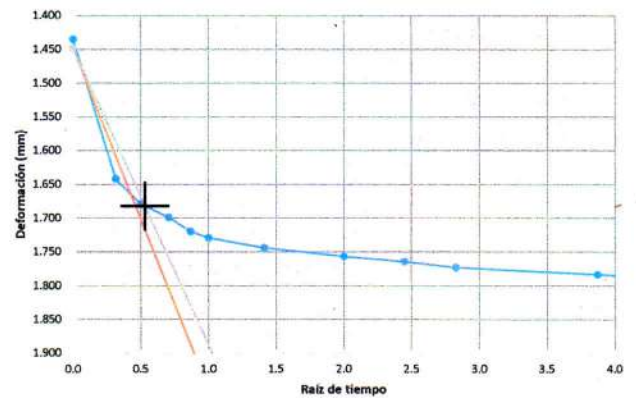
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



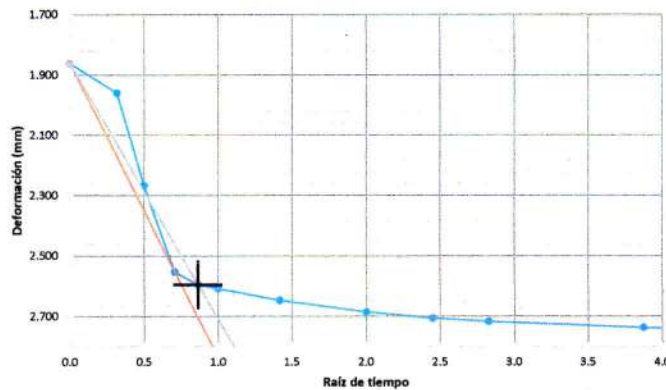
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)





t90: 0.28 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.75 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CORDERO INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N.º 188750

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-1 ALTERACIÓN 1	
NORMA		NTP 339.154			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.862
Humedad	28.18%	36.59%
Relación de vacíos (e)	1.109	0.963
Saturación	67.39%	100.00%

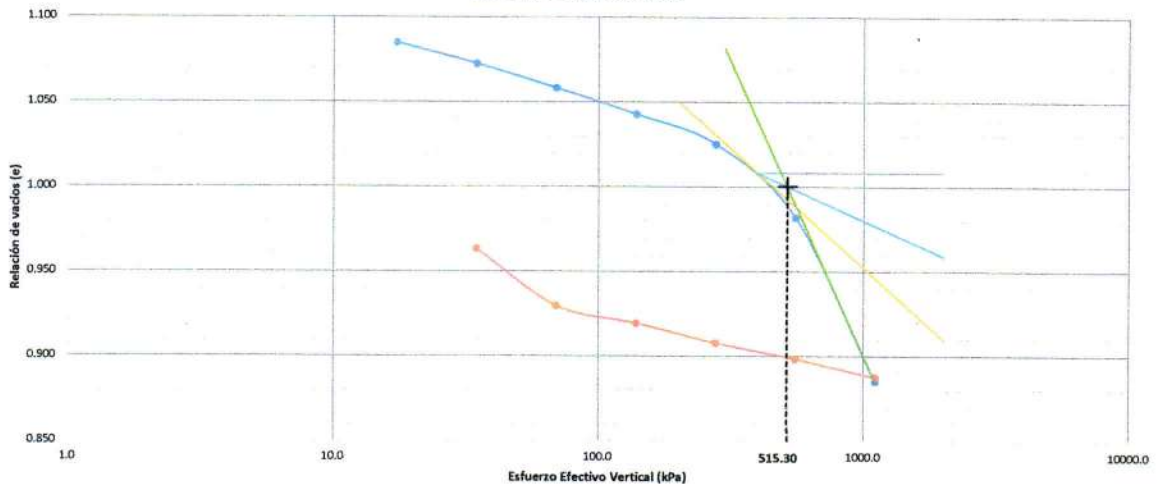
Densidad seca:	1.257 g/cm ³
Peso seco unitario:	12.32 KN/m ³
Volumen sólidos:	30.51 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.95 cm

Gs:	2.65
T90:	0.848
Volumen (cm ³):	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.228	0.228	19.772	1.085	1.14%	0.13 min	0.105
34.7	0.231	0.348	0.117	19.655	1.073	0.59%	0.14 min	0.102
69.3	0.407	0.543	0.136	19.519	1.058	0.68%	0.14 min	0.102
138.8	0.720	0.866	0.146	19.373	1.043	0.73%	0.14 min	0.104
277.4	1.054	1.222	0.168	19.205	1.025	0.84%	0.14 min	0.103
555.0	1.435	1.846	0.411	18.794	0.982	2.06%	0.28 min	0.050
1109.9	1.861	2.779	0.918	17.876	0.885	4.59%	0.75 min	0.019

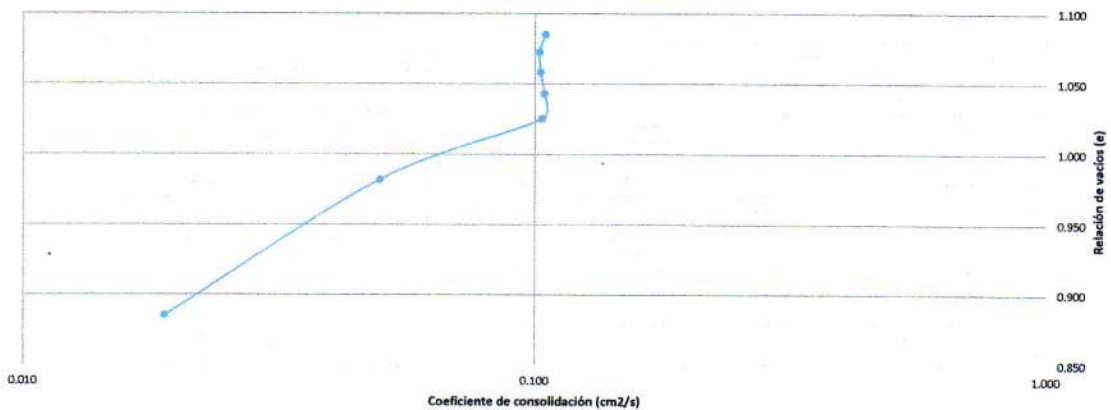
DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	2.779	2.756	-0.023	17.899	0.887	-0.11%	
555.0	2.756	2.652	-0.104	18.003	0.898	-0.52%	
277.4	2.652	2.562	-0.090	18.093	0.908	-0.45%	
138.8	2.562	2.452	-0.110	18.203	0.920	-0.55%	
69.3	2.45	2.352	-0.098	18.301	0.930	-0.49%	
34.7	2.352	2.034	-0.318	18.619	0.963	-1.59%	

Curva de compresibilidad



Presión de preconsolidación (Pc):	515.30 kPa	=	5.25 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.413		Índice de recompresión (Cr): 0.035

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		INGENIERO DE LABORATORIO		ASESOR	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189790	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-1 ALTERACIÓN 1
TEORÍA		CONSOLIDACIÓN PRIMARIA		
PROYECTO				
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 1	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freatico (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.413
Índice de recompresión (Cr):	0.035
Presión de preconsolidación:	5.25 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	1.109

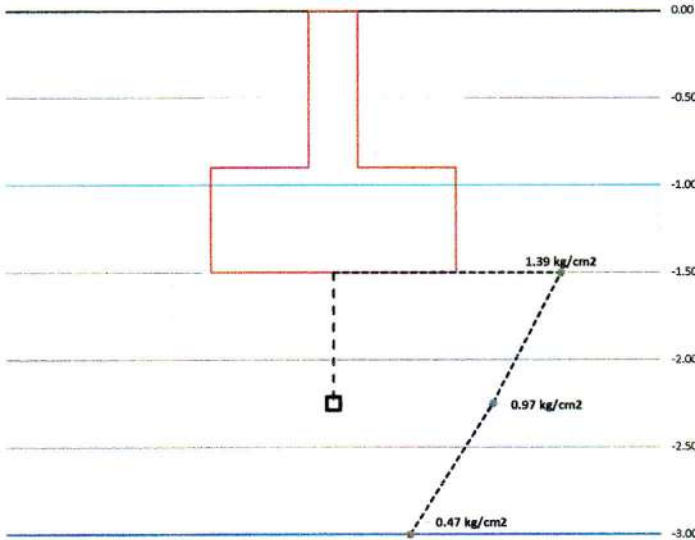
OCR:	22.27
------	-------

Espesor de estrato (Hc):	2.00 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
Nº Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	1.00 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.11 kg/cm ²
2	2.00 m	NO	1257.39 kg/m ³	0.13 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.236 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	m1	n1	lc	Δσ' = qo * lc
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ' prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	23.5 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 118750

CALICATA N°2
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-2 NATURAL
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 2	NÚMERO DE ESTRATOS:		PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	20/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Calicata	N° 2			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	109.9	85.6	74.7	90.1
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	498.0	804.7	526.1	609.6
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	407.4	629.9	420.5	485.9
Masa de muestra seca (g)	297.5	544.3	345.8	395.9
Masa del agua (g)	90.6	174.8	105.6	123.7
Contenido de humedad (%)	30.45%	32.11%	30.54%	31.04%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 31.04%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 108759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-2 E-1
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 2	NÚMERO DE ESTRATOS:		PROFUNDIDAD:	0.80 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	20/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Calicata	N° 2			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	65.5	46.8	71.4	61.2
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	433.8	424.3	571.5	476.5
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	370.4	352.8	482.1	401.8
Masa de muestra seca (g)	304.9	306.0	410.7	340.5
Masa del agua (g)	63.4	71.5	89.4	74.8
Contenido de humedad (%)	20.79%	23.37%	21.77%	21.98%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 21.98%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 180750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-2 E-2	
	NORMA	NTP 339.127		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 2	NUMERO DE ESTRATOS:		
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.20 m
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	20/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Calicata	N° 2			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	92.3	122.7	119.0	111.3
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	594.5	599.4	931.2	708.4
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	469.6	481.4	729.3	560.1
Masa de muestra seca (g)	377.3	358.7	610.3	448.8
Masa del agua (g)	124.9	118.0	201.9	148.3
Contenido de humedad (%)	33.10%	32.90%	33.08%	33.03%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 33.03%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	INGENIERO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750

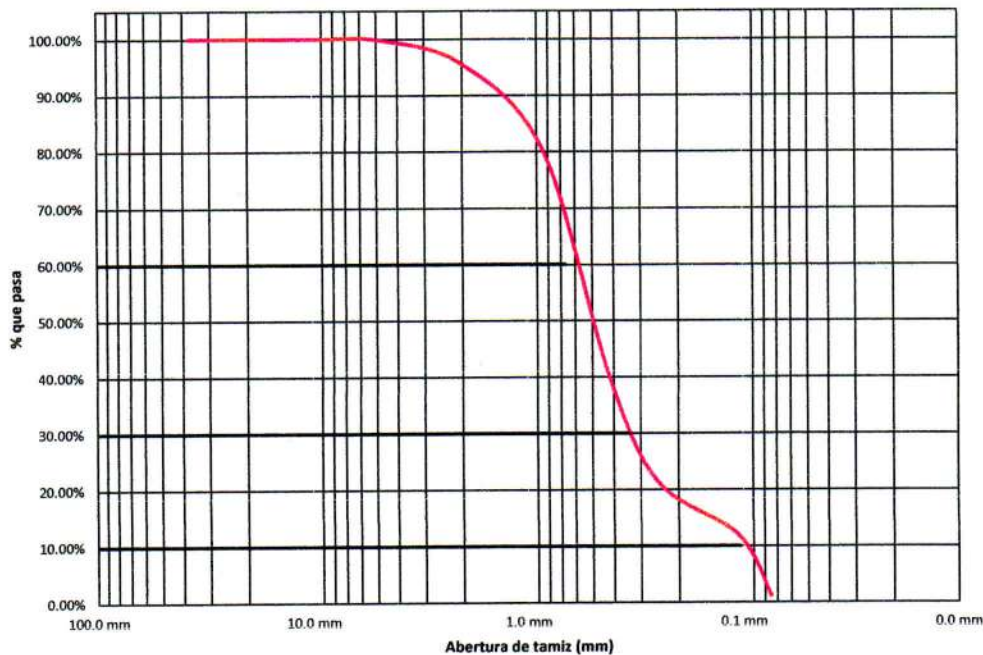
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL		C-2 NATURAL	
NORMA	NTP 339.128			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 2	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Masa seca de muestra ensayada (g): 2134.4 g

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	5.3 g	0.25%	0.25%	99.75%
No 10	2.0 mm	90.4 g	4.24%	4.48%	95.52%
No 20	0.84 mm	328.4 g	15.39%	19.87%	80.13%
No 40	0.42 mm	848.7 g	39.76%	59.63%	40.37%
No 60	0.25 mm	404.7 g	18.96%	78.59%	21.41%
No 140	0.106 mm	202.0 g	9.46%	88.06%	11.94%
No 200	0.075 mm	232.2 g	10.88%	98.94%	1.06%
Cozoleta		22.7 g	1.06%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.25%	% ARENA	98.69%	% FINOS	1.06%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	1.06%	Total de masa del suelo:	2134.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	99.75%		
Límite líquido	37.69%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	1.69
Índice de plasticidad	6.02%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	6.39
D10	0.104 mm		
D60	0.663 mm		
D30	0.340 mm		
Tipo de suelo	SW		

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-2 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

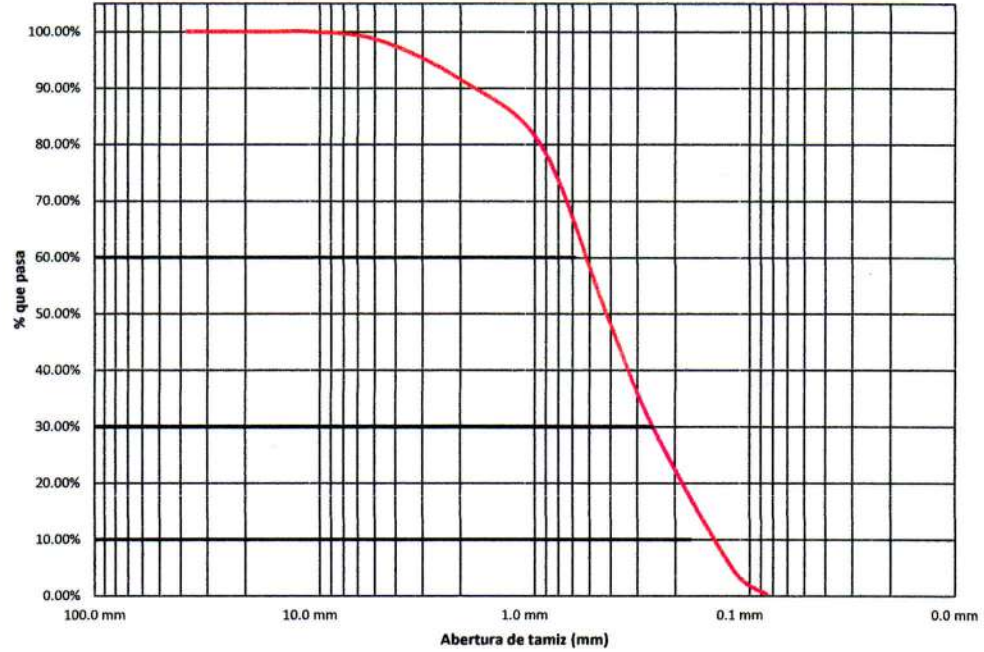
CALICATA: N° 2	NÚMERO DE ESTRATOS: 2	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		RESPONSABLES: César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE MUESTREO: 07/03/2025		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2025			

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 795.2 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	12.1 g	1.52%	1.52%	98.48%
No 10	2.0 mm	55.4 g	6.97%	8.49%	91.51%
No 20	0.84 mm	92.8 g	11.67%	20.16%	79.84%
No 40	0.42 mm	236.0 g	29.68%	49.84%	50.16%
No 60	0.25 mm	164.7 g	20.71%	70.55%	29.45%
No 140	0.106 mm	200.1 g	25.16%	95.71%	4.29%
No 200	0.075 mm	31.5 g	3.96%	99.67%	0.33%
Cozoleta		2.6 g	0.33%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.52%	% ARENA	98.15%	% FINOS	0.33%
----------------	-------	----------------	--------	----------------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.33%	Total de masa del suelo:	795.2 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.48%		
Límite líquido	46.22%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.66
Índice de plasticidad	9.18%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	3.44
D10	0.169 mm		
D60	0.582 mm		
D30	0.256 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-2 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

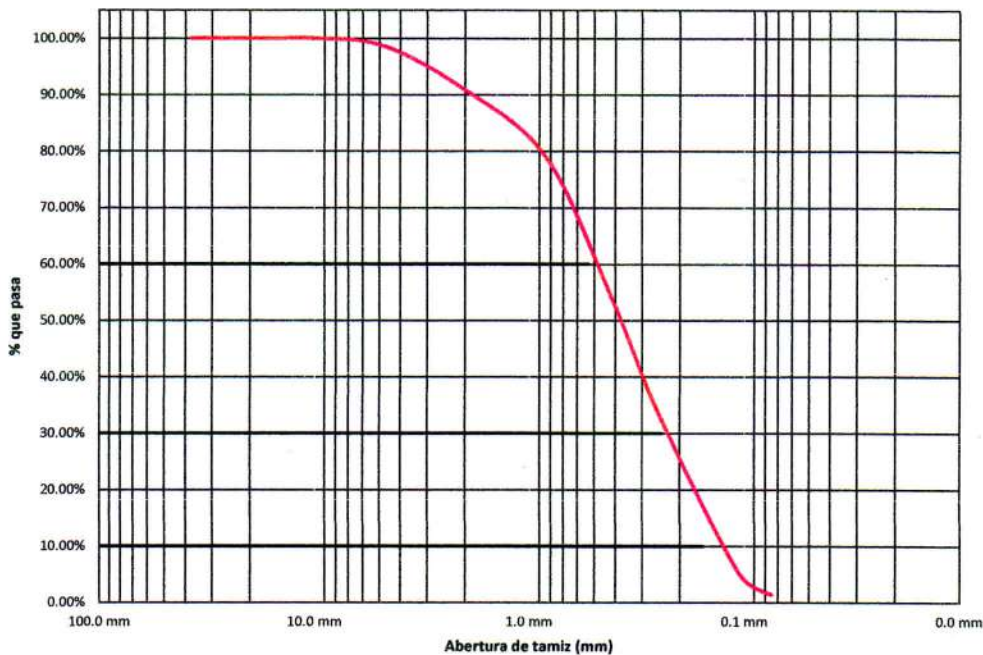
CALICATA:	Nº 2	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 801.7 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	10.8 g	1.35%	1.35%	98.65%
No 10	2.0 mm	62.8 g	7.83%	9.18%	90.82%
No 20	0.84 mm	95.0 g	11.85%	21.03%	78.97%
No 40	0.42 mm	196.8 g	24.55%	45.58%	54.42%
No 60	0.25 mm	169.1 g	21.09%	66.67%	33.33%
No 140	0.106 mm	225.7 g	28.15%	94.82%	5.18%
No 200	0.075 mm	30.5 g	3.80%	98.63%	1.37%
Cozoleta		11.0 g	1.37%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.35%	% ARENA	97.28%	% FINOS	1.37%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	1.37%	Total de masa del suelo:	801.7 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	98.65%		
Límite líquido	45.53%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.70
Índice de plasticidad	9.63%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	3.38
D10	0.157 mm		
D60	0.530 mm		
D30	0.242 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-2 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

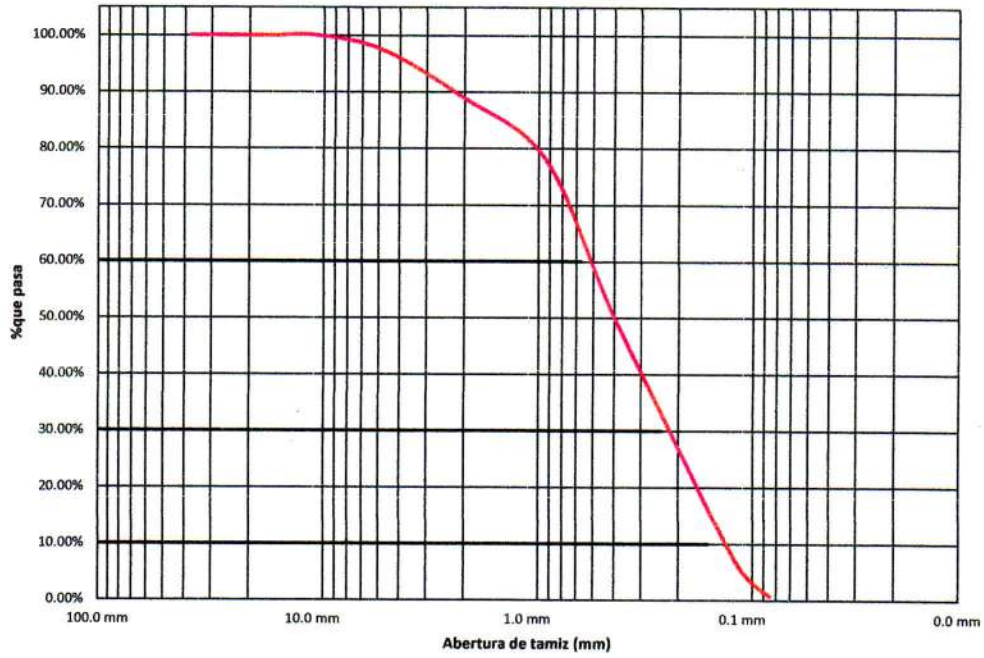
CALICATA:	Nº 2	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 842.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	22.5 g	2.67%	2.67%	97.33%
No 10	2.0 mm	71.5 g	8.49%	11.16%	88.84%
No 20	0.84 mm	89.5 g	10.63%	21.79%	78.21%
No 40	0.42 mm	221.1 g	26.26%	48.05%	51.95%
No 60	0.25 mm	147.6 g	17.53%	65.58%	34.42%
No 140	0.106 mm	237.0 g	28.15%	93.73%	6.27%
No 200	0.075 mm	47.1 g	5.59%	99.32%	0.68%
Cozoleta		5.7 g	0.68%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	2.67%	% ARENA	96.65%	% FINOS	0.68%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.68%	Total de masa del suelo:	842.0 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	97.33%		
Limite líquido	47.81%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.69
Índice de plasticidad	7.57%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	3.90
D10	0.145 mm		
D60	0.568 mm		
D30	0.238 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N. 100759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-2 E-1
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

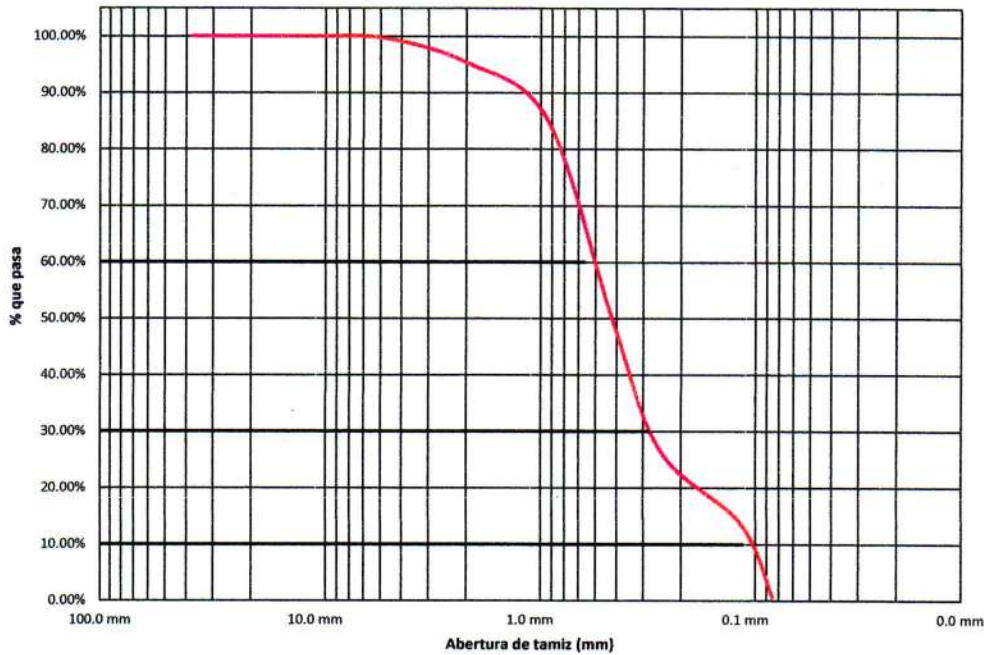
CALICATA	Nº 2	NÚMERO DE ESTRATOS	2	PROFUNDIDAD:	0.80 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 2076.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	7.5 g	0.36%	0.36%	99.64%
No 10	2.0 mm	89.1 g	4.29%	4.65%	95.35%
No 20	0.84 mm	209.4 g	10.08%	14.74%	85.26%
No 40	0.42 mm	730.9 g	35.20%	49.94%	50.06%
No 60	0.25 mm	488.6 g	23.53%	73.47%	26.53%
No 140	0.106 mm	265.1 g	12.77%	86.24%	13.76%
No 200	0.075 mm	275.2 g	13.25%	99.49%	0.51%
Cozoleta		10.6 g	0.51%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.36%	% ARENA	99.13%	% FINOS	0.51%
----------------	-------	----------------	--------	----------------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.51%	Total de masa del suelo:	2076.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	99.64%		
Límite líquido	39.93%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	1.38
Índice de plasticidad	2.69%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	5.46
D10	0.103 mm		
D60	0.563 mm		
D30	0.283 mm		
Tipo de suelo	SW		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 10979



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-2 E-2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

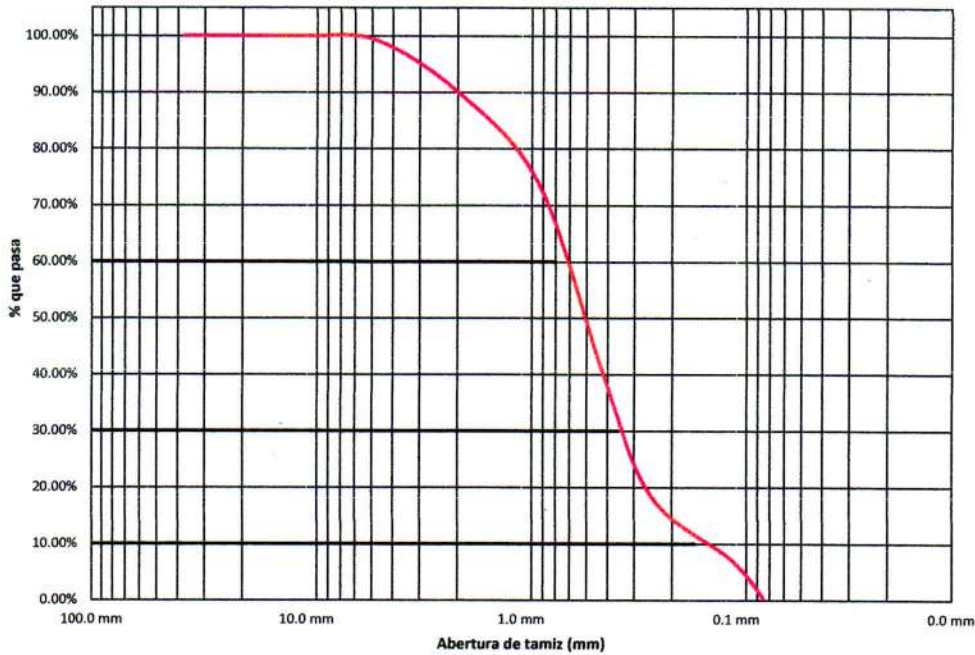
CALICATA:	Nº 2	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.20 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	25/03/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 353.5
NORTE	9 295 132.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 2341.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	18.8 g	0.80%	0.80%	99.20%
No 10	2.0 mm	214.8 g	9.17%	9.98%	90.02%
No 20	0.84 mm	376.8 g	16.09%	26.07%	73.93%
No 40	0.42 mm	790.1 g	33.74%	59.81%	40.19%
No 60	0.25 mm	510.1 g	21.79%	81.60%	18.40%
No 140	0.106 mm	262.2 g	11.20%	92.80%	7.20%
No 200	0.075 mm	161.2 g	6.88%	99.68%	0.32%
Cozoleta		7.4 g	0.32%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.80%	% ARENA	98.88%	% FINOS	0.32%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.32%	Total de masa del suelo:	2341.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº4	99.20%		
Límite líquido	44.89%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	1.17
Índice de plasticidad	12.60%	$cu = D_{60}/D_{10} =$	4.45
D10	0.156 mm		
D60	0.696 mm		
D30	0.356 mm		
Tipo de suelo	SW		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CAGRELLA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N.º 182750</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-2 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.4	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	50.1	47.1	44.5
Masa tara + suelo seco (g)	46.4	44.3	42.7
Número de golpes	13	26	38
Masa de suelo seco (g)	9.0	6.9	5.5
Masa agua (g)	3.7	2.8	1.8
Humedad (%)	41.11%	40.58%	32.73%

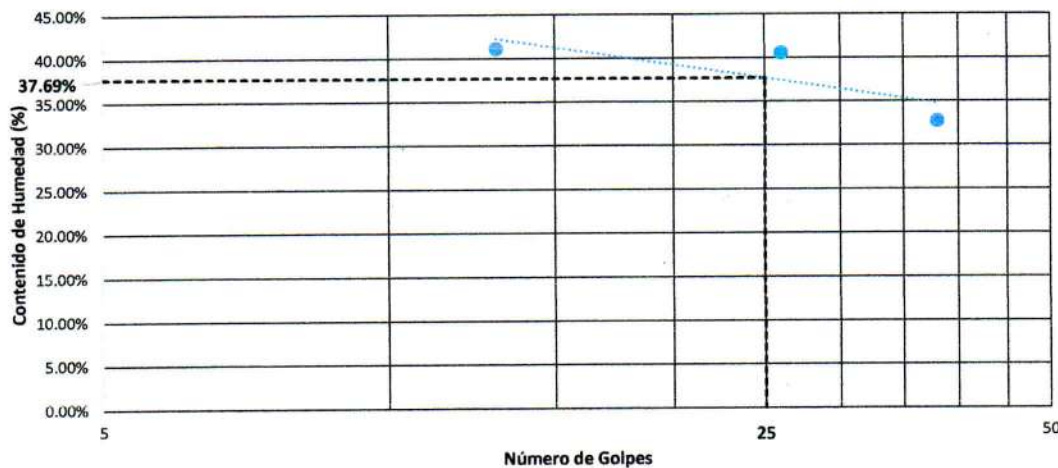
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.6	37.2	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.4	39.8	41.1
Masa tara + suelo seco (g)	41.2	39.2	40.2
Masa de suelo seco (g)	3.6	2.0	2.8
Masa agua (g)	1.2	0.6	0.9
Humedad (%)	33.33%	30.00%	31.67%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0695 \ln(x) + 0.6006$$

$$R^2 = 0.6489$$



Límite líquido : 37.69%

Límite Plástico : 31.67%

Índice de Plasticidad : 6.02%

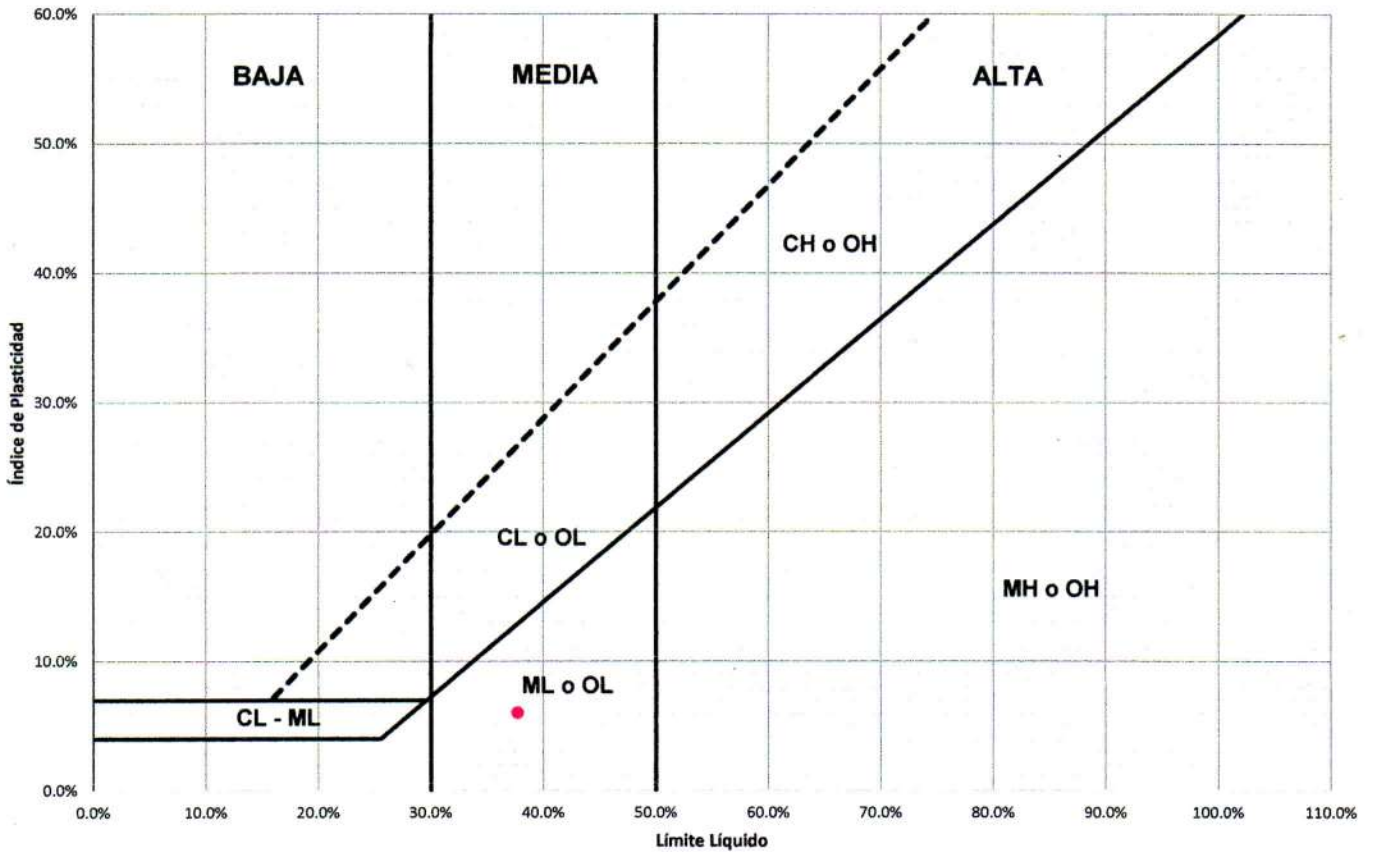
OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

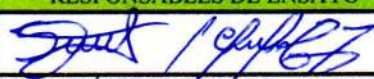


RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 10879

				LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
				PROTOCOLO					
				ENSAYO		LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-2 NATURAL	
				NORMA		NTP 339.129			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025							
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW				
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m				
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia				
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez				
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia				

LL	IP
37.69%	6.02%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m		
RESPONSABLES DE ENSAYO		ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-2 ALTERACIÓN 1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.6	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.1	46.6	45.9
Masa tara + suelo seco (g)	43.1	43.7	43.3
Número de golpes	16	20	35
Masa de suelo seco (g)	5.9	6.1	6.0
Masa agua (g)	3.0	2.9	2.6
Humedad (%)	50.85%	47.54%	43.33%

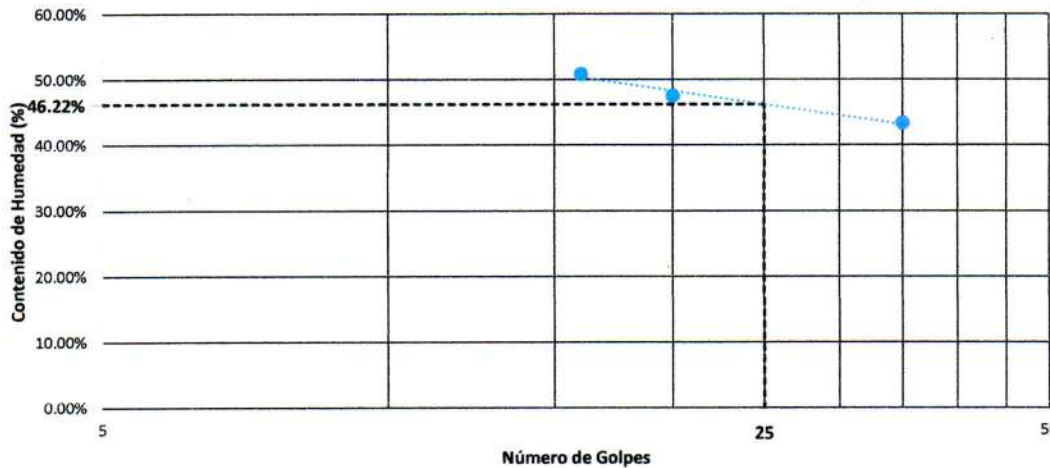
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.6	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.1	40.4	40.8
Masa tara + suelo seco (g)	40.0	39.7	39.9
Masa de suelo seco (g)	2.7	2.1	2.4
Masa agua (g)	1.1	0.7	0.9
Humedad (%)	40.74%	33.33%	37.04%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0920 \ln(x) + 0.7583$$

$$R^2 = 0.9700$$



Límite líquido : 46.22%

Límite Plástico : 37.04%

Índice de Plasticidad : 9.18%

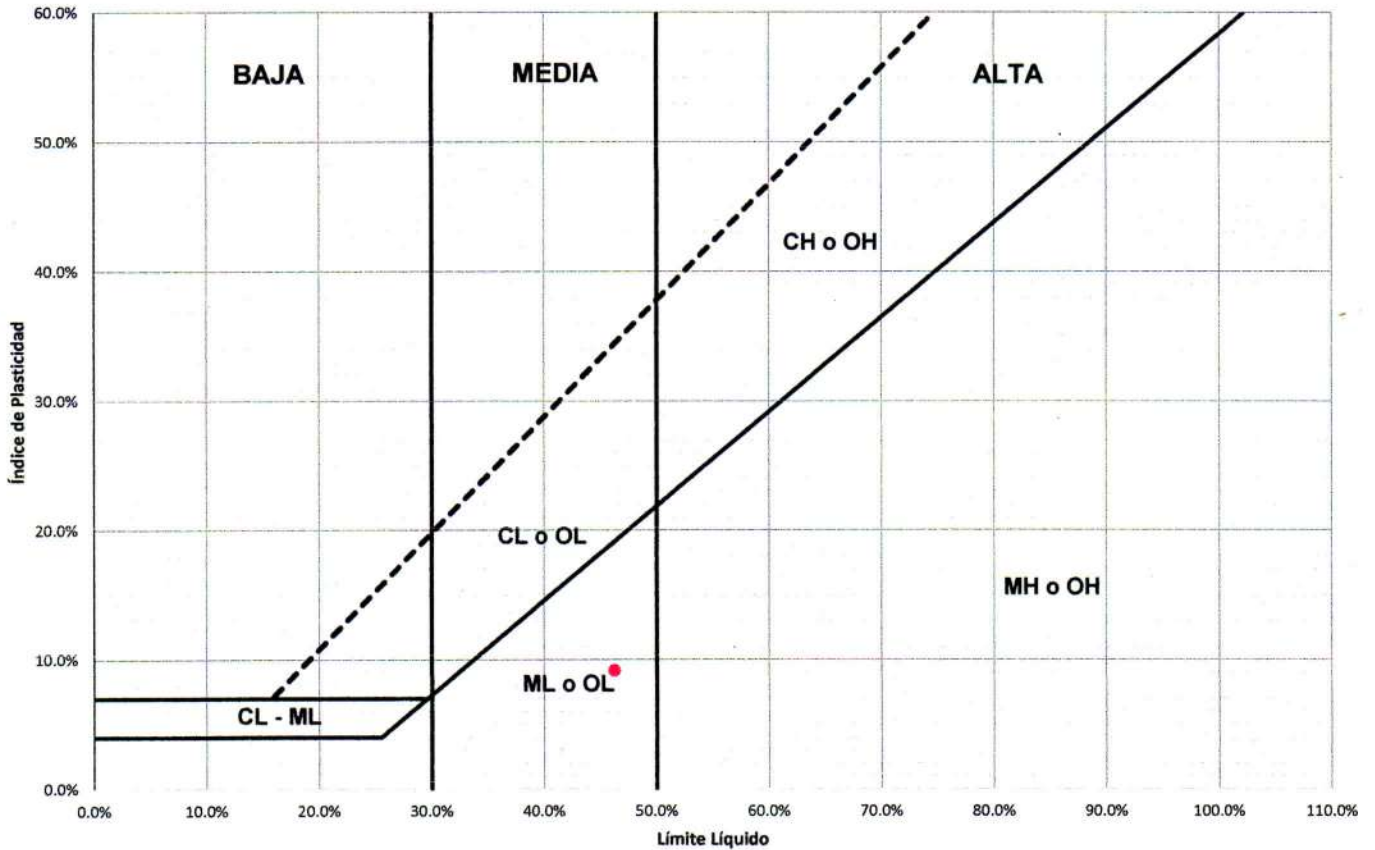
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO





RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-2 ALTERACIÓN I		
	NORMA	- NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
46.22%	9.18%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 188799



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-2 ALTERACIÓN 2

NORMA NTP 339.129

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

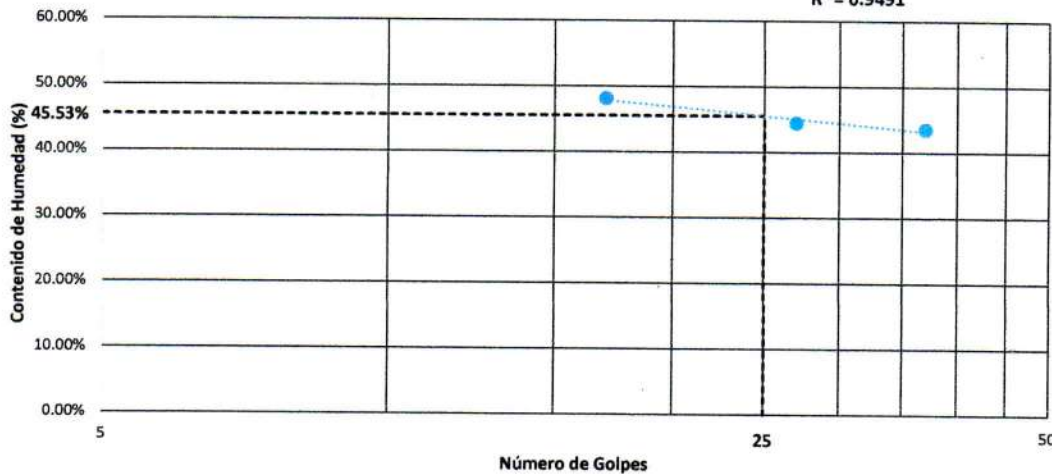
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.7	37.9
Masa tara + suelo húmedo (g)	49.0	46.8	46.8
Masa tara + suelo seco (g)	45.2	44.0	44.1
Número de golpes	17	27	37
Masa de suelo seco (g)	7.9	6.3	6.2
Masa agua (g)	3.8	2.8	2.7
Humedad (%)	48.10%	44.44%	43.55%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.6	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.5	42.6	42.1
Masa tara + suelo seco (g)	40.4	41.3	40.9
Masa de suelo seco (g)	3.0	3.7	3.4
Masa agua (g)	1.1	1.3	1.2
Humedad (%)	36.67%	35.14%	35.90%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.0601 \ln(x) + 0.6487$
 $R^2 = 0.9491$



Límite líquido : 45.53%
 Límite Plástico : 35.90%
 Índice de Plasticidad : 9.63%

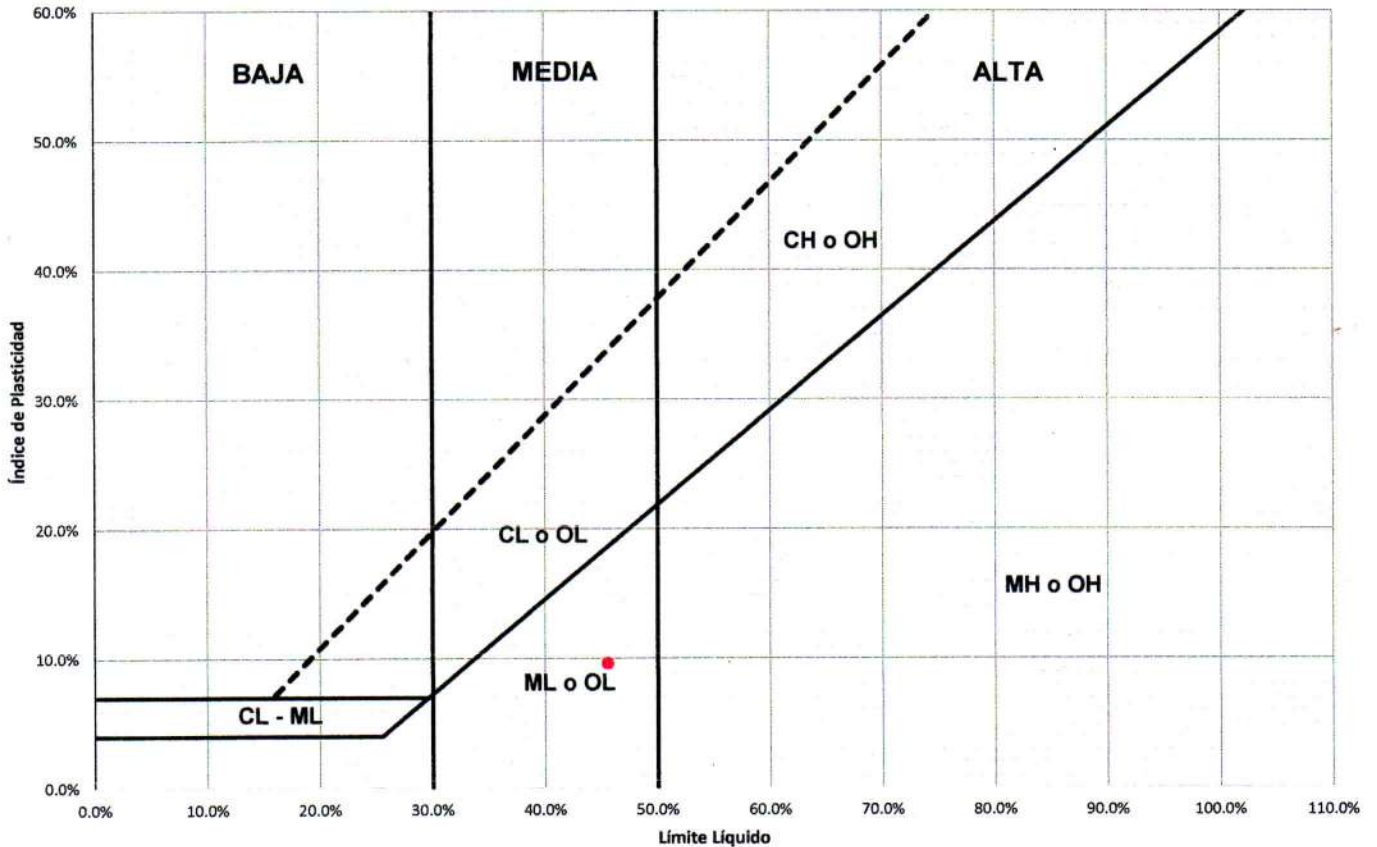
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO PROFESIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ N.º 181758

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-2 ALTERACIÓN 2		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
45.53%	9.63%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



PROTOCOLO

ENSAYO
NORMA
PROYECTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129

C-2 ALTERACIÓN 3

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

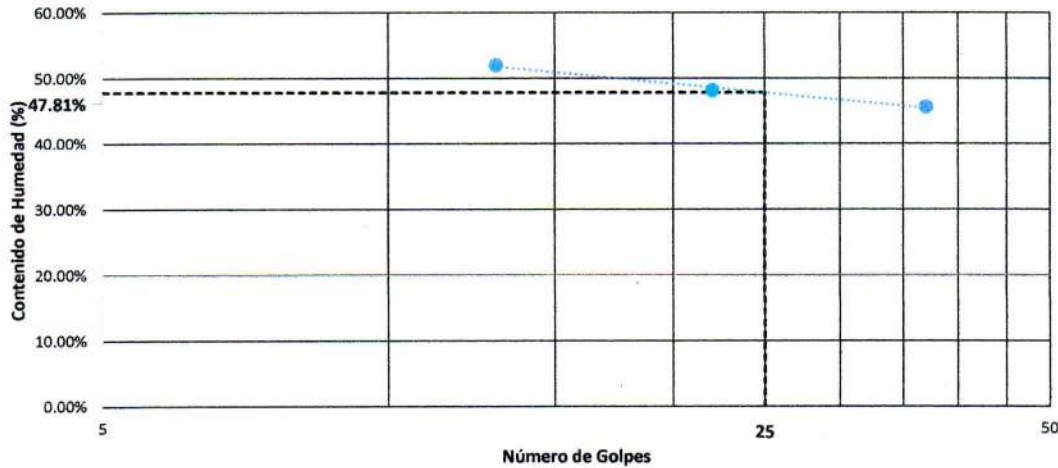
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.9	37.3	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.5	45.3	44.3
Masa tara + suelo seco (g)	42.9	42.7	42.2
Número de golpes	13	22	37
Masa de suelo seco (g)	5.0	5.4	4.6
Masa agua (g)	2.6	2.6	2.1
Humedad (%)	52.00%	48.15%	45.65%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.5	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.6	42.3	42.0
Masa tara + suelo seco (g)	40.3	41.0	40.7
Masa de suelo seco (g)	3.0	3.5	3.3
Masa agua (g)	1.3	1.3	1.3
Humedad (%)	43.33%	37.14%	40.24%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.0607 \ln(x) + 0.6735$
 $R^2 = 0.9858$



Límite líquido : 47.81%
Límite Plástico : 40.24%
Índice de Plasticidad : 7.57%

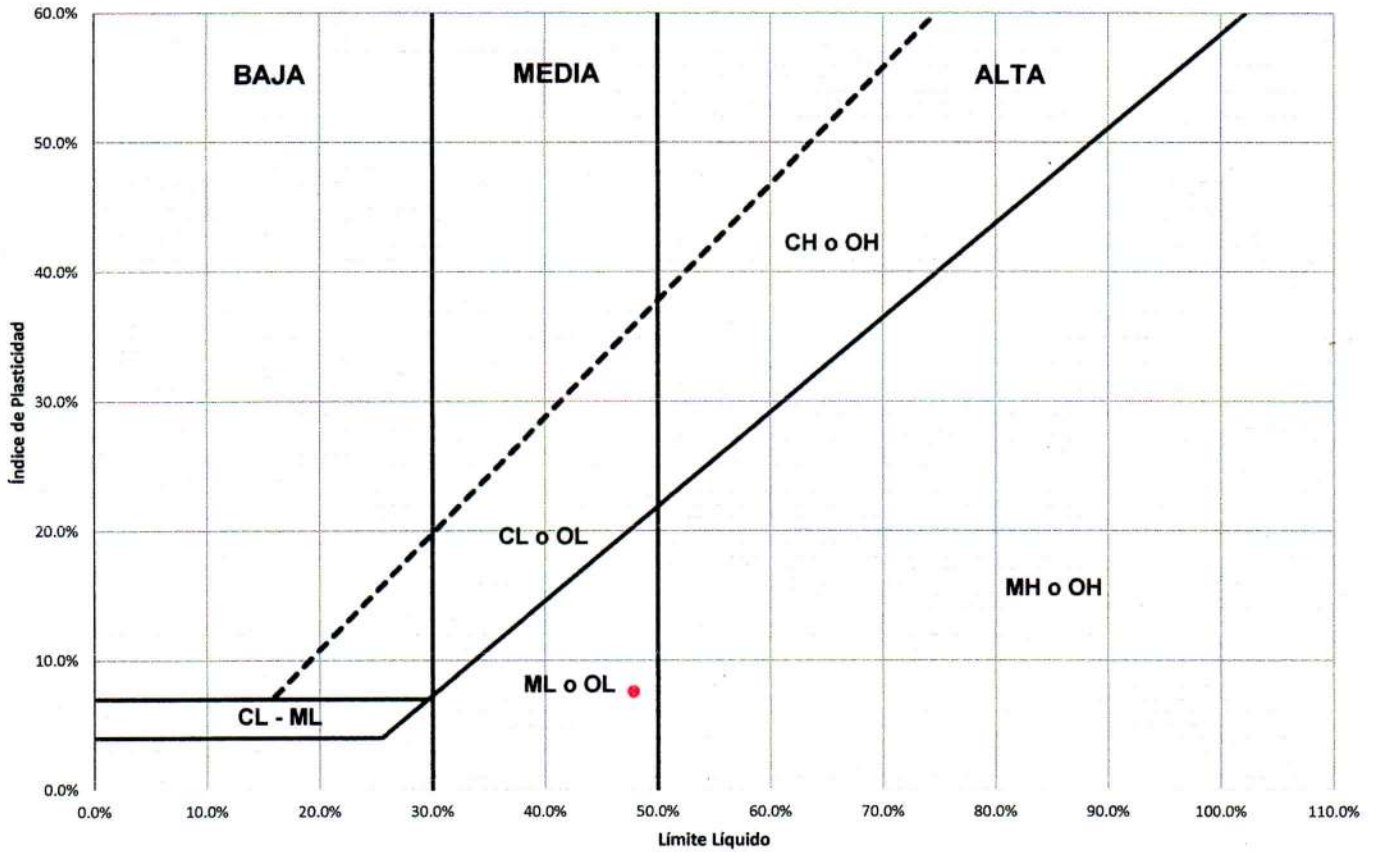
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA BARBERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 100750





	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-2 ALTERACIÓN 3		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
47.81%	7.57%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERU N° 100750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-2 E-1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.80 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.3	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.6	44.3	44.0
Masa tara + suelo seco (g)	42.5	42.3	42.1
Número de golpes	15	22	38
Masa de suelo seco (g)	5.2	5.0	4.8
Masa agua (g)	2.1	2.0	1.9
Humedad (%)	40.38%	40.00%	39.58%

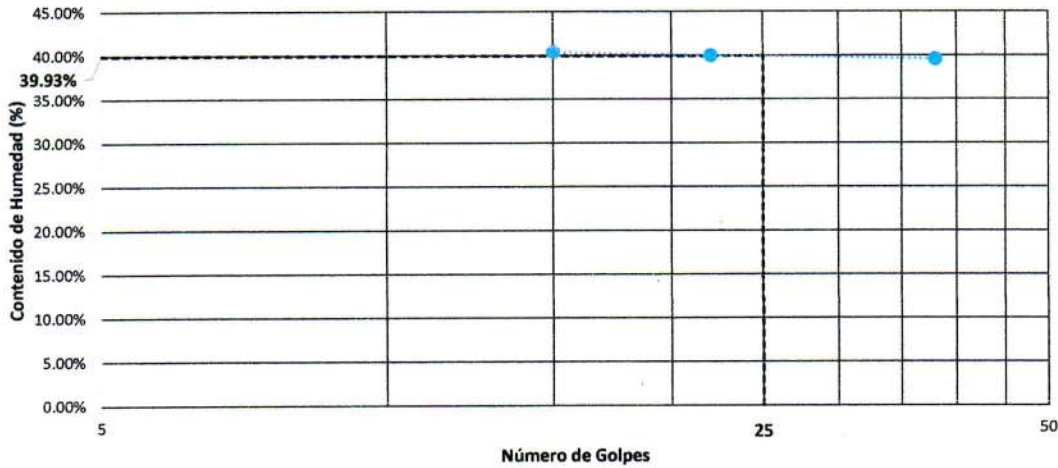
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.5	37.6	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.4	41.8	41.6
Masa tara + suelo seco (g)	40.4	40.6	40.5
Masa de suelo seco (g)	2.9	3.0	3.0
Masa agua (g)	1.0	1.2	1.1
Humedad (%)	34.48%	40.00%	37.24%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0086 \ln(x) + 0.4268$$

$$R^2 = 0.9939$$



Límite líquido : 39.93%

Límite Plástico : 37.24%

Índice de Plasticidad : 2.69%

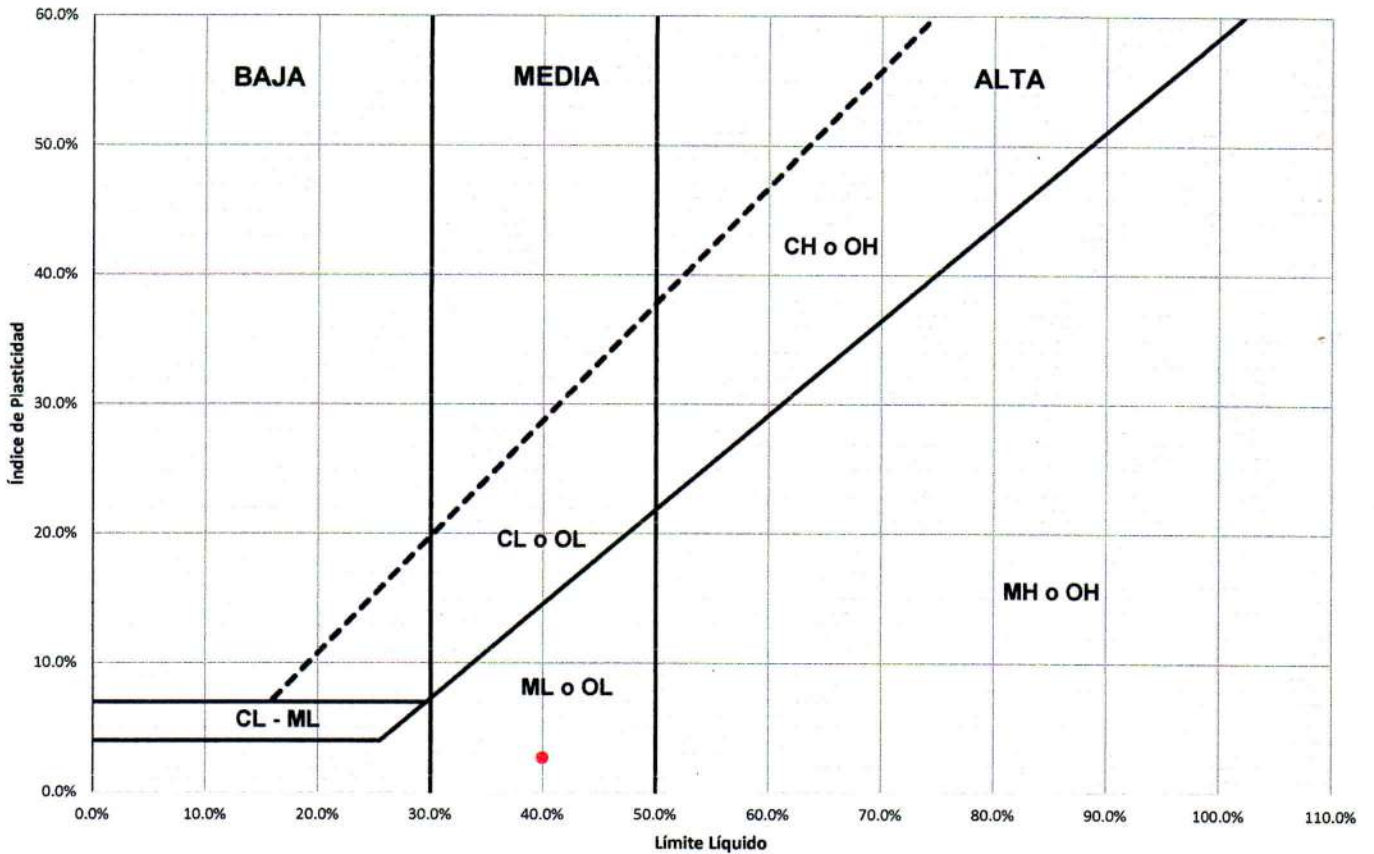
OBSERVACIONES: ESTRATO I

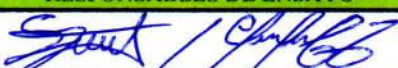

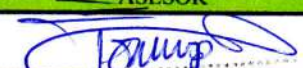
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 108750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-2 E-1		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.80 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
39.93%	2.69%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 1		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA FABRE INGENIERO CIVIL REGISTRO PROFESIONAL EN INGENIERÍA DEL PERU Nº 198758



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-2 E-2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA: N° 2	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SW
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	PROFUNDIDAD: 2.20 m	
FECHA DE MUESTREO: 07/03/2025	RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 26/03/2025	REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Límite Líquido

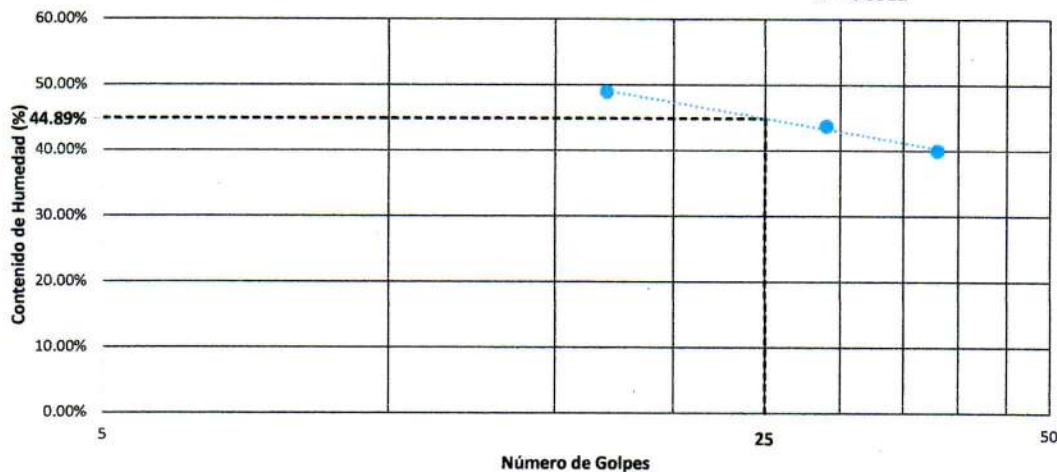
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.8	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.3	44.7	44.5
Masa tara + suelo seco (g)	42.0	42.6	42.5
Número de golpes	17	29	38
Masa de suelo seco (g)	4.7	4.8	5.0
Masa agua (g)	2.3	2.1	2.0
Humedad (%)	48.94%	43.75%	40.00%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.2	37.2	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.0	41.4	41.7
Masa tara + suelo seco (g)	40.8	40.4	40.6
Masa de suelo seco (g)	3.6	3.2	3.4
Masa agua (g)	1.2	1.0	1.1
Humedad (%)	33.33%	31.25%	32.29%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.1091 \ln(x) + 0.8002$
 $R^2 = 0.9911$



Límite líquido : 44.89%

Límite Plástico : 32.29%

Índice de Plasticidad : 12.60%

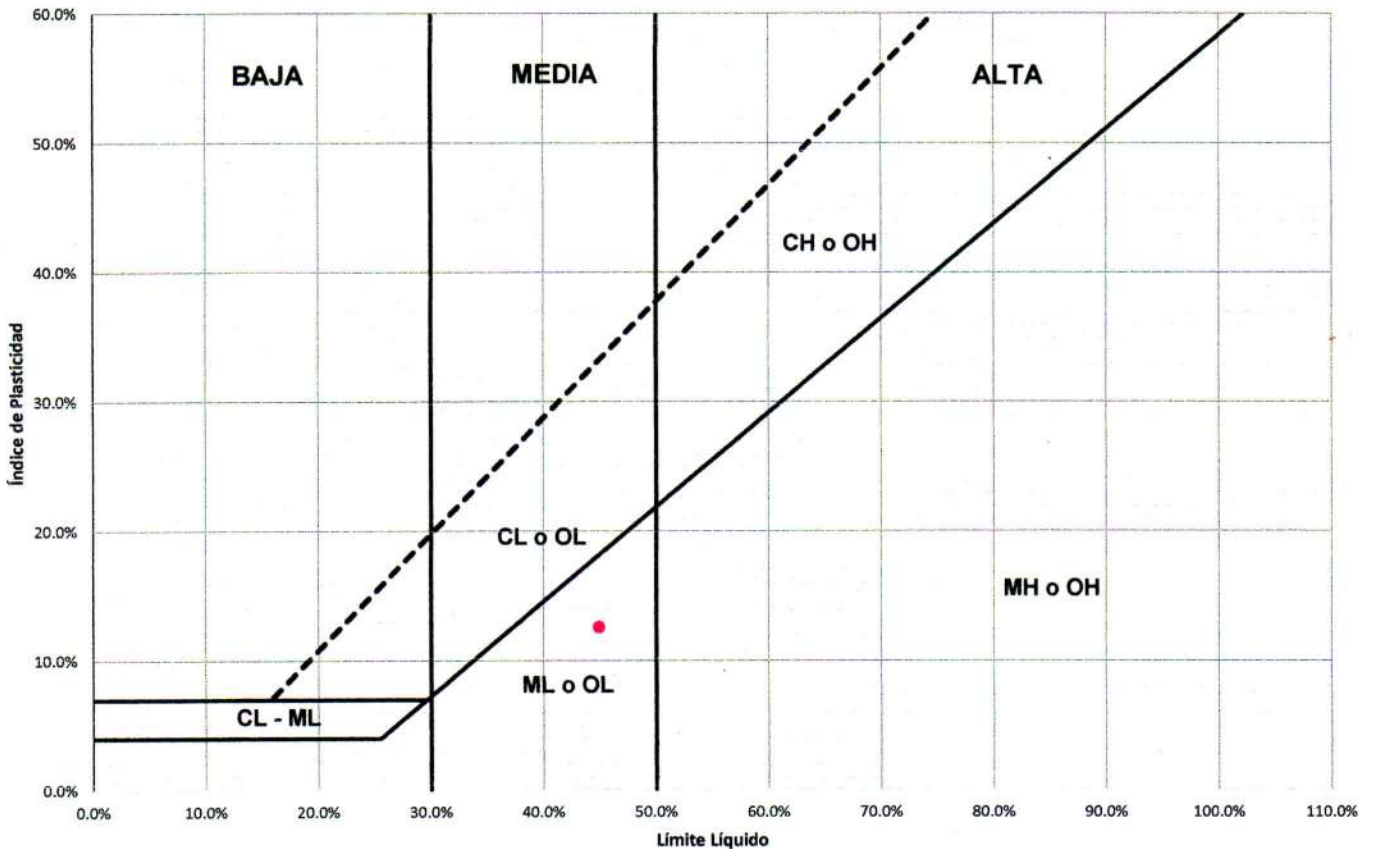
OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 18379

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA			C-2 E-2
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	2.20 m
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025			REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

LL	IP
44.89%	12.60%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N.º 180760</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-2 NATURAL
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 2	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	100.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	635.7
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	696.5
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.55
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-2 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	26/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 2	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	367.9
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	399.1
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.66
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 10570</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-2 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA: N° 2	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 07/03/2025	RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 27/03/2025	REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 2	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	100.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	635.2
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	695.7
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Especifica (Gs):	2.53
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-2 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	27/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA Nº 2	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.5
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	399.4
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.62
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188759
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		

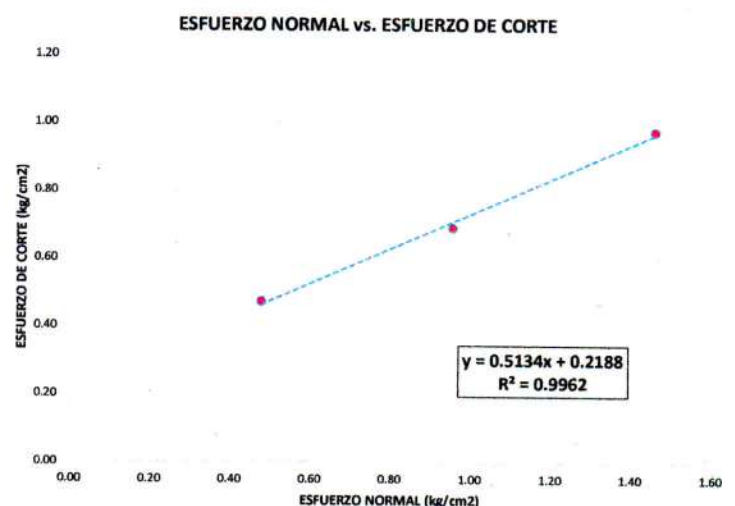
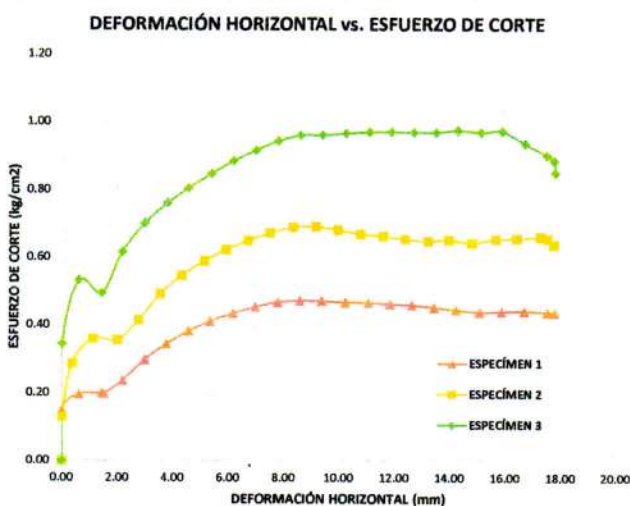
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-2 NATURAL
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	20/03/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	0.964	g/cm ³	Densidad seca:	1.014	g/cm ³	Densidad seca:	1.072	g/cm ³
Humedad fin.:	50.58	%	Humedad fin.:	44.66	%	Humedad fin.:	43.65	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.47	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.69	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.98	kg/cm ²

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.15	0.31
0.60	0.20	0.41
1.41	0.20	0.41
1.50	0.20	0.40
2.17	0.24	0.48
2.97	0.30	0.59
3.76	0.34	0.68
4.55	0.38	0.74
5.32	0.41	0.79
6.15	0.44	0.82
6.95	0.45	0.84
7.76	0.47	0.86
8.55	0.47	0.85
9.36	0.47	0.83
10.21	0.47	0.81
11.03	0.47	0.80
11.81	0.46	0.78
12.60	0.46	0.76
13.41	0.45	0.74
14.21	0.45	0.71
15.06	0.44	0.69
15.85	0.44	0.68
16.66	0.44	0.67
17.50	0.44	0.65
17.76	0.44	0.65

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.13	0.13
0.35	0.28	0.30
1.10	0.36	0.37
1.98	0.36	0.36
2.75	0.41	0.42
3.53	0.49	0.49
4.30	0.55	0.53
5.12	0.59	0.56
5.88	0.62	0.59
6.68	0.65	0.60
7.47	0.67	0.62
8.30	0.69	0.62
9.14	0.69	0.61
9.92	0.68	0.60
10.75	0.67	0.58
11.55	0.66	0.56
12.35	0.65	0.54
13.19	0.65	0.53
13.93	0.65	0.52
14.76	0.64	0.51
15.62	0.65	0.51
16.37	0.66	0.50
17.23	0.66	0.49
17.48	0.66	0.49
17.72	0.64	0.47

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.34	0.24
0.59	0.53	0.37
1.42	0.49	0.34
2.15	0.62	0.41
2.96	0.70	0.47
3.79	0.76	0.50
4.53	0.80	0.52
5.37	0.85	0.54
6.15	0.88	0.56
6.96	0.92	0.57
7.77	0.94	0.57
8.57	0.96	0.58
9.37	0.96	0.57
10.21	0.97	0.56
11.05	0.97	0.55
11.84	0.97	0.54
12.65	0.97	0.53
13.45	0.97	0.53
14.25	0.98	0.52
15.08	0.97	0.51
15.84	0.97	0.50
16.67	0.94	0.47
17.46	0.90	0.45
17.72	0.89	0.44
17.76	0.85	0.42



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.219 kg/cm²
 Áng. Fricción(ϕ): 27.2 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 189740

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-2 NATURAL	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	20/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm3):	1.017	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm2):	0.219	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	27.2		
Ángulo de fricción modificado (°):	18.9		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	29.69	16.45
Nq:	16.26	6.63
Nγ:	13.20	4.28

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm2)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	4.40	1.47
Cimentación Circular	4.33	1.44

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 189746

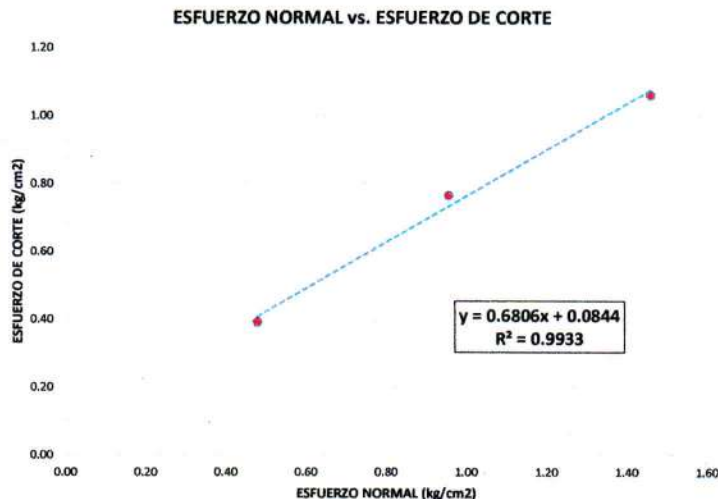
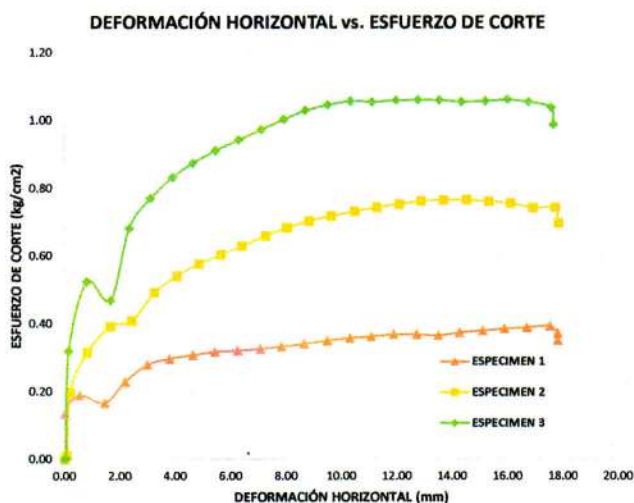
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-2 ALTERACIÓN 1
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO					
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:		1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:		César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR:		Yerson Asencio Silva Vásquez
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.033	g/cm ³	Densidad seca:	1.110	g/cm ³	Densidad seca:	1.090	g/cm ³
Humedad fin.:	43.82	%	Humedad fin.:	45.18	%	Humedad fin.:	34.39	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.39	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.77	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.06	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.13	0.28
0.53	0.19	0.39
1.44	0.17	0.34
2.17	0.23	0.46
2.97	0.28	0.55
3.78	0.30	0.58
4.63	0.31	0.60
5.41	0.32	0.61
6.23	0.32	0.60
7.05	0.33	0.60
7.82	0.33	0.61
8.64	0.34	0.61
9.48	0.35	0.62
10.29	0.36	0.62
11.06	0.36	0.62
11.87	0.37	0.62
12.70	0.37	0.61
13.48	0.37	0.59
14.25	0.37	0.60
15.08	0.38	0.60
15.87	0.38	0.59
16.68	0.39	0.59
17.51	0.39	0.58
17.78	0.37	0.55
17.79	0.35	0.52

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.07	0.01	0.01
0.18	0.20	0.20
0.80	0.31	0.32
1.64	0.39	0.40
2.42	0.41	0.41
3.23	0.49	0.49
4.05	0.54	0.53
4.84	0.58	0.56
5.63	0.60	0.57
6.39	0.63	0.59
7.25	0.66	0.61
8.01	0.68	0.62
8.82	0.70	0.63
9.62	0.72	0.63
10.47	0.73	0.63
11.26	0.74	0.63
12.06	0.75	0.63
12.85	0.76	0.63
13.67	0.77	0.62
14.51	0.77	0.61
15.30	0.76	0.59
16.09	0.75	0.58
16.89	0.74	0.56
17.70	0.74	0.55
17.81	0.70	0.51

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.04	0.00	0.00
0.14	0.32	0.22
0.80	0.52	0.36
1.65	0.47	0.32
2.32	0.68	0.46
3.09	0.77	0.51
3.90	0.83	0.54
4.63	0.87	0.56
5.44	0.91	0.58
6.28	0.94	0.59
7.09	0.97	0.60
7.90	1.00	0.61
8.68	1.03	0.62
9.49	1.04	0.61
10.31	1.06	0.61
11.09	1.05	0.60
11.94	1.06	0.59
12.74	1.06	0.58
13.52	1.06	0.57
14.32	1.05	0.56
15.18	1.06	0.55
15.98	1.06	0.54
16.74	1.05	0.53
17.55	1.04	0.51
17.63	0.99	0.49



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.084 kg/cm²
 Áng. Fricción(φ): 34.2 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLECCIÓN DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-2 ALTERACIÓN 1	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
					Yerson Asencio Silva Vásquez

Densidad seca (g/cm ³):	1.078	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm ²):	0.084	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	34.2		
Ángulo de fricción modificado (°):	24.4		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	53.61	24.05
Nq:	37.44	11.91
Ny:	37.32	8.97

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	4.26	1.42
Cimentación Circular	4.11	1.37

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-2 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.171		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		PROFUNDIDAD:
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		RESPONSABLE:
			REVISADO POR:

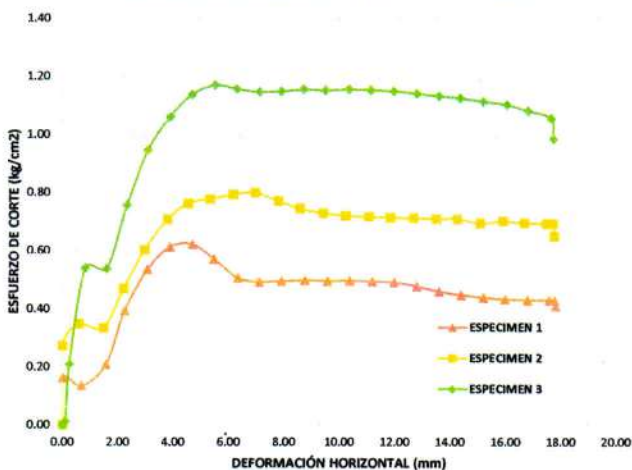
ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.386	g/cm ³	Densidad seca:	1.342	g/cm ³	Densidad seca:	1.293	g/cm ³
Humedad fin.:	31.26	%	Humedad fin.:	30.02	%	Humedad fin.:	30.61	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.62	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.80	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.17	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.16	0.34
0.69	0.14	0.28
1.56	0.21	0.42
2.24	0.39	0.80
3.07	0.54	1.07
3.87	0.61	1.20
4.69	0.62	1.20
5.45	0.57	1.09
6.32	0.51	0.95
7.09	0.49	0.91
7.91	0.49	0.90
8.75	0.50	0.89
9.57	0.50	0.87
10.36	0.50	0.86
11.18	0.49	0.84
11.96	0.49	0.82
12.79	0.48	0.79
13.59	0.46	0.75
14.39	0.45	0.71
15.20	0.44	0.69
15.97	0.43	0.67
16.78	0.43	0.65
17.55	0.43	0.64
17.75	0.43	0.64
17.80	0.41	0.61

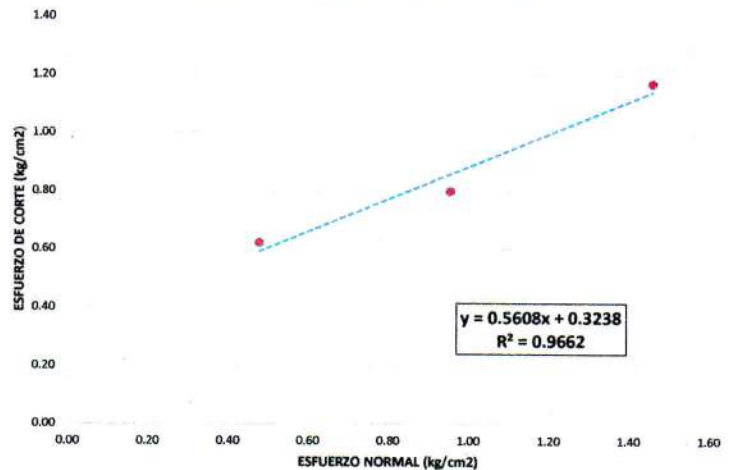
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.27	0.29
0.58	0.35	0.36
1.48	0.33	0.34
2.19	0.47	0.47
2.96	0.60	0.60
3.78	0.71	0.69
4.54	0.76	0.74
5.31	0.78	0.74
6.15	0.79	0.75
6.94	0.80	0.74
7.78	0.77	0.70
8.56	0.74	0.67
9.40	0.73	0.64
10.21	0.72	0.63
11.04	0.72	0.61
11.83	0.71	0.60
12.67	0.71	0.59
13.48	0.71	0.58
14.24	0.71	0.57
15.08	0.69	0.54
15.89	0.70	0.54
16.66	0.70	0.53
17.46	0.69	0.51
17.70	0.69	0.51
17.74	0.65	0.48

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.11	0.01	0.01
0.25	0.21	0.15
0.81	0.54	0.37
1.59	0.54	0.37
2.31	0.76	0.51
3.08	0.95	0.63
3.88	1.06	0.69
4.67	1.14	0.73
5.49	1.17	0.74
6.28	1.16	0.72
7.11	1.15	0.71
7.89	1.15	0.70
8.70	1.16	0.69
9.49	1.15	0.68
10.33	1.16	0.67
11.11	1.15	0.66
11.94	1.15	0.64
12.78	1.14	0.63
13.59	1.13	0.61
14.34	1.13	0.60
15.18	1.11	0.58
16.02	1.10	0.57
16.79	1.08	0.54
17.62	1.06	0.52
17.71	0.99	0.49

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.324 kg/cm²
 Áng. Fricción(φ): 29.3 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 199759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	CARGA ADMISIBLE		C-2 ALTERACIÓN 2	
	TEORÍA	TERZAGHI			
PROYECTO			MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALCATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm3):	1.340	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm2):	0.324	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	29.3		
Ángulo de fricción modificado (°):	20.5		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

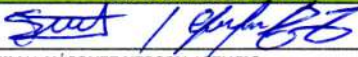

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	35.09	18.29
Nq:	20.69	7.84
Nγ:	17.79	5.30

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm2)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	7.14	2.38
Cimentación Circular	7.03	2.34

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		<small>REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 18075</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-2 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.171		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.311	g/cm ³
Humedad fin.:	29.45	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.47	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.356	g/cm ³
Humedad fin.:	28.89	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.79	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

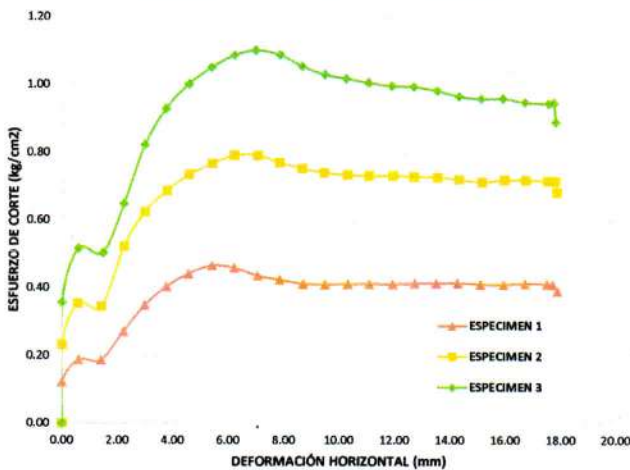
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.438	g/cm ³
Humedad fin.:	27.05	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.10	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.12	0.25
0.59	0.19	0.39
1.40	0.19	0.38
2.21	0.27	0.55
2.98	0.35	0.70
3.75	0.40	0.79
4.56	0.44	0.86
5.40	0.47	0.89
6.20	0.46	0.86
7.05	0.44	0.81
7.83	0.42	0.77
8.68	0.41	0.74
9.48	0.41	0.72
10.30	0.41	0.71
11.07	0.41	0.70
11.92	0.41	0.69
12.71	0.41	0.68
13.49	0.41	0.67
14.27	0.41	0.66
15.09	0.41	0.64
15.92	0.41	0.63
16.70	0.41	0.62
17.49	0.41	0.61
17.69	0.41	0.61
17.87	0.39	0.57

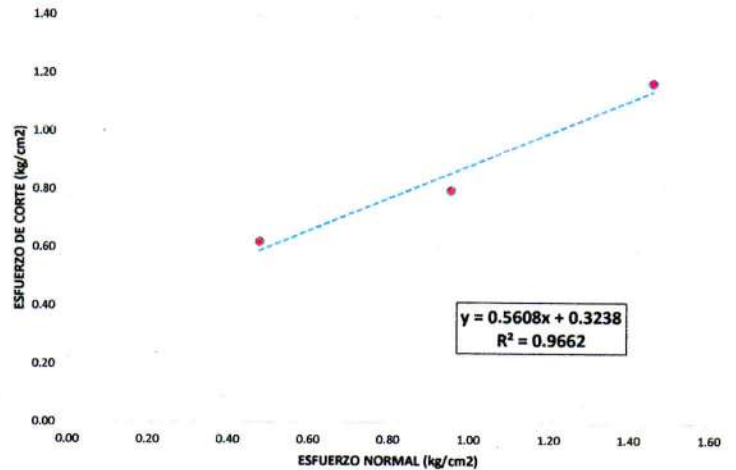
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.23	0.24
0.56	0.35	0.37
1.41	0.34	0.35
2.22	0.52	0.53
2.96	0.62	0.62
3.77	0.69	0.67
4.57	0.73	0.71
5.41	0.77	0.73
6.19	0.79	0.74
7.04	0.79	0.73
7.83	0.77	0.70
8.64	0.75	0.67
9.44	0.74	0.65
10.28	0.73	0.64
11.06	0.73	0.62
11.92	0.73	0.61
12.68	0.73	0.60
13.52	0.73	0.59
14.30	0.72	0.57
15.13	0.71	0.56
15.93	0.72	0.55
16.70	0.72	0.54
17.50	0.71	0.53
17.75	0.71	0.53
17.83	0.68	0.50

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.36	0.25
0.58	0.52	0.36
1.46	0.50	0.34
2.22	0.65	0.44
2.97	0.82	0.55
3.73	0.93	0.61
4.56	1.00	0.65
5.38	1.05	0.67
6.20	1.09	0.68
6.96	1.10	0.68
7.83	1.09	0.66
8.63	1.05	0.63
9.46	1.03	0.61
10.23	1.02	0.59
11.03	1.00	0.57
11.87	1.00	0.56
12.66	0.99	0.55
13.51	0.98	0.53
14.30	0.97	0.51
15.09	0.96	0.50
15.88	0.96	0.49
16.67	0.95	0.48
17.51	0.94	0.47
17.71	0.95	0.47
17.78	0.89	0.44

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.163 kg/cm²
 Áng. Fricción(φ): 32.9 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	asesor
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA GABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-2 ALTERACIÓN 3	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	07/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm3): 1.368
 Cohesión de suelo (kg/cm2): 0.163
 Ángulo de fricción (°): 32.9
 Ángulo de fricción modificado (°): 23.3

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	47.66	22.22
Nq:	31.83	10.57
N _γ :	30.43	7.72

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	5.94	1.98
Cimentación Circular	5.78	1.93

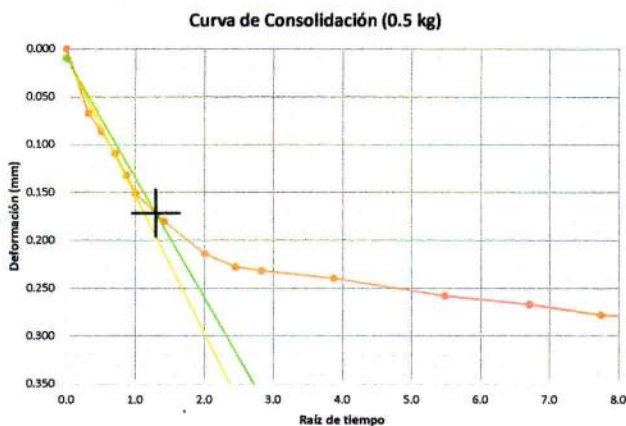
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186750

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL			C-2 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154					
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

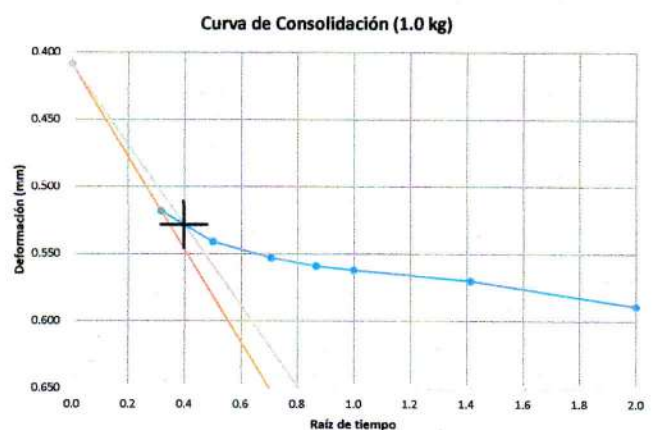
		C - Nº 2 - CARGA							
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa							
			17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
			kg						
			0.5	1	2	4	8	16	32
			kg/cm ²						
			0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm ²							
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318	
		Deformación (mm)							
0.0	0.00	0.000	0.409	0.727	1.357	2.158	3.062	4.129	
0.1	0.32	0.067	0.518	1.103	1.835	2.534	3.669	4.217	
0.25	0.50	0.086	0.541	1.137	1.890	2.753	3.788	4.831	
0.5	0.71	0.109	0.553	1.163	1.921	2.813	3.827	4.904	
0.75	0.87	0.132	0.559	1.171	1.951	2.845	3.850	4.939	
1	1.00	0.151	0.562	1.174	1.971	2.857	3.874	4.954	
2	1.41	0.180	0.570	1.206	1.999	2.894	3.903	4.984	
4	2.00	0.214	0.589	1.226	2.020	2.912	3.932	5.007	
6	2.45	0.228	0.603	1.233	2.027	2.919	3.956	5.024	
8	2.83	0.232	0.613	1.238	2.032	2.925	3.965	5.044	
15	3.87	0.240	0.626	1.251	2.052	2.956	3.992	5.083	
30	5.48	0.258	0.639	1.281	2.078	2.978	4.019	5.120	
45	6.71	0.267	0.645	1.294	2.090	2.986	4.033	5.131	
60	7.75	0.278	0.651	1.300	2.097	3.003	4.050	5.135	
120	10.95	0.289	0.668	1.326	2.119	3.032	4.088	5.165	
180	13.42	0.297	0.684	1.335	2.134	3.041	4.107	5.193	
240	15.49	0.302	0.696	1.344	2.143	3.051	4.118	5.200	

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	5.202	5.144
16 a 8	5.057	5.027
8 a 4	4.983	4.919
4 a 2	4.892	4.808
2 a 1	4.756	4.683
1 a 0	4.582	4.307

	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	92.0	99.0
Masa muestra seca (g)	-	70.2
Altura (mm)	20.0	1.557
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.55	



t₉₀: 1.68 min

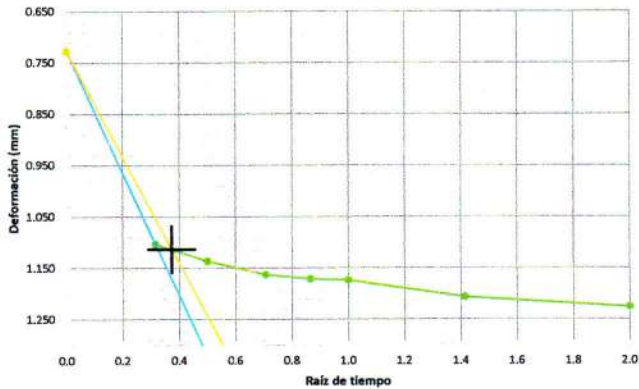


t₉₀: 0.16 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 118759

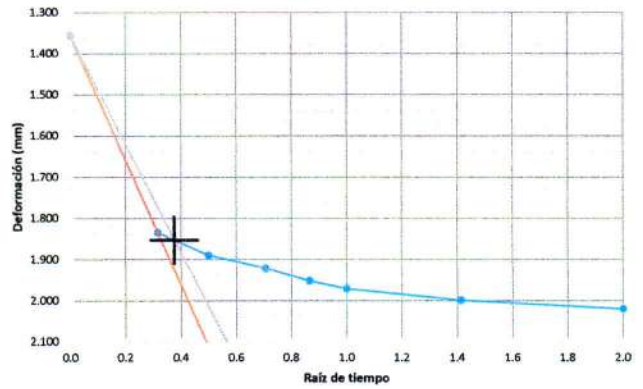
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-2 NATURAL	
NORMA		NTP 339.154			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Curva de Consolidación (2.0 kg)



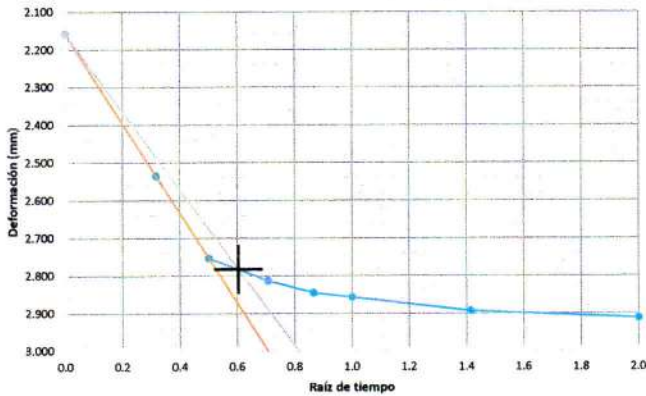
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



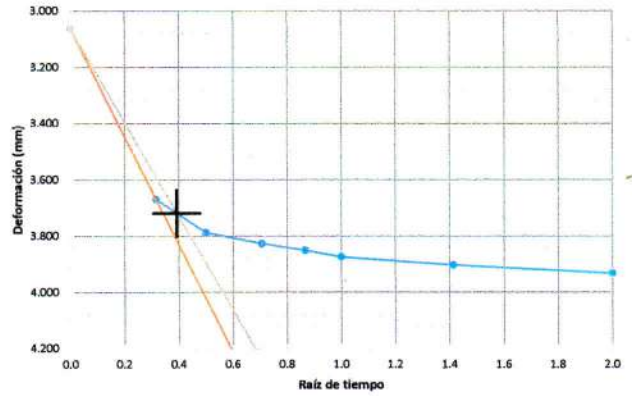
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



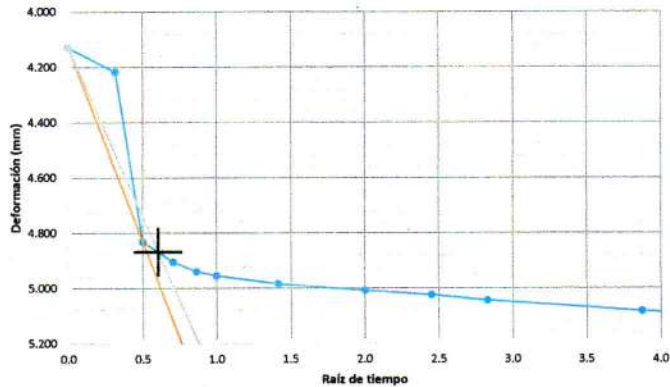
t90: 0.37 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 0.16 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.37 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 198759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-2 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.557
Humedad	31.05%	41.03%
Relación de vacíos (e)	1.339	0.821
Saturación	59.19%	100.00%

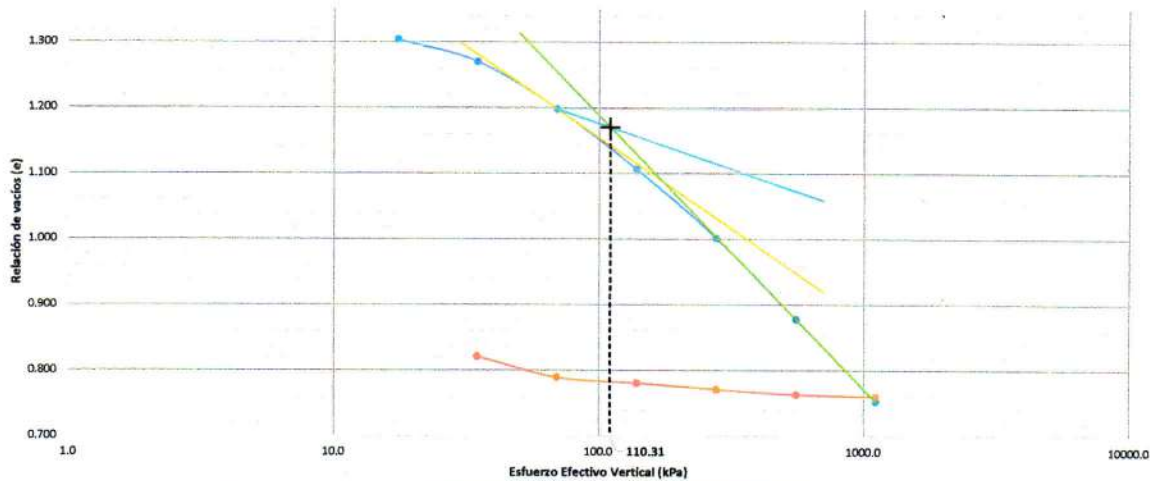
Densidad seca:	1.091 g/cm ³
Peso seco unitario:	10.69 KN/m ³
Volumen sólidos:	27.51 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.86 cm

Gs:	2.55
T90:	0.848
Volumen (cm ³):	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	e (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.302	0.302	19.698	1.304	1.51%	1.68 min	0.008
34.7	0.409	0.696	0.287	19.411	1.270	1.44%	0.16 min	0.089
69.3	0.727	1.344	0.617	18.794	1.198	3.09%	0.14 min	0.101
138.8	1.357	2.143	0.786	18.008	1.106	3.93%	0.14 min	0.099
277.4	2.158	3.051	0.893	17.115	1.002	4.47%	0.37 min	0.039
555.0	3.062	4.118	1.056	16.059	0.878	5.28%	0.16 min	0.091
1109.9	4.129	5.2	1.071	14.988	0.753	5.36%	0.37 min	0.039

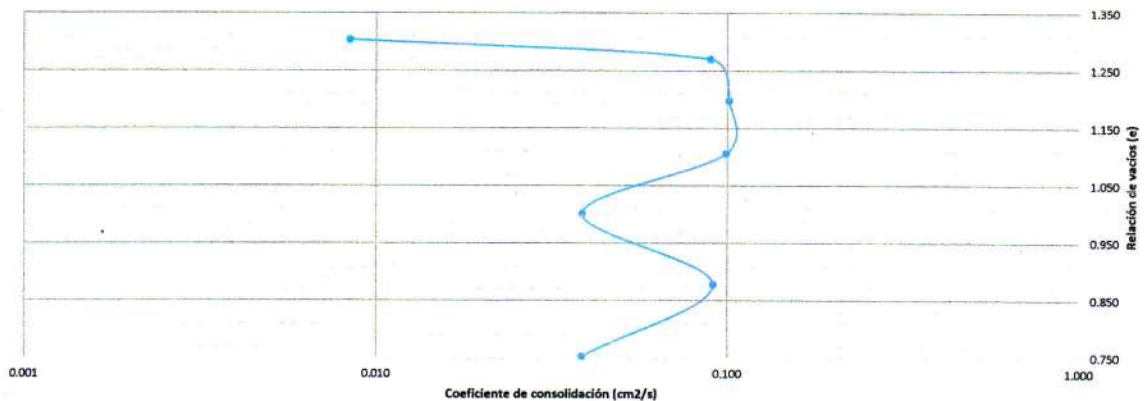
DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	e (%)	
1109.9	5.202	5.144	-0.058	15.046	0.760	-0.29%	
555.0	5.057	5.027	-0.030	15.076	0.763	-0.15%	
277.4	4.983	4.919	-0.064	15.140	0.771	-0.32%	
138.8	4.892	4.808	-0.084	15.224	0.780	-0.42%	
69.3	4.756	4.683	-0.073	15.297	0.789	-0.37%	
34.7	4.582	4.307	-0.275	15.572	0.821	-1.38%	

Curva de compresibilidad



Presión de preconsolidación (Pc):	110.31 kPa	=	1.12 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.527		Índice de recompresión (Cr): 0.025

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABEIRA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 18879

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CALCULO		ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-2 NATURAL	
TEORIA		CONSOLIDACIÓN PRIMARIA			
PROYECTO					
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SW
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freatico (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Indice de compresibilidad (Cc):	0.527
Índice de recompresión (Cr):	0.025
Presión de preconsolidación:	1.12 kg/cm ²
Relación de vacios inicial (eo):	1.339

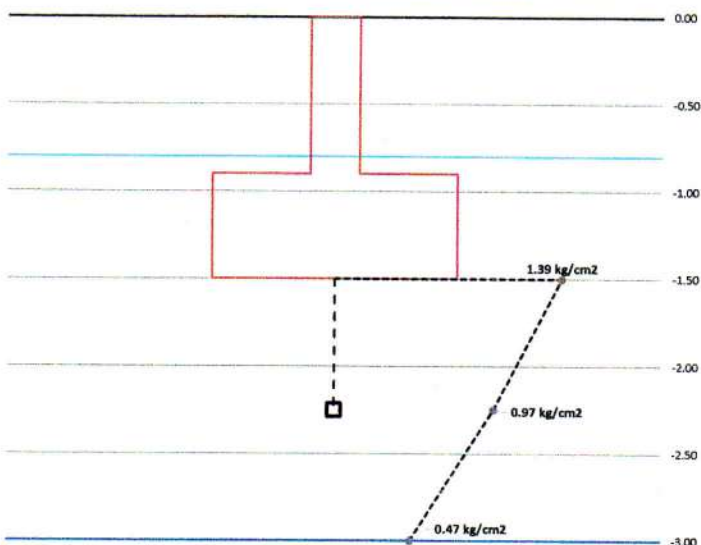
OCR:	5.40
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.20 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ _o
1	0.80 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.09 kg/cm ²
2	2.20 m	NO	1091.08 kg/m ³	0.12 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.208 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	m1	n1	Ic	Δσ' _o =qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ' _{prom} :				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO	
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$	

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1	
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$	
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$	

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2	
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$	
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$	

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA S _{c(p)} :	25.4 mm
---	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

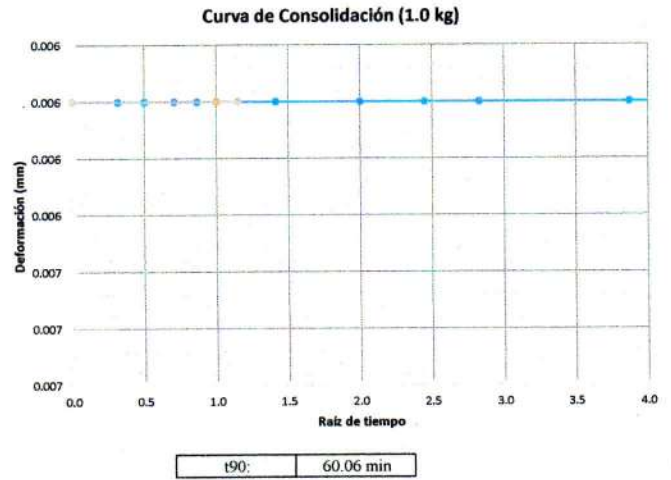
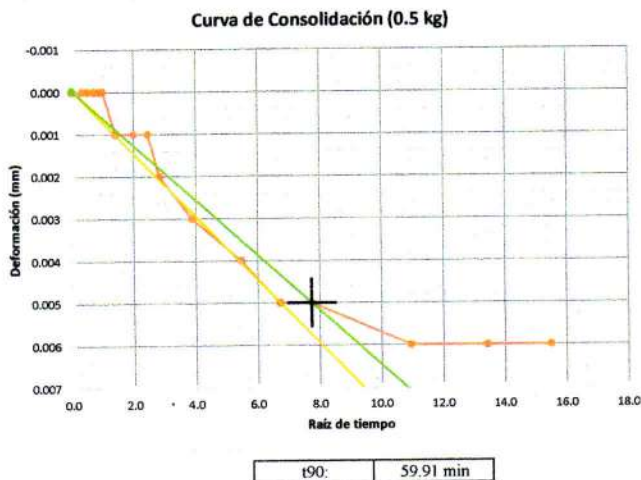
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA DABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-2 ALTERACIÓN 2	
NORMA		NTP 339.154			
PROYECTO					
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

C - N° 2 - CARGA								
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
		0.5	1	2	4	8	16	32
		kg/cm ²						
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
Incrementos kg/cm ²								
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318
Deformación (mm)								
0.0	0.00	0.000	0.006	0.007	0.010	0.120	0.345	1.033
0.1	0.32	0.000	0.006	0.007	0.010	0.172	0.742	1.398
0.25	0.50	0.000	0.006	0.007	0.010	0.191	0.793	1.528
0.5	0.71	0.000	0.006	0.008	0.010	0.213	0.843	1.577
0.75	0.87	0.000	0.006	0.008	0.010	0.222	0.857	1.607
1	1.00	0.000	0.006	0.008	0.010	0.231	0.871	1.631
2	1.41	0.001	0.006	0.008	0.010	0.248	0.900	1.669
4	2.00	0.001	0.006	0.008	0.010	0.261	0.920	1.698
6	2.45	0.001	0.006	0.008	0.035	0.275	0.932	1.712
8	2.83	0.002	0.006	0.008	0.035	0.279	0.937	1.723
15	3.87	0.003	0.006	0.008	0.035	0.300	0.948	1.747
30	5.48	0.004	0.006	0.009	0.035	0.310	0.963	1.756
45	6.71	0.005	0.006	0.009	0.035	0.314	0.973	1.761
60	7.75	0.005	0.006	0.009	0.035	0.325	0.978	1.766
120	10.95	0.006	0.006	0.010	0.036	0.328	0.990	1.778
180	13.42	0.006	0.006	0.010	0.036	0.329	1.002	1.798
240	15.49	0.006	0.006	0.010	0.036	0.337	1.004	1.801

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	1.801	1.762
16 a 8	1.762	1.706
8 a 4	1.706	1.622
4 a 2	1.621	1.549
2 a 1	1.548	1.467
1 a 0	1.467	1.231

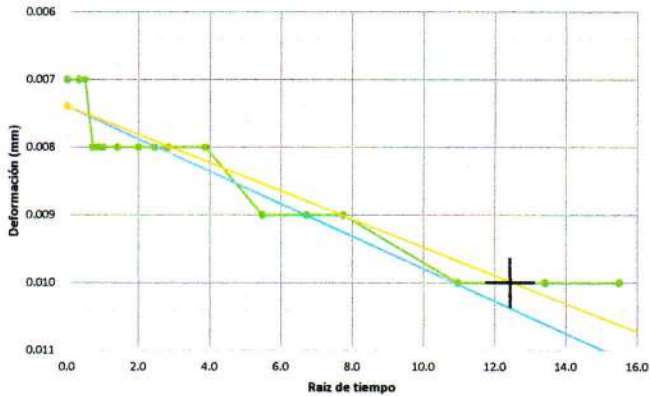
	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	111.4	112.6
Masa muestra seca (g)	-	85.4
Altura (mm)	20.0	1.889
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.53	



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750

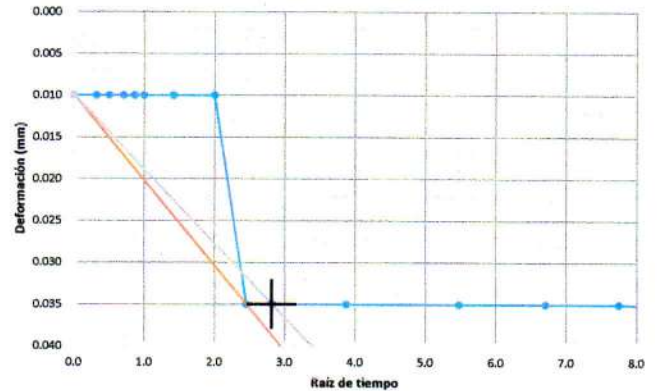
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-2 ALTERACIÓN 2	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 2	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Curva de Consolidación (2.0 kg)



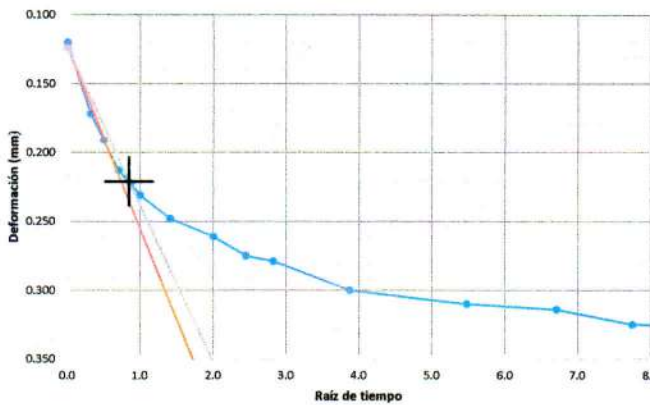
t90: 154.50 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



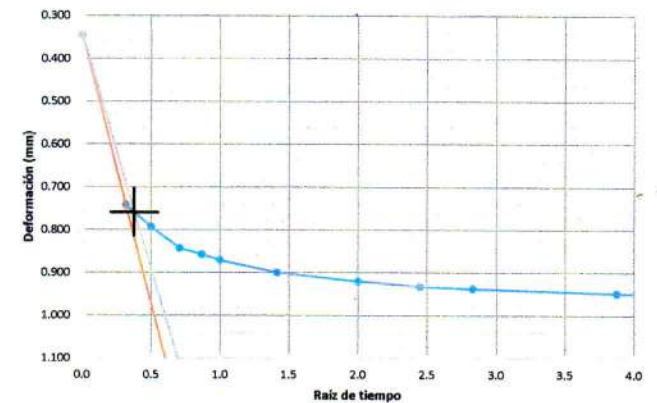
t90: 7.93 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



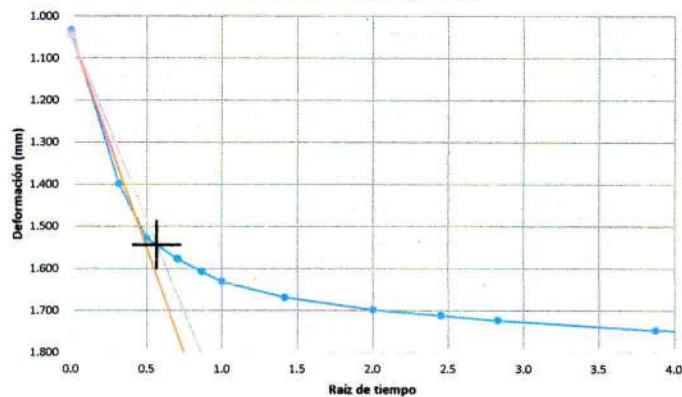
t90: 0.72 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.32 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA ZABREÑA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-2 ALTERACIÓN 2	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.889
Humedad	30.44%	31.85%
Relación de vacíos (e)	0.905	0.799
Saturación	85.05%	100.00%

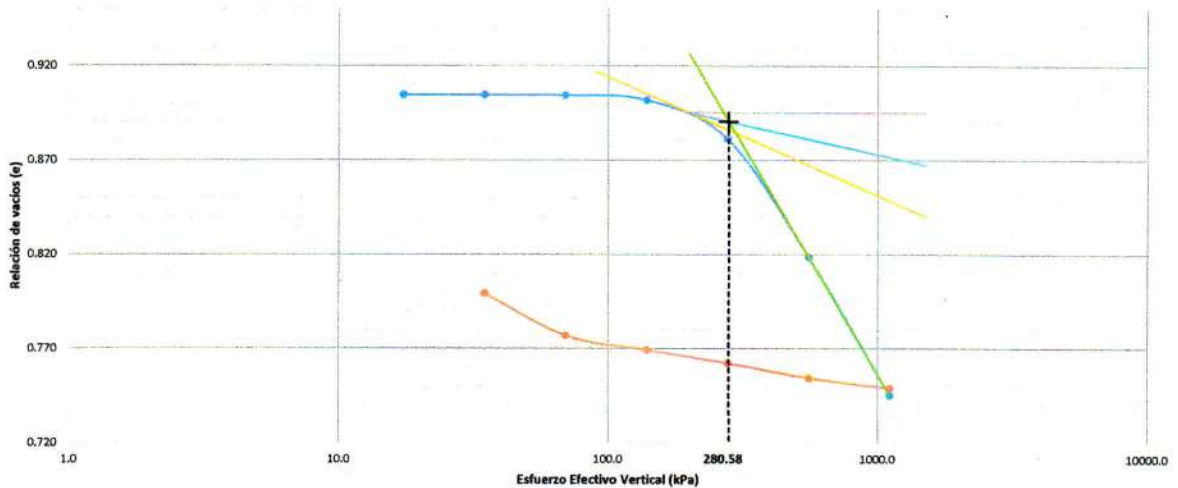
Densidad seca:	1.327 g/cm ³
Peso seco unitario:	13.01 KN/m ³
Volumen sólidos:	33.77 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	1.05 cm

Gs:	2.53
T90:	0.848
Volumen (cm ³)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.006	0.006	19.994	0.905	0.03%	59.91 min	0.000
34.7	0.006	0.006	0.000	19.994	0.905	0.00%	60.06 min	0.000
69.3	0.007	0.01	0.003	19.991	0.904	0.01%	154.50 min	0.000
138.8	0.010	0.036	0.026	19.965	0.902	0.13%	7.93 min	0.002
277.4	0.120	0.337	0.217	19.748	0.881	1.09%	0.72 min	0.020
555.0	0.345	1.004	0.659	19.089	0.818	3.30%	0.14 min	0.098
1109.9	1.033	1.801	0.768	18.321	0.745	3.84%	0.32 min	0.044

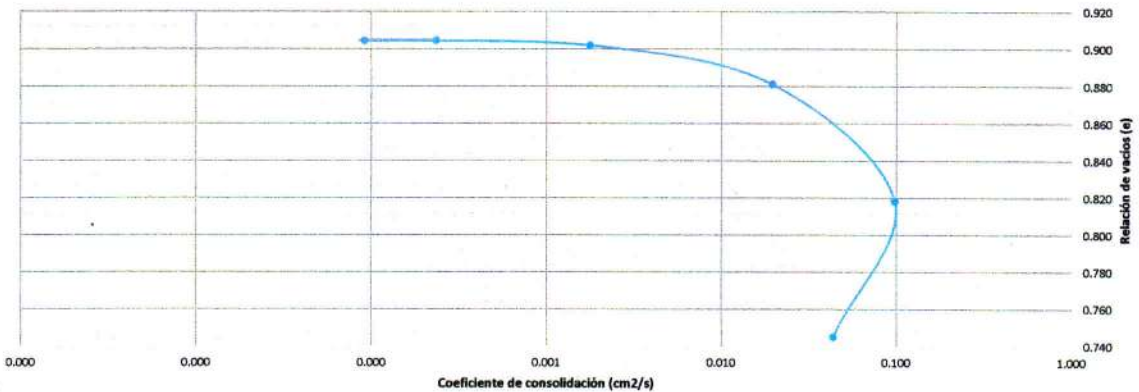
DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	1.801	1.762	-0.039	18.360	0.749	-0.20%	
555.0	1.762	1.706	-0.056	18.416	0.754	-0.28%	
277.4	1.706	1.622	-0.084	18.500	0.762	-0.42%	
138.8	1.621	1.549	-0.072	18.572	0.769	-0.36%	
69.3	1.548	1.467	-0.081	18.653	0.777	-0.41%	
34.7	1.467	1.231	-0.236	18.889	0.799	-1.18%	

Curva de compresibilidad



Presión de preconsolidación (Pc):	280.58 kPa	=	2.86 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.250		Índice de recompresión (Cr): 0.023

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189749

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-2 ALTERACIÓN 2		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 2	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel DF:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto de cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.250
Índice de recompresión (Cr):	0.023
Presión de preconsolidación:	2.86 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.905

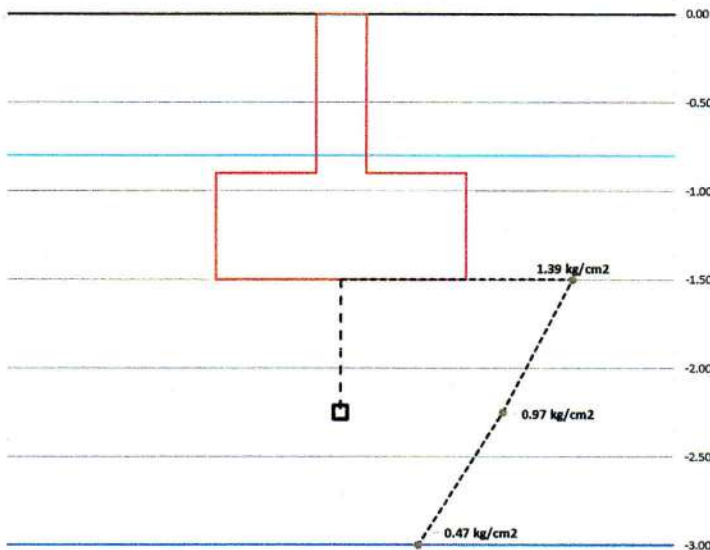
OCR:	7.53
------	------

Esesor de estrato (Hc):	2.20 m
-------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ _o
1	0.80 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.09 kg/cm ²
2	2.20 m	NO	1327.33 kg/m ³	0.29 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.380 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	nl	nl	lc	Δσ _o -qo*lc
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ _o prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA S _c (p):	14.8 mm
---	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	INGENIERO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

CALICATA N°3
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-3 NATURAL
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Calicata	Nº 3			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	84.4	152.9	152.1	129.8
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	402.7	454.0	455.4	437.4
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	318.1	373.1	373.9	355.0
Masa de muestra seca (g)	233.7	220.2	221.8	225.2
Masa del agua (g)	84.6	80.9	81.5	82.3
Contenido de humedad (%)	36.20%	36.74%	36.74%	36.56%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 36.56%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N.º 14026

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-3 E-1
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.09 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Calicata	3			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	84.1	84.4	74.7	81.1
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	473.2	452.8	511.1	479.0
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	370.4	355.7	396.7	374.3
Masa de muestra seca (g)	286.3	271.3	322.0	293.2
Masa del agua (g)	102.8	97.1	114.4	104.8
Contenido de humedad (%)	35.91%	35.79%	35.53%	35.74%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 35.74%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-3 E-2
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Calicata	3			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	71.4	83.7	84.1	79.7
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	470.1	460.7	616.7	515.8
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	364.5	359.3	476.3	400.0
Masa de muestra seca (g)	293.1	275.6	392.2	320.3
Masa del agua (g)	105.6	101.4	140.4	115.8
Contenido de humedad (%)	36.03%	36.79%	35.80%	36.21%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 36.21%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189799



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-3 NATURAL
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

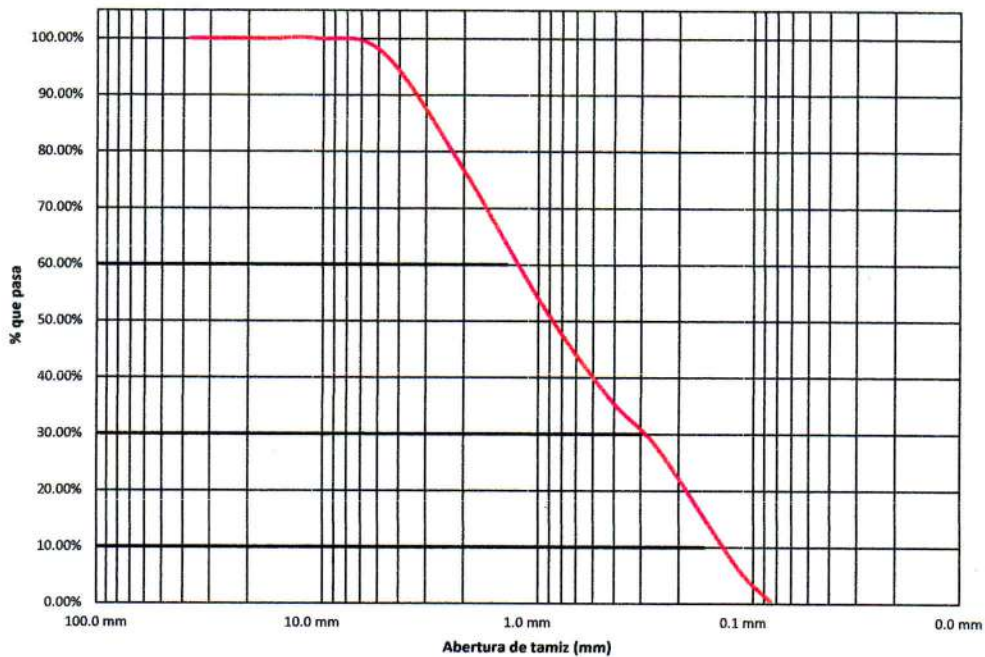
CALICATA:	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	08/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 1278.5 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	32.7 g	2.56%	2.56%	97.44%
No 10	2.0 mm	265.7 g	20.78%	23.34%	76.66%
No 20	0.84 mm	313.1 g	24.49%	47.83%	52.17%
No 40	0.42 mm	202.8 g	15.86%	63.69%	36.31%
No 60	0.25 mm	113.7 g	8.89%	72.59%	27.41%
No 140	0.106 mm	271.4 g	21.23%	93.81%	6.19%
No 200	0.075 mm	72.7 g	5.69%	99.50%	0.50%
Cozoleta		6.4 g	0.50%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	2.56%	% ARENA	96.94%	% FINOS	0.50%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.50%	Total de masa del suelo:	1278.5 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº4	97.44%		
Limite líquido	42.24%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.48
Índice de plasticidad	7.73%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	8.27
D10	0.152 mm		
D60	1.261 mm		
D30	0.305 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189753



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-3 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

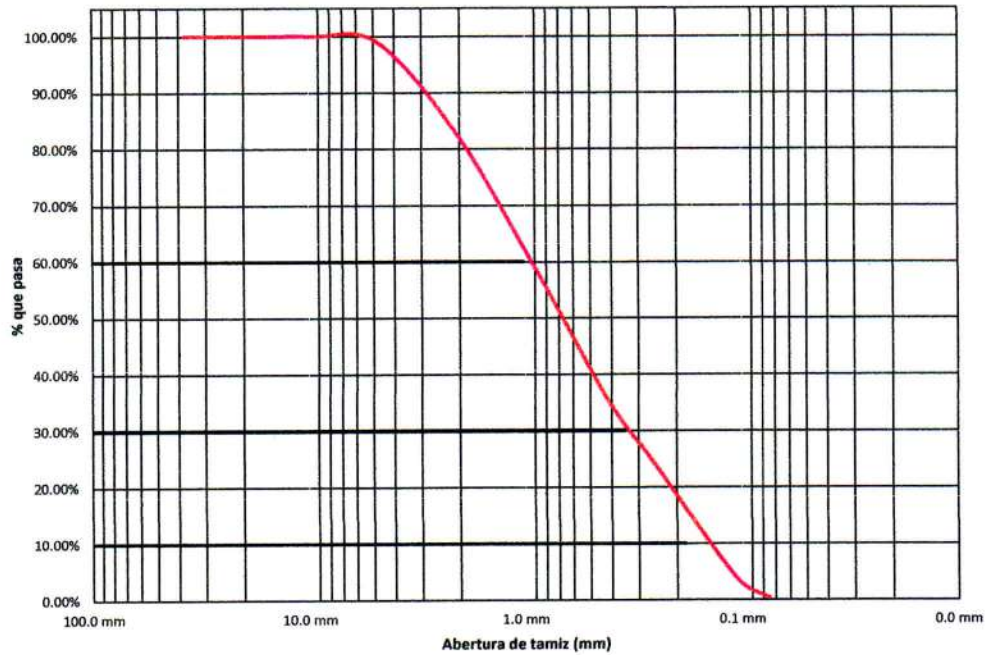
CALICATA:	N° 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 677.6 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	7.8 g	1.15%	1.15%	98.85%
No 10	2.0 mm	114.9 g	16.96%	18.11%	81.89%
No 20	0.84 mm	169.5 g	25.01%	43.12%	56.88%
No 40	0.42 mm	143.1 g	21.12%	64.24%	35.76%
No 60	0.25 mm	80.9 g	11.94%	76.18%	23.82%
No 140	0.106 mm	136.0 g	20.07%	96.25%	3.75%
No 200	0.075 mm	23.2 g	3.42%	99.68%	0.32%
Cozoleta		2.2 g	0.32%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.15%	% ARENA	98.52%	% FINOS	0.32%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.32%	Total de masa del suelo:	677.6 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.85%		
Límite líquido	42.13%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.65
Índice de plasticidad	2.53%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	5.54
D10	0.182 mm		
D60	1.010 mm		
D30	0.347 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 486153



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-3 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

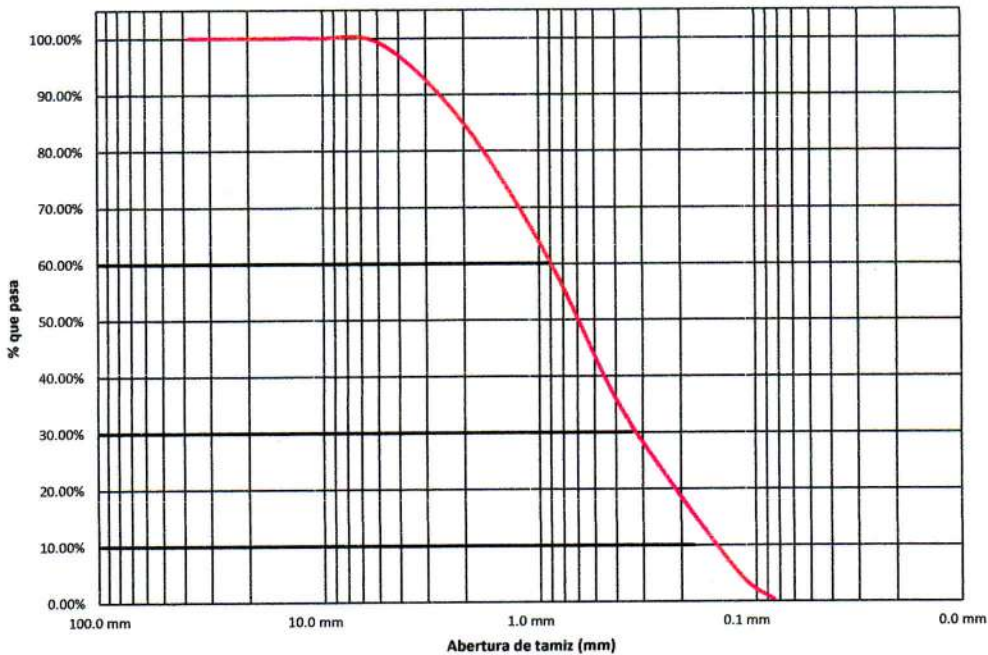
CALICATA:	N° 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 689.8 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	7.7 g	1.12%	1.12%	98.88%
No 10	2.0 mm	97.2 g	14.09%	15.21%	84.79%
No 20	0.84 mm	158.9 g	23.04%	38.24%	61.76%
No 40	0.42 mm	167.3 g	24.25%	62.50%	37.50%
No 60	0.25 mm	94.6 g	13.71%	76.21%	23.79%
No 140	0.106 mm	133.1 g	19.30%	95.51%	4.49%
No 200	0.075 mm	28.4 g	4.12%	99.62%	0.38%
Cozoleta		2.6 g	0.38%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.12%	% ARENA	98.51%	% FINOS	0.38%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.38%	Total de masa del suelo:	689.8 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.88%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.79
Limite líquido	41.34%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	4.66
Índice de plasticidad	11.21%		
D10	0.175 mm		
D60	0.816 mm		
D30	0.337 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-3 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

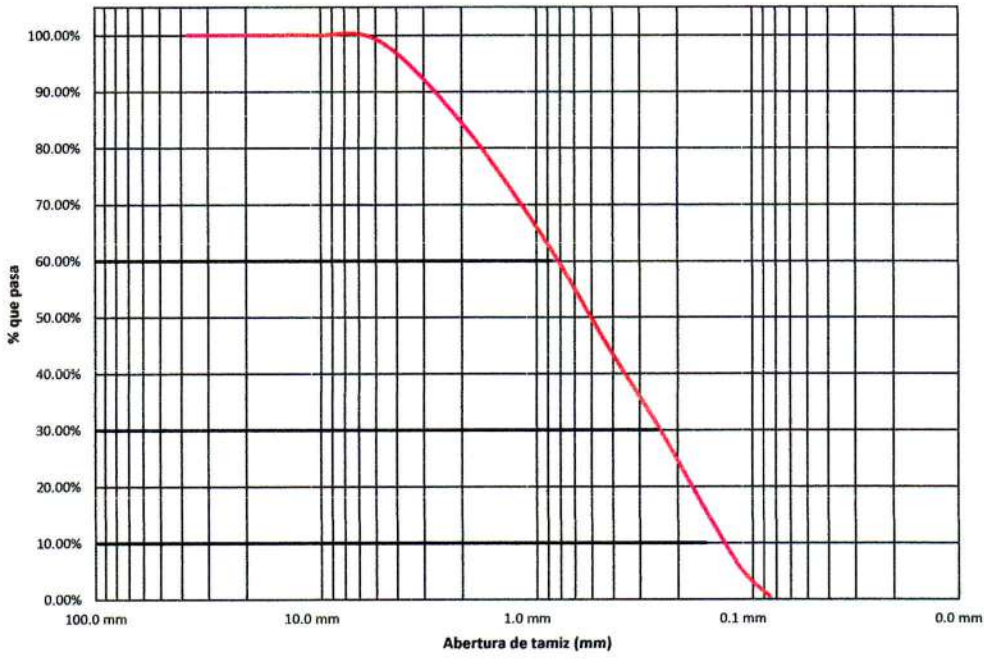
CALICATA:	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 633.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	7.1 g	1.12%	1.12%	98.88%
No 10	2.0 mm	91.2 g	14.41%	15.53%	84.47%
No 20	0.84 mm	127.9 g	20.21%	35.73%	64.27%
No 40	0.42 mm	123.7 g	19.54%	55.28%	44.72%
No 60	0.25 mm	86.8 g	13.71%	68.99%	31.01%
No 140	0.106 mm	156.8 g	24.77%	93.76%	6.24%
No 200	0.075 mm	36.8 g	5.81%	99.57%	0.43%
Cozoleta		2.7 g	0.43%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.12%	% ARENA	98.45%	% FINOS	0.43%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.43%	Total de masa del suelo:	633.0 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	98.88%		
Límite líquido	39.17%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.54
Índice de plasticidad	1.25%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	5.13
D10	0.148 mm		
D60	0.760 mm		
D30	0.247 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 196759

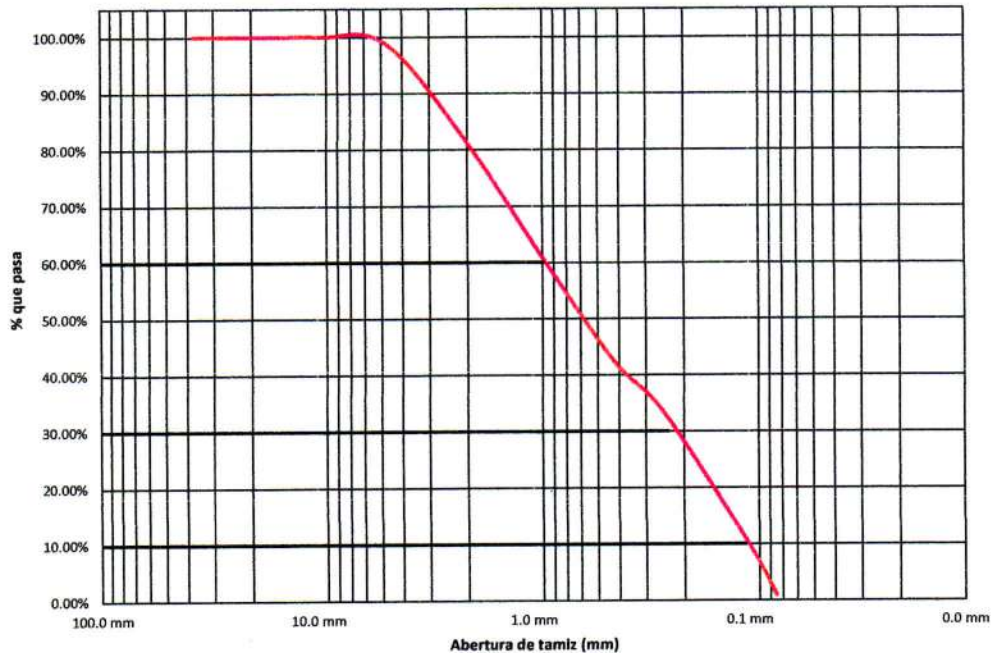
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL			C-3 E-1
NORMA		NTP 339.128			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 3	NÚMERO DE ESTRATOS	2	PROFUNDIDAD:	1.09 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	08/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 890.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	10.8 g	1.21%	1.21%	98.79%
No 10	2.0 mm	156.6 g	17.60%	18.81%	81.19%
No 20	0.84 mm	196.7 g	22.10%	40.91%	59.09%
No 40	0.42 mm	149.2 g	16.76%	57.67%	42.33%
No 60	0.25 mm	78.4 g	8.81%	66.48%	33.52%
No 140	0.106 mm	197.1 g	22.15%	88.63%	11.37%
No 200	0.075 mm	93.5 g	10.51%	99.13%	0.87%
Cozoleta		7.7 g	0.87%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.21%	% ARENA	97.92%	% FINOS	0.87%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.87%	Total de masa del suelo:	890.0 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.79%		
Límite líquido	51.40%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	7.40%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	8.58
D10	0.104 mm		
D60	0.896 mm		
D30	0.235 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO		
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 ASESOR CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N.º 18760



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-3 E-2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

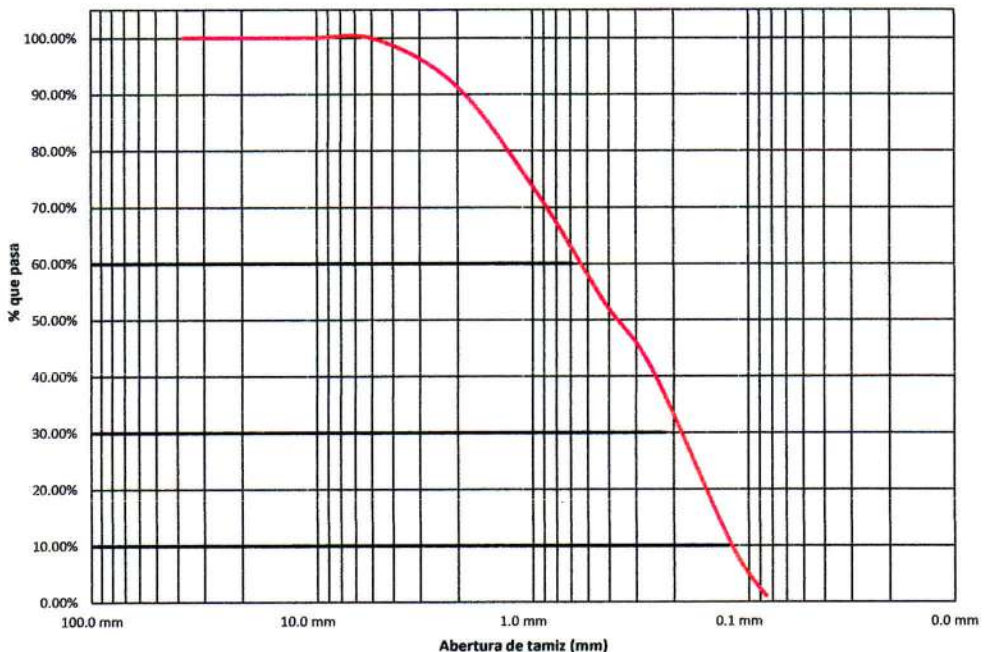
CALICATA: N° 3	NÚMERO DE ESTRATOS: 2	PROFUNDIDAD: 2.00 m
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	RESPONSABLES: César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025	REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 08/04/2025		

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 381.9
NORTE	9 295 199.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 972.2 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	2.6 g	0.27%	0.27%	99.73%
No 10	2.0 mm	82.6 g	8.50%	8.76%	91.24%
No 20	0.84 mm	187.1 g	19.25%	28.01%	71.99%
No 40	0.42 mm	183.1 g	18.83%	46.84%	53.16%
No 60	0.25 mm	118.2 g	12.16%	59.00%	41.00%
No 140	0.106 mm	307.8 g	31.66%	90.66%	9.34%
No 200	0.075 mm	81.1 g	8.34%	99.00%	1.00%
Cozoleta		9.7 g	1.00%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.27%	% ARENA	98.73%	% FINOS	1.00%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	1.00%	Total de masa del suelo:	972.2 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 4	99.73%		
Límite líquido	40.31%	$Cc = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.73
Índice de plasticidad	0.19%	$cu = D_{60} / D_{10} =$	5.22
D10	0.113 mm		
D60	0.588 mm		
D30	0.220 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	COMITÉ DE LABORATORIO	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

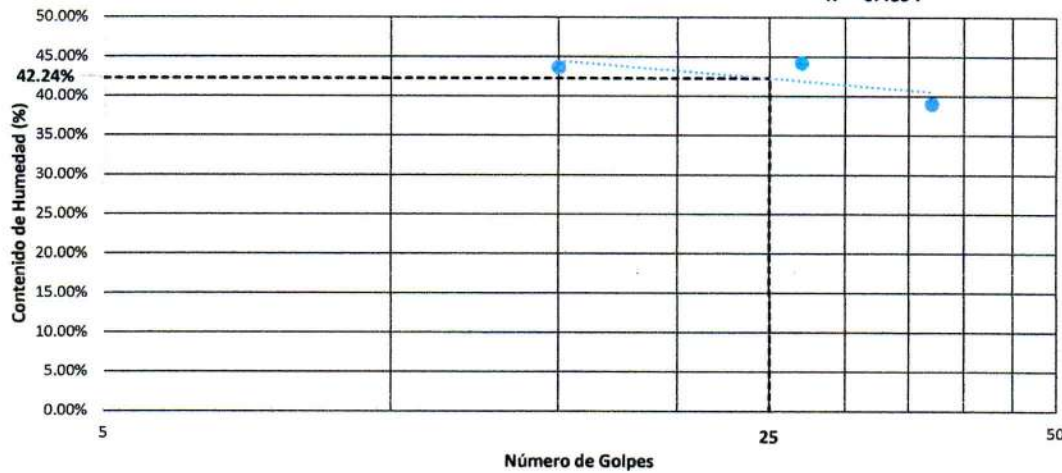
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	47.5	44.9	43.2
Masa tara + suelo seco (g)	44.4	42.6	41.6
Número de golpes	15	27	37
Masa de suelo seco (g)	7.1	5.2	4.1
Masa agua (g)	3.1	2.3	1.6
Humedad (%)	43.66%	44.23%	39.02%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.6	41.1	40.9
Masa tara + suelo seco (g)	39.8	40.1	40.0
Masa de suelo seco (g)	2.5	2.7	2.6
Masa agua (g)	0.8	1.0	0.9
Humedad (%)	32.00%	37.04%	34.52%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.0436 \ln(x) + 0.5628$
 $R^2 = 0.4894$



Límite líquido : 42.24%
 Límite Plástico : 34.52%
 Índice de Plasticidad : 7.73%

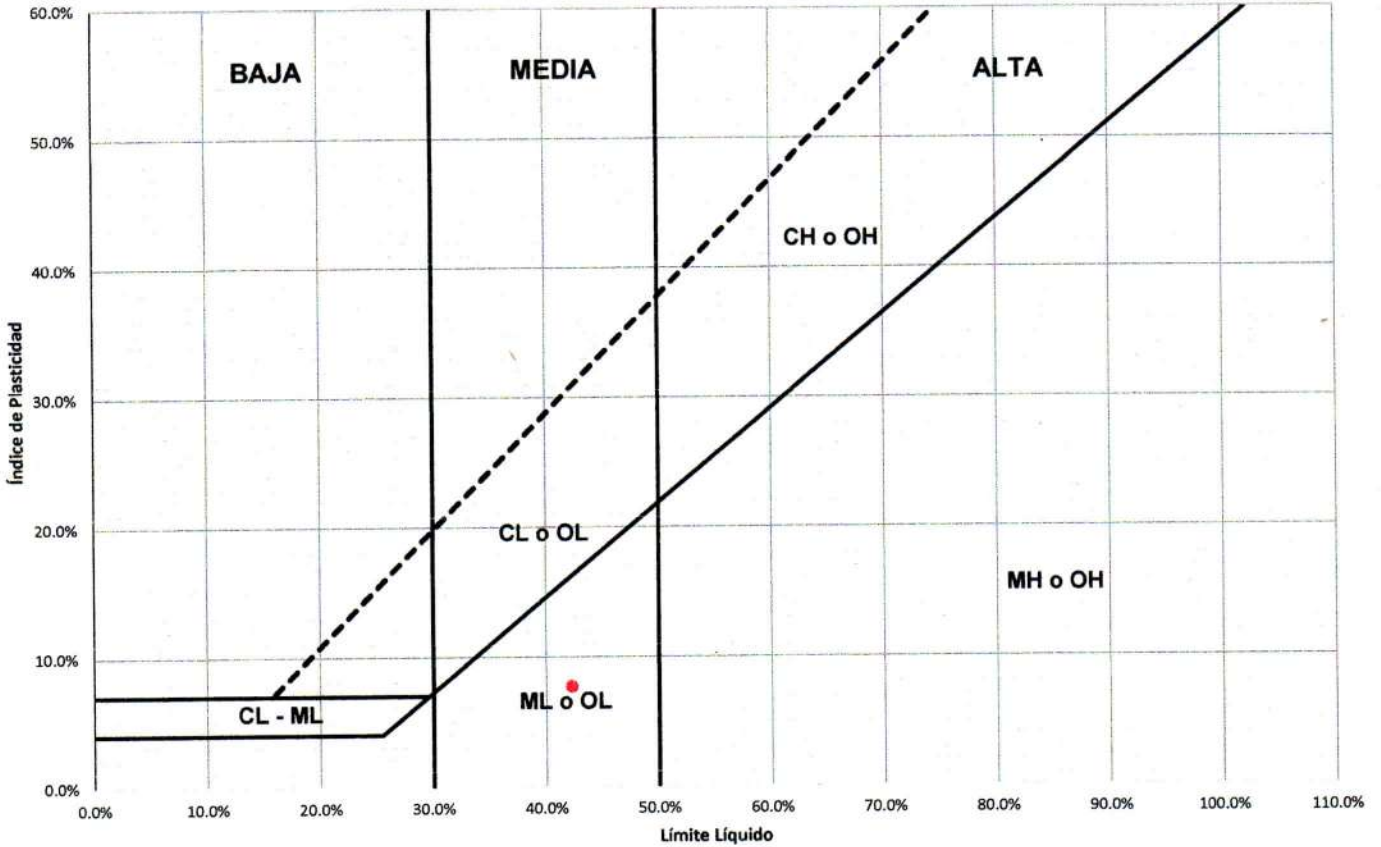
OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189765

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-3 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

LL	IP
42.24%	7.73%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 	 	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 ALTERACIÓN 1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:		
				1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:		César Yair Cruzado Tapia
				Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	15/04/2025		REVISADO POR:		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.5	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	47.4	46.3	46.3
Masa tara + suelo seco (g)	44.3	43.7	43.8
Número de golpes	13	27	37
Masa de suelo seco (g)	6.9	6.2	6.2
Masa agua (g)	3.1	2.6	2.5
Humedad (%)	44.93%	41.94%	40.32%

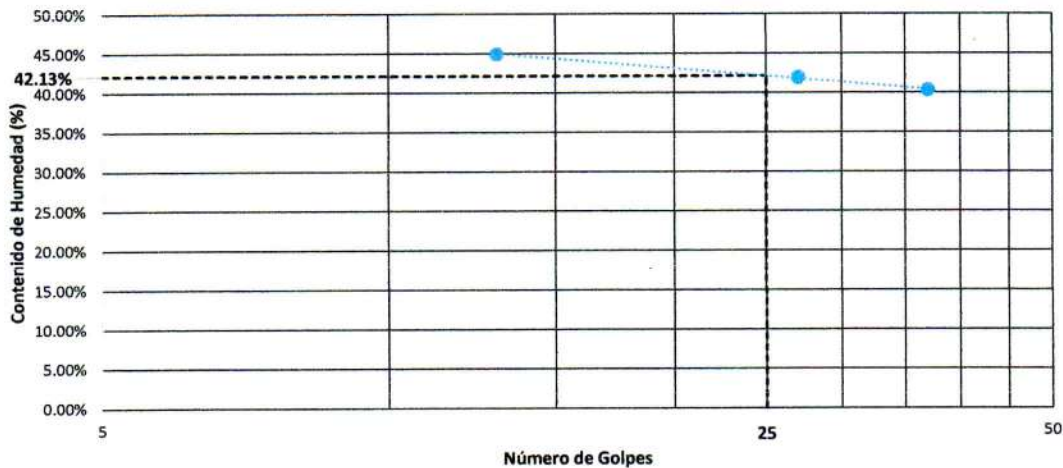
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.1	40.7	40.9
Masa tara + suelo seco (g)	40.1	39.7	39.9
Masa de suelo seco (g)	2.8	2.3	2.6
Masa agua (g)	1.0	1.0	1.0
Humedad (%)	35.71%	43.48%	39.60%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0435 \ln(x) + 0.5612$$

$$R^2 = 0.9970$$



Límite líquido : 42.13%

Límite Plástico : 39.60%

Índice de Plasticidad : 2.53%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CARRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189799



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 ALTERACIÓN 1

NORMA

NTP 339.129

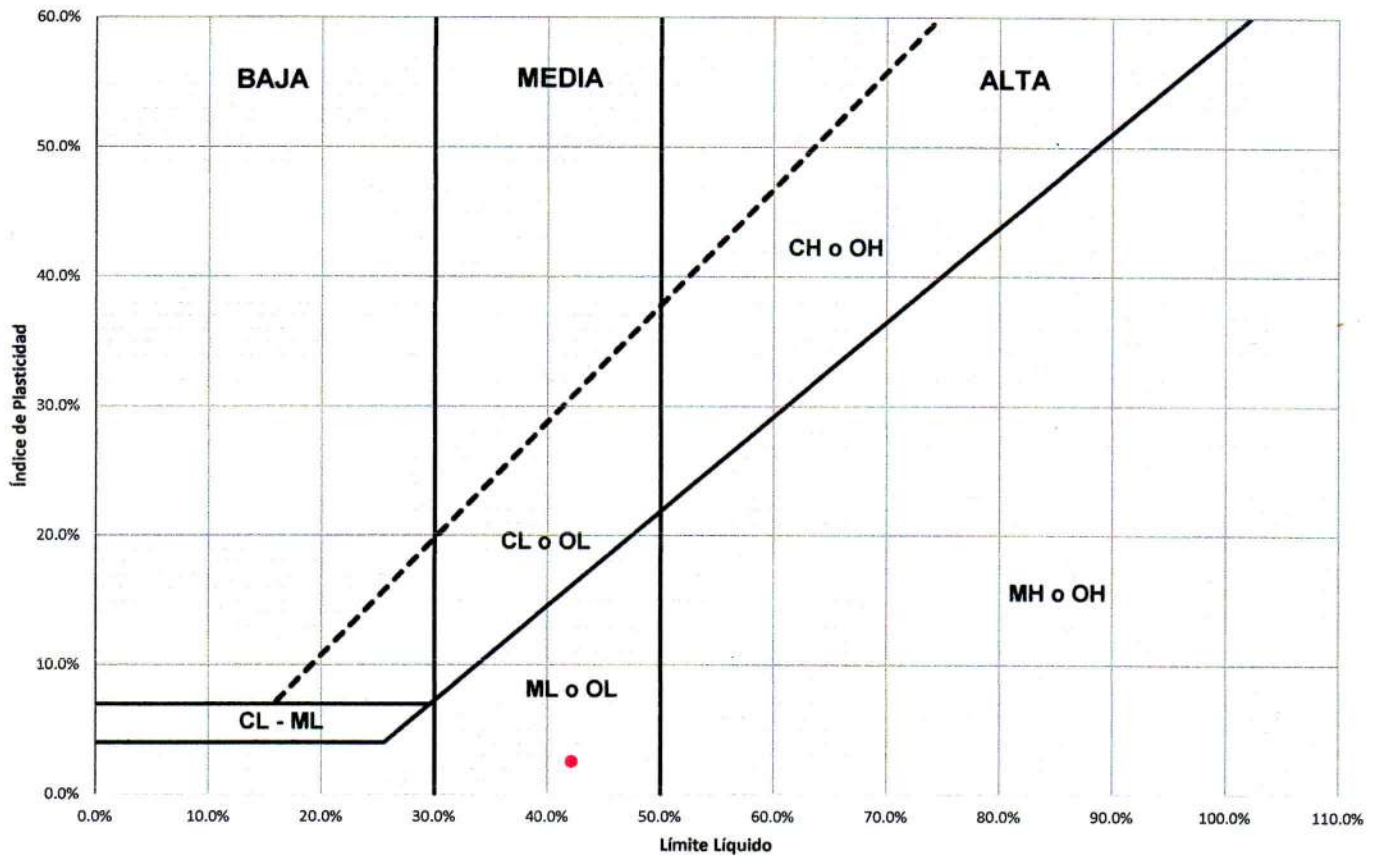
PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	15/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
42.13%	2.53%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA: N° 3	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025	RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 21/04/2025	REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.7	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	43.4	45.5	47.7
Masa tara + suelo seco (g)	41.5	43.1	44.9
Número de golpes	12	22	38
Masa de suelo seco (g)	4.1	5.4	7.6
Masa agua (g)	1.9	2.4	2.8
Humedad (%)	46.34%	44.44%	36.84%

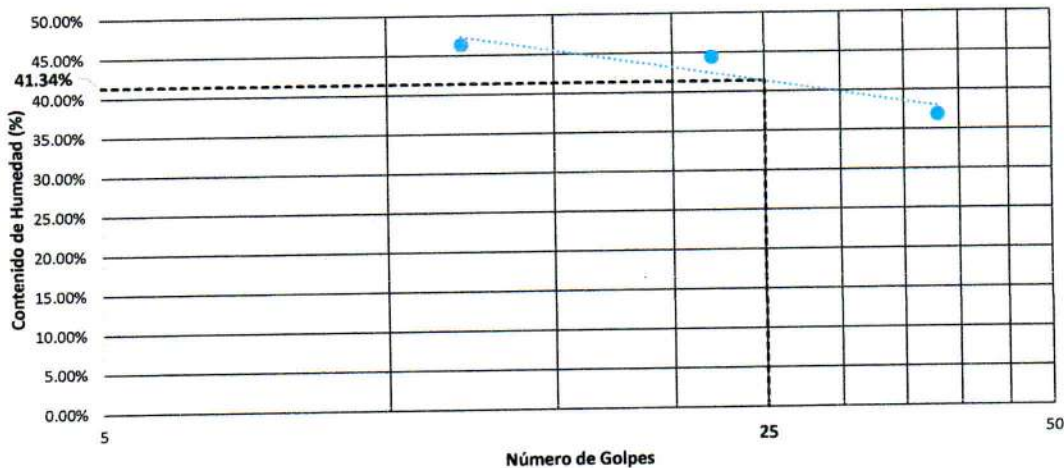
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.3	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.0	41.4	41.2
Masa tara + suelo seco (g)	40.1	40.5	40.3
Masa de suelo seco (g)	2.8	3.2	3.0
Masa agua (g)	0.9	0.9	0.9
Humedad (%)	32.14%	28.12%	30.13%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0815 \ln(x) + 0.6757$$

$$R^2 = 0.8735$$



Límite líquido : 41.34%

Límite Plástico : 30.13%

Índice de Plasticidad : 11.21%

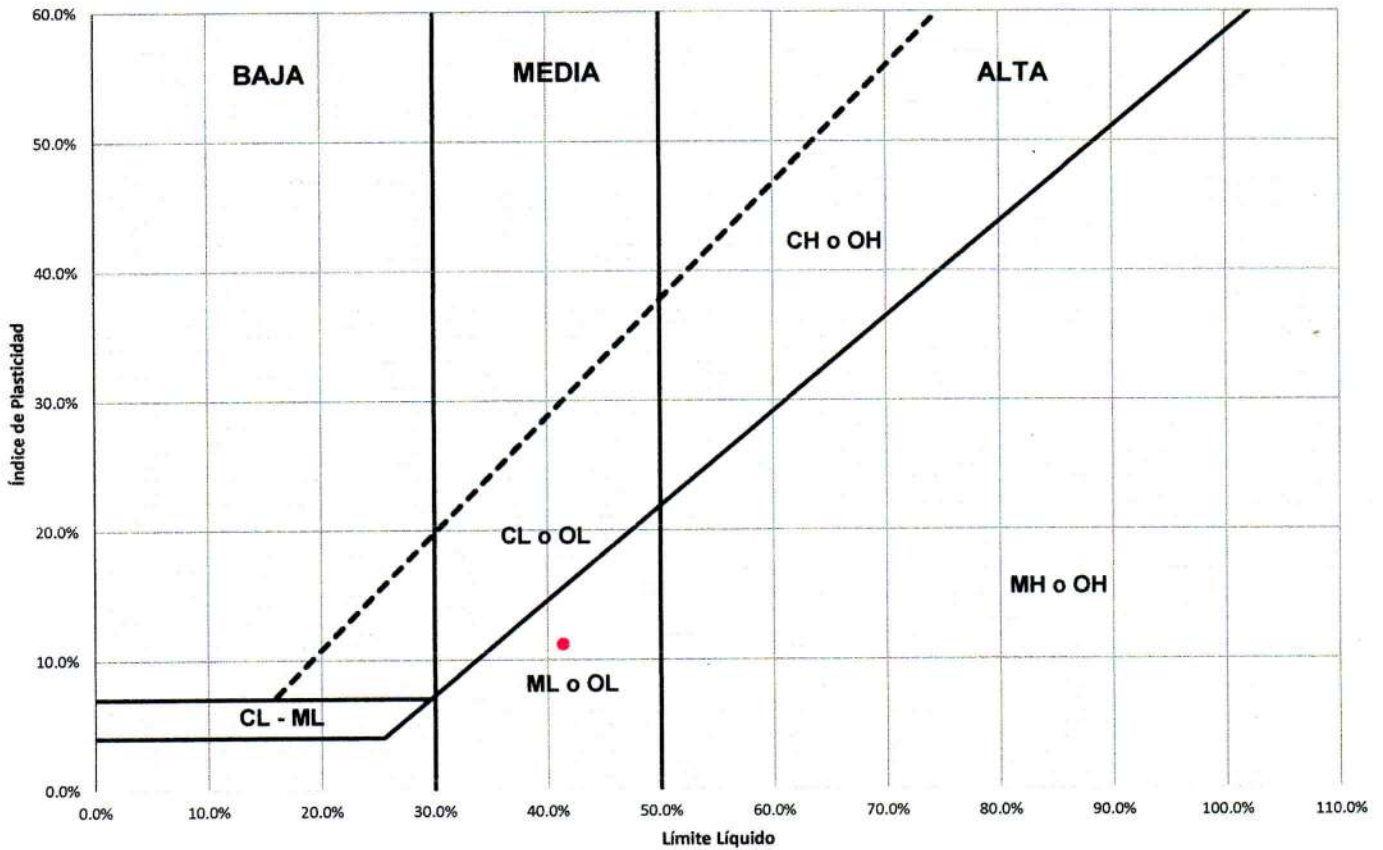
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-3 ALTERACIÓN 2
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 3	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
		Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO: 21/04/2025		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
41.34%	11.21%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

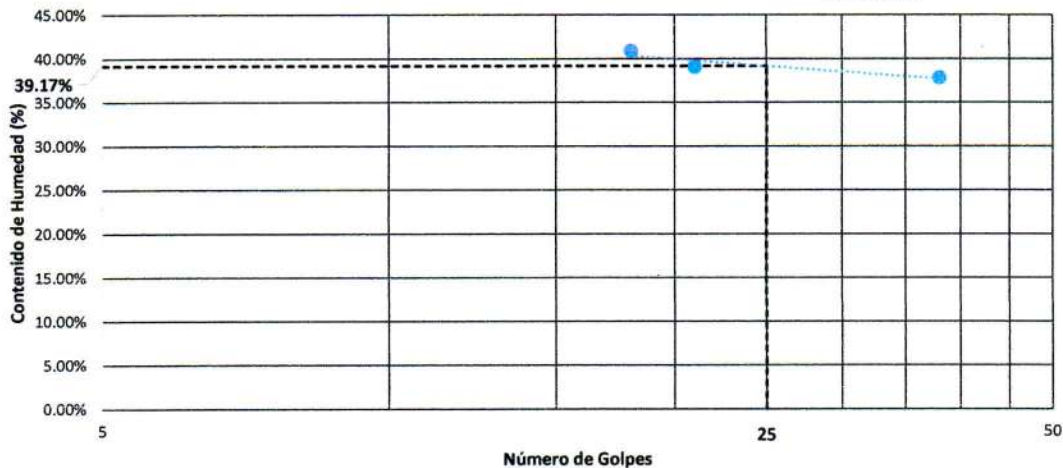
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.5	37.1
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.7	45.9	47.3
Masa tara + suelo seco (g)	44.0	43.5	44.5
Número de golpes	18	21	38
Masa de suelo seco (g)	6.6	6.0	7.4
Masa agua (g)	2.7	2.4	2.8
Humedad (%)	40.91%	39.07%	37.84%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.5	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.6	42.3	42.0
Masa tara + suelo seco (g)	40.4	41.0	40.7
Masa de suelo seco (g)	3.1	3.5	3.3
Masa agua (g)	1.2	1.3	1.3
Humedad (%)	38.71%	37.14%	37.93%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.0355 \ln(x) + 0.5058$
 $R^2 = 0.8190$



Límite Líquido : 39.17%

Límite Plástico : 37.93%

Índice de Plasticidad : 1.25%

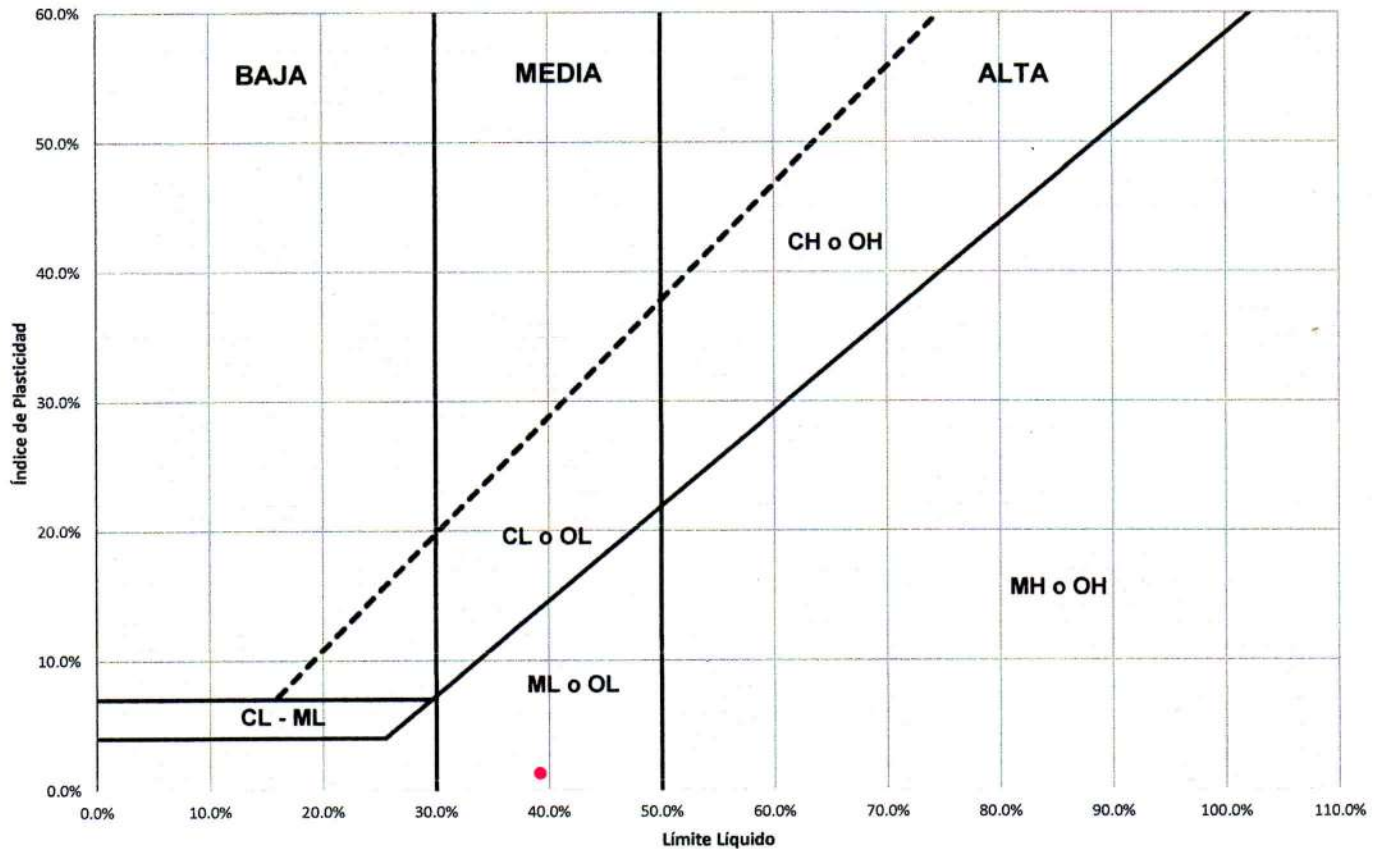
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TANIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-3 ALTERACIÓN 3
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 3	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 21/04/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
39.17%	1.25%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>INSTITUTO COLECCION DE INGENIEROS DEL PERU N° 18978</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 E-1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.09 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

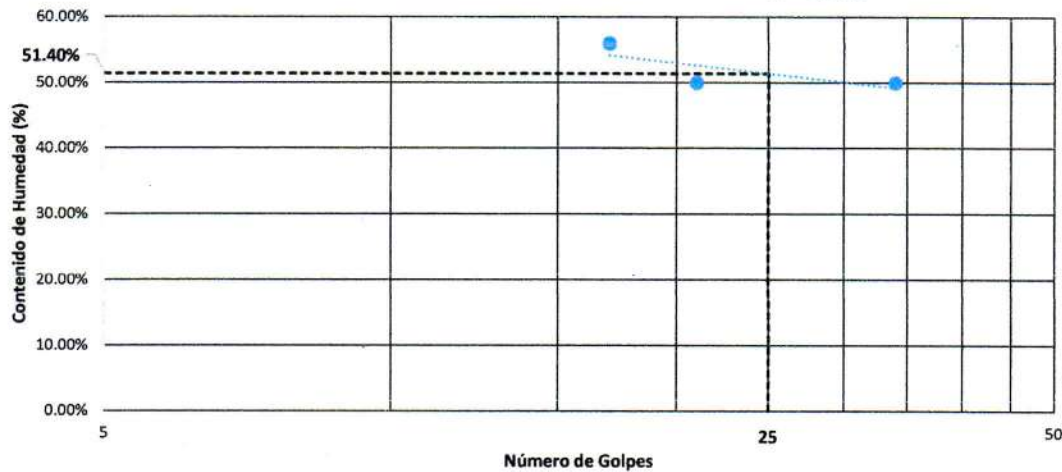
Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.0	37.1
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.1	44.8	45.8
Masa tara + suelo seco (g)	42.3	42.2	42.9
Número de golpes	17	21	34
Masa de suelo seco (g)	5.0	5.2	5.8
Masa agua (g)	2.8	2.6	2.9
Humedad (%)	56.00%	50.00%	50.00%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.5	37.3	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.1	40.9	41.0
Masa tara + suelo seco (g)	40.0	39.8	39.9
Masa de suelo seco (g)	2.5	2.5	2.5
Masa agua (g)	1.1	1.1	1.1
Humedad (%)	44.00%	44.00%	44.00%

LÍMITE LÍQUIDO

$y = -0.0717 \ln(x) + 0.7446$
 $R^2 = 0.5401$



Límite líquido : 51.40%

Límite Plástico : 44.00%

Índice de Plasticidad : 7.40%

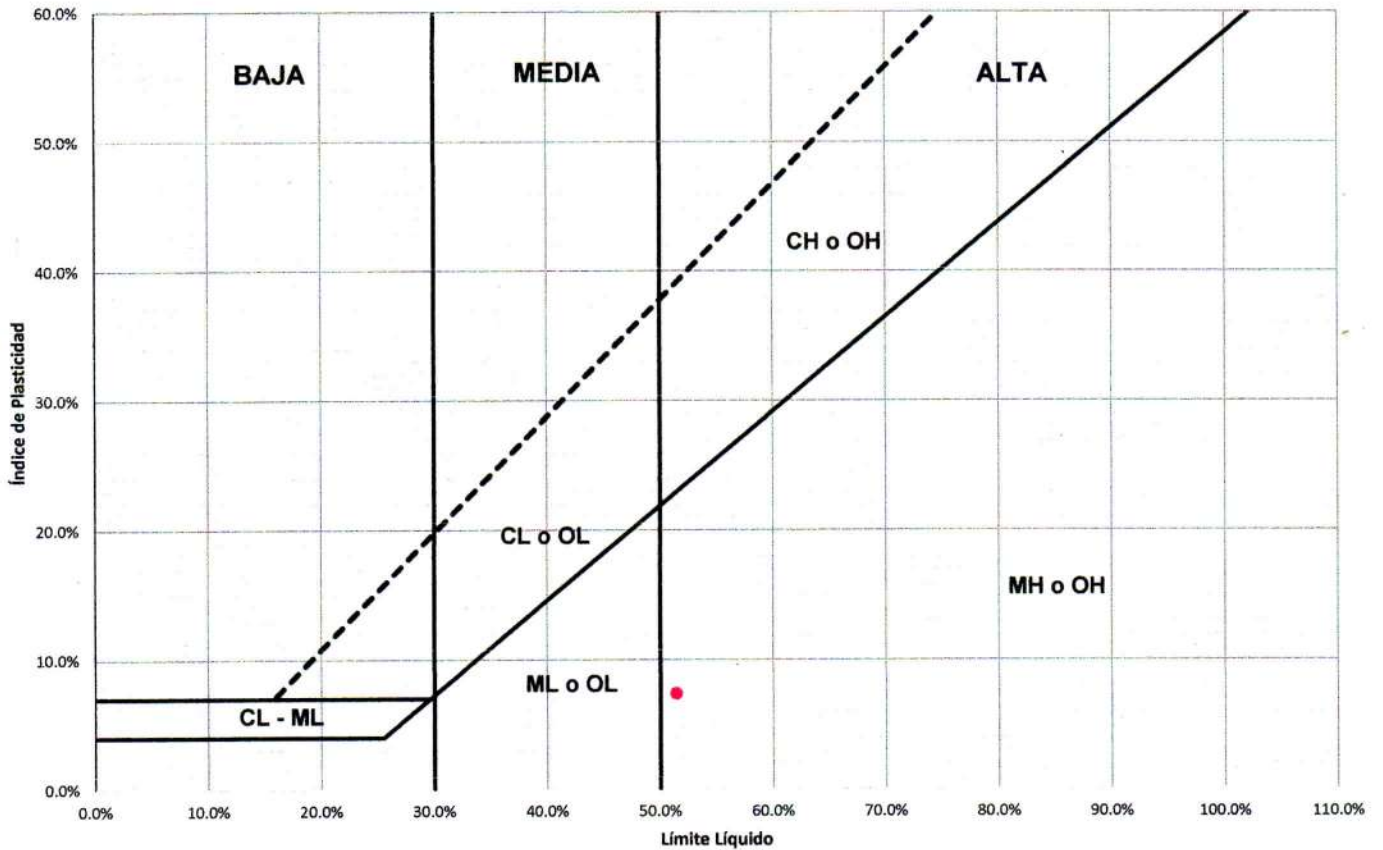
OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-3 E-1	
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.09 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
51.40%	7.40%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO		ASESOR	
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 10372	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-3 E-2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.6	37.5	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.0	46.5	45.7
Masa tara + suelo seco (g)	42.8	43.9	43.4
Número de golpes	17	28	38
Masa de suelo seco (g)	5.2	6.4	6.2
Masa agua (g)	2.2	2.6	2.3
Humedad (%)	42.31%	40.63%	37.10%

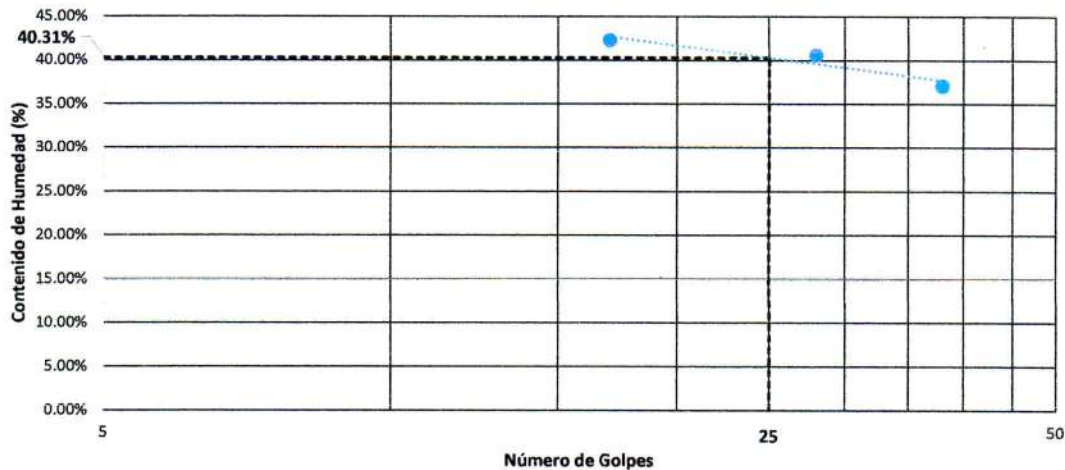
Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.7	37.4	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.4	41.4	41.4
Masa tara + suelo seco (g)	40.3	40.3	40.3
Masa de suelo seco (g)	2.6	2.9	2.8
Masa agua (g)	1.1	1.1	1.1
Humedad (%)	42.31%	37.93%	40.12%

LÍMITE LÍQUIDO

$$y = -0.0617 \ln(x) + 0.6019$$

$$R^2 = 0.8889$$



Límite líquido : 40.31%

Límite Plástico : 40.12%

Índice de Plasticidad : 0.19%

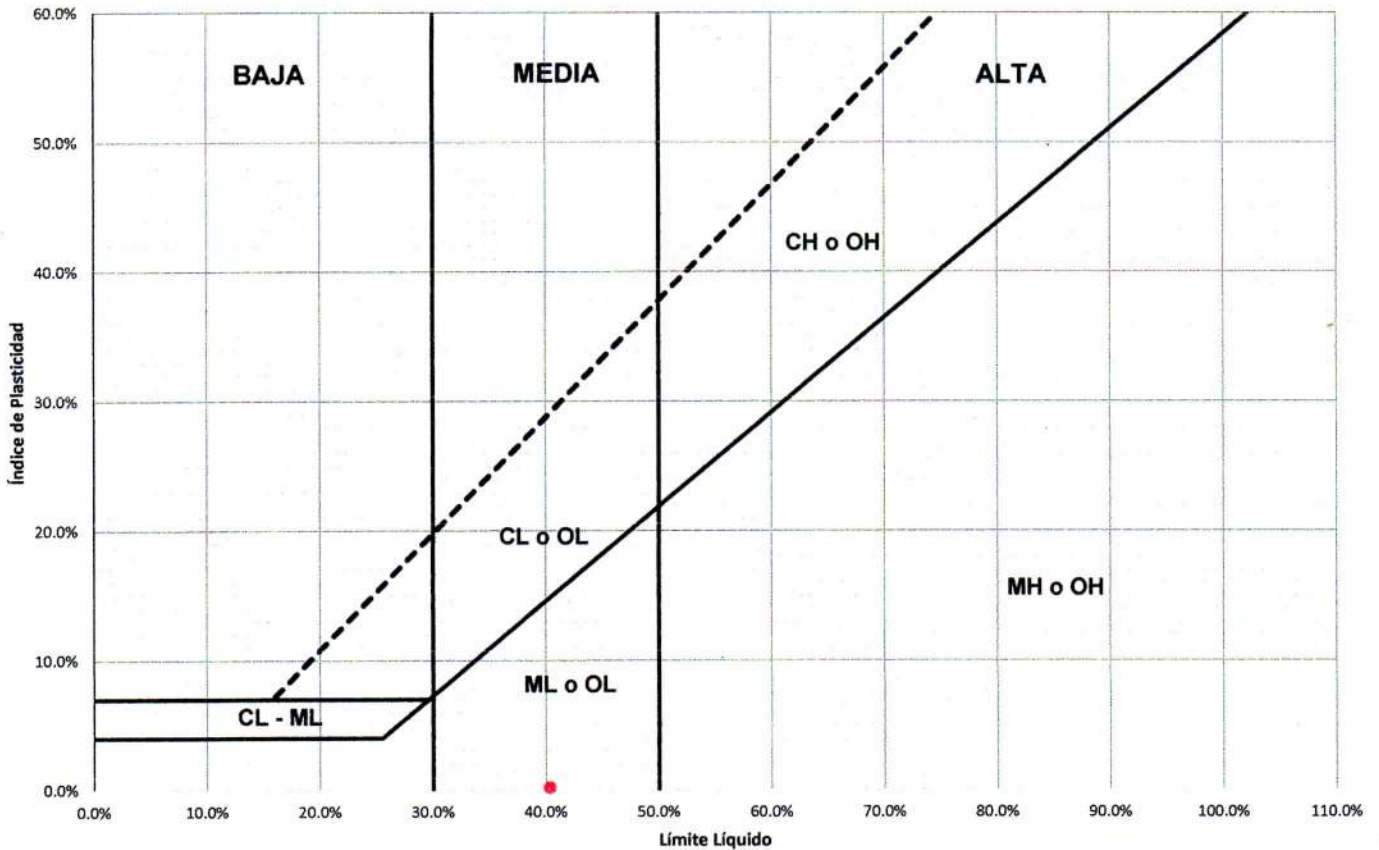
OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-3 E-2		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
40.31%	0.19%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO NACIONAL DE PROFESIONALES DEL PERÚ Nº 189795</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-3 NATURAL

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA: N° 3	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025	RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO: 23/04/2025	REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 3	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	30.2
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.3
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	387.9
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.85
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABREZA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186753



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-3 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA Nº 3	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	30.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.6
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	388.6
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.98
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 119759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-3 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 3	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	650.2
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	681.1
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.62
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CALDERÓN INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-3 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA Nº 3	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	634.1
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	667.3
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.98
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188759

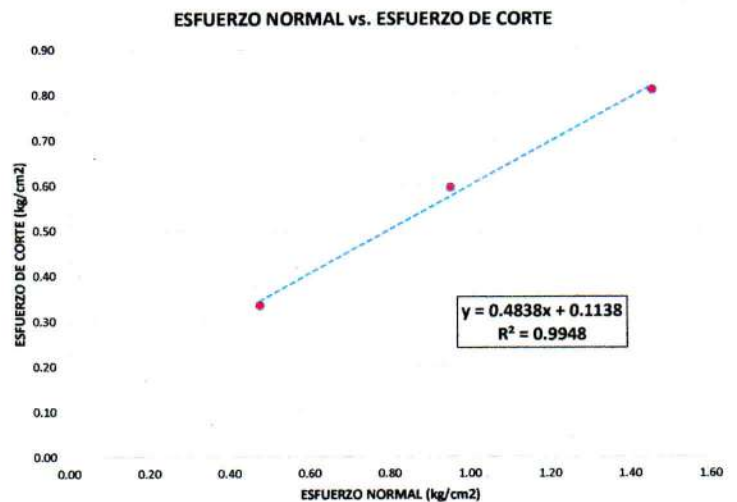
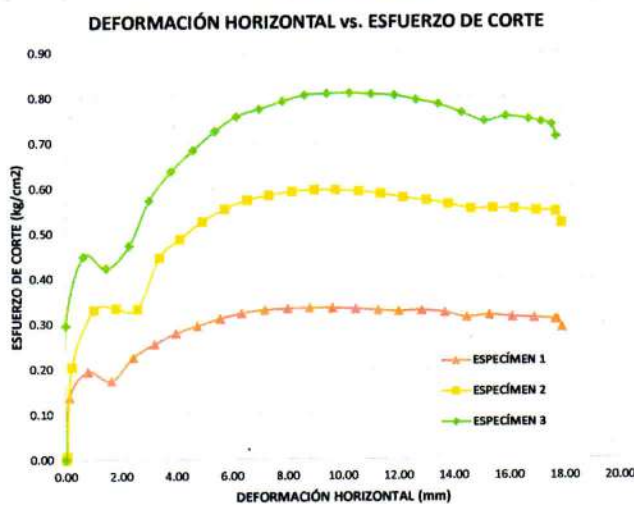
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-3 NATURAL
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	0.896	g/cm ³	Densidad seca:	0.978	g/cm ³	Densidad seca:	1.108	g/cm ³
Humedad fin.:	47.91	%	Humedad fin.:	45.31	%	Humedad fin.:	42.61	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.33	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.60	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.81	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.13	0.14	0.29
0.79	0.19	0.40
1.64	0.17	0.36
2.43	0.23	0.45
3.21	0.26	0.51
3.99	0.28	0.55
4.76	0.30	0.57
5.59	0.31	0.59
6.36	0.32	0.61
7.19	0.33	0.61
8.03	0.33	0.60
8.83	0.33	0.60
9.64	0.33	0.59
10.48	0.33	0.57
11.29	0.33	0.56
12.03	0.33	0.55
12.86	0.33	0.54
13.70	0.32	0.52
14.49	0.31	0.50
15.30	0.32	0.50
16.13	0.31	0.48
16.92	0.31	0.47
17.67	0.31	0.46
17.75	0.31	0.45
17.91	0.29	0.43

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.04	0.01	0.01
0.22	0.20	0.21
1.03	0.33	0.34
1.81	0.33	0.34
2.59	0.33	0.33
3.39	0.45	0.44
4.15	0.49	0.48
4.95	0.53	0.51
5.77	0.55	0.52
6.58	0.57	0.54
7.35	0.58	0.54
8.19	0.59	0.54
9.01	0.60	0.53
9.78	0.59	0.52
10.59	0.59	0.51
11.40	0.59	0.50
12.20	0.58	0.48
13.05	0.57	0.47
13.84	0.56	0.45
14.65	0.55	0.44
15.44	0.55	0.43
16.22	0.55	0.42
17.00	0.55	0.41
17.70	0.55	0.40
17.91	0.52	0.38

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.30	0.21
0.65	0.45	0.31
1.48	0.42	0.29
2.31	0.47	0.32
3.03	0.57	0.38
3.84	0.64	0.42
4.64	0.68	0.44
5.44	0.73	0.46
6.21	0.76	0.47
7.03	0.77	0.48
7.88	0.79	0.48
8.68	0.80	0.48
9.48	0.81	0.48
10.30	0.81	0.47
11.07	0.81	0.46
11.92	0.80	0.45
12.70	0.79	0.44
13.50	0.78	0.42
14.34	0.77	0.41
15.16	0.75	0.39
15.93	0.76	0.39
16.76	0.75	0.38
17.20	0.74	0.37
17.58	0.74	0.36
17.74	0.71	0.35



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.114 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 25.8 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLECCIÓN DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 175780

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-3 NATURAL
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	SP
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 0.994
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.114
 Ángulo de fricción (°): 25.8
 Ángulo de fricción modificado (°): 17.9

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

Cimentación corrida

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Circular

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$


Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	26.68	15.42
Nq:	13.90	5.98
Ny:	10.87	3.74

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	2.64	0.88
Cimentación Circular	2.58	0.86

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 148759

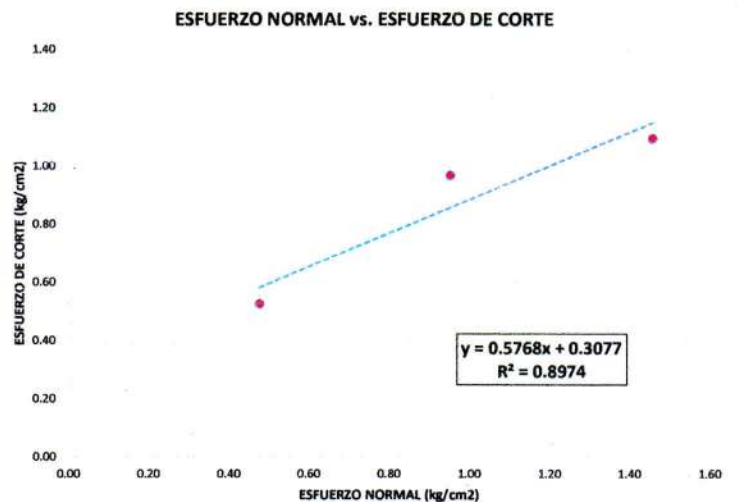
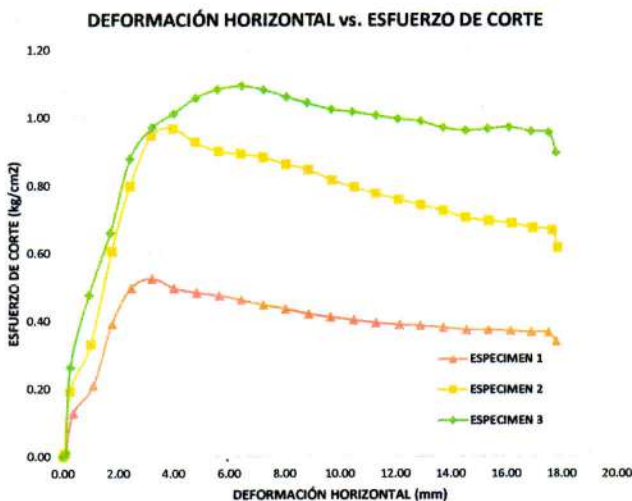
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-3 ALTERACIÓN 1
NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.285	g/cm ³	Densidad seca:	1.424	g/cm ³	Densidad seca:	1.326	g/cm ³
Humedad fin.:	34.70	%	Humedad fin.:	30.44	%	Humedad fin.:	32.04	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.53	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.97	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.09	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.08	0.01	0.02
0.37	0.13	0.27
1.10	0.21	0.43
1.77	0.39	0.80
2.47	0.50	1.00
3.22	0.53	1.04
4.02	0.50	0.97
4.84	0.48	0.93
5.65	0.48	0.90
6.43	0.46	0.87
7.23	0.45	0.83
8.04	0.44	0.79
8.88	0.42	0.75
9.67	0.41	0.73
10.49	0.40	0.70
11.29	0.40	0.67
12.15	0.39	0.65
12.91	0.39	0.64
13.74	0.38	0.62
14.56	0.37	0.59
15.36	0.37	0.58
16.16	0.37	0.57
16.90	0.37	0.55
17.53	0.37	0.54
17.80	0.34	0.50

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.01
0.25	0.19	0.20
1.00	0.33	0.34
1.75	0.61	0.62
2.42	0.80	0.80
3.21	0.95	0.94
3.98	0.97	0.95
4.78	0.93	0.90
5.62	0.90	0.86
6.42	0.89	0.84
7.22	0.88	0.81
8.07	0.86	0.78
8.87	0.85	0.76
9.72	0.82	0.72
10.51	0.80	0.69
11.28	0.78	0.66
12.11	0.76	0.63
12.92	0.74	0.61
13.72	0.73	0.59
14.53	0.71	0.56
15.36	0.70	0.54
16.19	0.69	0.53
16.94	0.68	0.51
17.65	0.67	0.49
17.85	0.62	0.45

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.10	0.01	0.01
0.27	0.26	0.18
0.94	0.48	0.33
1.71	0.66	0.45
2.43	0.88	0.59
3.24	0.97	0.64
4.01	1.01	0.66
4.80	1.06	0.68
5.60	1.08	0.69
6.46	1.09	0.68
7.25	1.08	0.67
8.08	1.06	0.64
8.83	1.04	0.62
9.70	1.03	0.60
10.46	1.02	0.59
11.31	1.01	0.57
12.09	1.00	0.56
12.93	0.99	0.54
13.73	0.97	0.52
14.54	0.96	0.51
15.33	0.97	0.50
16.11	0.97	0.50
16.90	0.96	0.48
17.54	0.96	0.47
17.80	0.90	0.44



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.308 kg/cm²
 Áng. Fricción(φ): 30.0 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	INGENIERO EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
	TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº. 18972

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-3 ALTERACIÓN 1	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm³): 1.345
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.308
 Ángulo de fricción (°): 30
 Ángulo de fricción modificado (°): 21.1

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	37.16	19.05
Nq:	22.46	8.35
Nγ:	19.69	5.74

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	7.24	2.41
Cimentación Circular	7.12	2.37

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	INSOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 109750

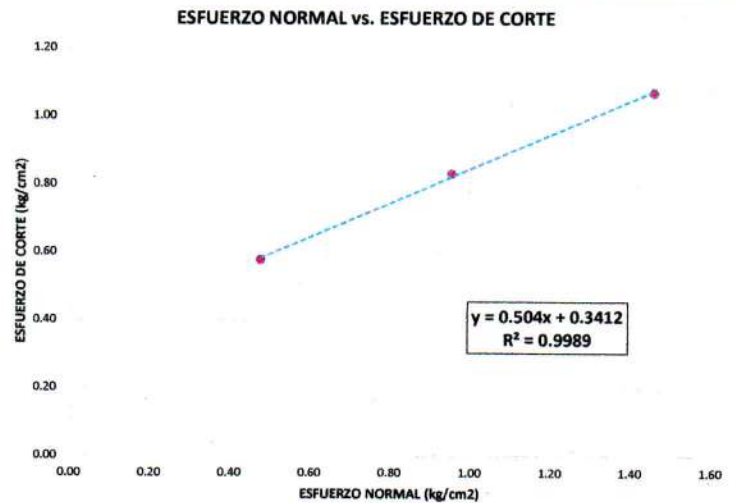
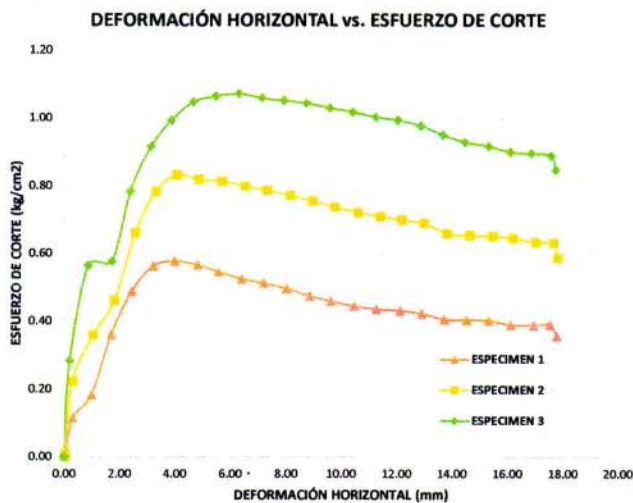
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-3 ALTERACIÓN 2
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.393	g/cm ³	Densidad seca:	1.353	g/cm ³	Densidad seca:	1.379	g/cm ³
Humedad fin.:	31.41	%	Humedad fin.:	31.11	%	Humedad fin.:	30.82	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.58	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.83	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.07	kg/cm ²

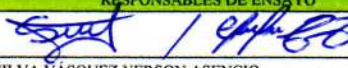
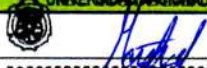

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.04	0.00	0.00
0.30	0.11	0.24
0.98	0.18	0.38
1.68	0.36	0.73
2.41	0.49	0.98
3.19	0.56	1.12
3.97	0.58	1.13
4.80	0.57	1.09
5.56	0.55	1.04
6.38	0.52	0.98
7.18	0.51	0.95
8.00	0.50	0.90
8.85	0.47	0.85
9.61	0.46	0.81
10.45	0.44	0.77
11.25	0.44	0.74
12.10	0.43	0.72
12.89	0.42	0.70
13.72	0.41	0.66
14.51	0.40	0.64
15.30	0.40	0.63
16.10	0.39	0.60
16.93	0.39	0.59
17.51	0.39	0.58
17.76	0.36	0.53

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.01
0.29	0.22	0.23
1.04	0.36	0.37
1.79	0.46	0.47
2.54	0.66	0.66
3.27	0.78	0.78
4.04	0.83	0.81
4.84	0.82	0.79
5.68	0.81	0.77
6.50	0.80	0.75
7.30	0.79	0.72
8.12	0.77	0.70
8.94	0.75	0.67
9.75	0.74	0.65
10.58	0.72	0.62
11.39	0.71	0.60
12.15	0.70	0.58
12.95	0.69	0.57
13.80	0.66	0.53
14.61	0.65	0.52
15.43	0.65	0.51
16.17	0.65	0.49
16.99	0.63	0.48
17.64	0.63	0.47
17.78	0.59	0.43

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
-0.03	0.01	0.01
0.19	0.28	0.20
0.84	0.56	0.39
1.70	0.58	0.39
2.36	0.78	0.53
3.10	0.92	0.61
3.85	0.99	0.65
4.64	1.05	0.68
5.45	1.06	0.68
6.27	1.07	0.67
7.10	1.06	0.65
7.90	1.05	0.64
8.72	1.04	0.62
9.56	1.03	0.60
10.38	1.02	0.59
11.22	1.00	0.57
12.02	0.99	0.56
12.84	0.98	0.54
13.65	0.95	0.51
14.43	0.93	0.49
15.29	0.92	0.48
16.07	0.90	0.46
16.83	0.90	0.45
17.54	0.89	0.44
17.71	0.85	0.42



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.341 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 26.7 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 118759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-3 ALTERACIÓN 2	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm ³):	1.375	Profundidad de Cimentación (Df):	1.50 m
Cohesión de suelo (kg/cm ²):	0.341	Ancho de Cimentación (B):	1.50 m
Ángulo de fricción (°):	26.7		
Ángulo de fricción modificado (°):	18.5		

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_y$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_y$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	28.57	16.03
N _q :	15.37	6.36
N _y :	12.31	4.05

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	6.38	2.13
Cimentación Circular	6.30	2.10

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186739

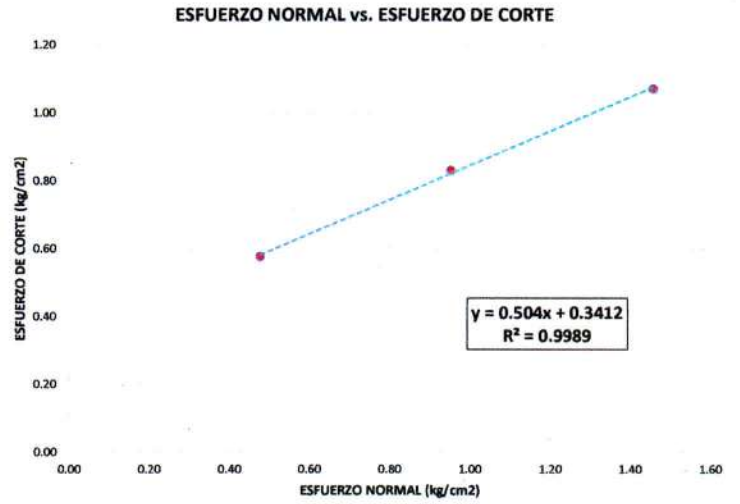
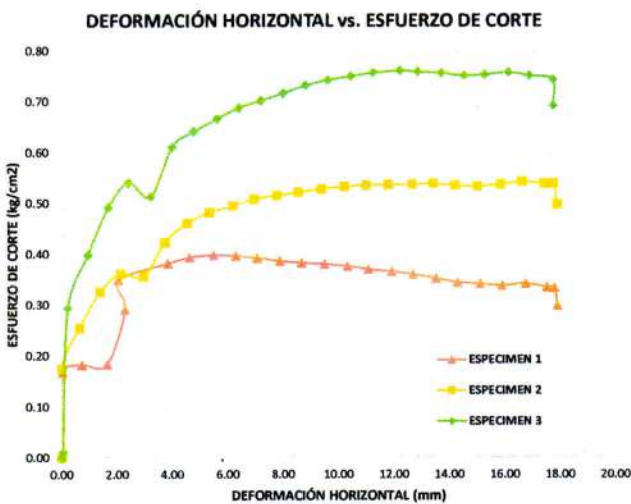
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-3 ALTERACIÓN 3
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.414	g/cm ³	Densidad seca:	1.456	g/cm ³	Densidad seca:	1.272	g/cm ³
Humedad fin.:	30.75	%	Humedad fin.:	29.58	%	Humedad fin.:	29.91	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.40	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.54	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.76	kg/cm ²




Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.02	0.17	0.35
0.73	0.18	0.38
1.64	0.18	0.37
2.29	0.29	0.59
2.05	0.35	0.71
3.84	0.38	0.75
4.63	0.39	0.76
5.49	0.40	0.76
6.29	0.40	0.74
7.05	0.39	0.73
7.88	0.39	0.70
8.67	0.38	0.69
9.49	0.38	0.67
10.33	0.38	0.65
11.08	0.37	0.63
11.93	0.37	0.61
12.69	0.36	0.60
13.52	0.35	0.57
14.29	0.34	0.55
15.11	0.34	0.54
15.90	0.34	0.52
16.75	0.34	0.52
17.51	0.33	0.50
17.79	0.33	0.49
17.91	0.30	0.44

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.17	0.18
0.65	0.25	0.26
1.38	0.33	0.33
2.13	0.36	0.37
2.97	0.36	0.36
3.73	0.42	0.42
4.54	0.46	0.45
5.33	0.48	0.46
6.18	0.50	0.47
6.95	0.51	0.47
7.78	0.52	0.47
8.56	0.52	0.47
9.38	0.53	0.47
10.21	0.53	0.46
10.99	0.54	0.46
11.79	0.54	0.45
12.65	0.54	0.44
13.41	0.54	0.44
14.20	0.54	0.43
15.01	0.53	0.42
15.84	0.54	0.41
16.62	0.54	0.41
17.43	0.54	0.40
17.76	0.54	0.40
17.89	0.50	0.37

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.01
0.23	0.29	0.20
0.95	0.40	0.27
1.69	0.49	0.33
2.41	0.54	0.36
3.23	0.51	0.34
4.00	0.61	0.40
4.79	0.64	0.41
5.62	0.67	0.42
6.41	0.69	0.43
7.20	0.70	0.43
8.01	0.72	0.43
8.83	0.73	0.44
9.61	0.74	0.44
10.45	0.75	0.43
11.25	0.76	0.43
12.22	0.76	0.42
12.87	0.76	0.42
13.72	0.76	0.41
14.54	0.75	0.40
15.28	0.75	0.39
16.13	0.76	0.39
16.89	0.75	0.38
17.75	0.74	0.37
17.76	0.69	0.34



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.211 kg/cm²
 Áng. Fricción(φ): 20.3 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO		ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 199750
 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-3 ALTERACIÓN 3
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	09/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.381
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.211
 Ángulo de fricción (°): 20.3
 Ángulo de fricción modificado (°): 13.9

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

Cimentación corrida

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$$

Cimentación Circular

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	18.05	12.04
N _q :	7.68	3.98
N _γ :	5.16	2.18

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	3.21	1.07
Cimentación Circular	3.16	1.05

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

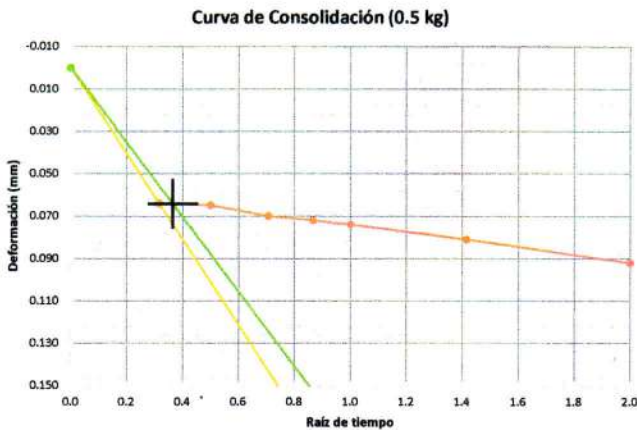
RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO						
	ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL			C-3 NATURAL	
	NORMA		NTP 339.154				
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP		
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m		
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez		
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		

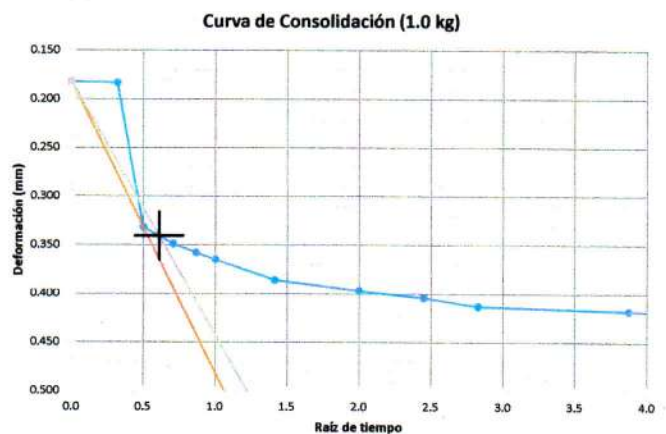
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	C - Nº 3 - CARGA						
		kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
		0.5	1	2	4	8	16	32
		kg/cm2						
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm2						
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.182	0.817	1.177	1.962	2.975	3.855
0.1	0.32	0.064	0.183	0.922	1.489	2.250	3.369	4.366
0.25	0.50	0.065	0.332	0.959	1.658	2.580	3.483	4.528
0.5	0.71	0.070	0.349	1.009	1.718	2.585	3.572	4.620
0.75	0.87	0.072	0.358	1.020	1.744	2.630	3.622	4.644
1	1.00	0.074	0.365	1.028	1.763	2.656	3.640	4.659
2	1.41	0.081	0.386	1.055	1.816	2.707	3.681	4.714
4	2.00	0.092	0.397	1.072	1.837	2.730	3.697	4.733
6	2.45	0.096	0.404	1.079	1.851	2.738	3.708	4.742
8	2.83	0.105	0.413	1.084	1.859	2.745	3.721	4.747
15	3.87	0.117	0.418	1.095	1.881	2.762	3.742	4.767
30	5.48	0.125	0.428	1.113	1.900	2.788	3.767	4.801
45	6.71	0.130	0.437	1.116	1.909	2.806	3.783	4.808
60	7.75	0.135	0.442	1.125	1.920	2.815	3.788	4.819
120	10.95	0.139	0.454	1.141	1.939	2.841	3.804	4.847
180	13.42	0.173	0.461	1.154	1.951	2.857	3.815	4.860
240	15.49	0.181	0.467	1.166	1.961	2.862	3.829	4.869

DESCARGA (mm)		
	Incio	Final
32 a 16	4.87	4.802
16 a 8	4.801	4.667
8 a 4	4.665	4.520
4 a 2	4.518	4.350
2 a 1	4.311	4.177
1 a 0	4.101	3.595

	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	96.5	97.2
Masa muestra seca (g)	-	67.4
Altura (mm)	20.0	1.679
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.85	



t90: 0.13 min

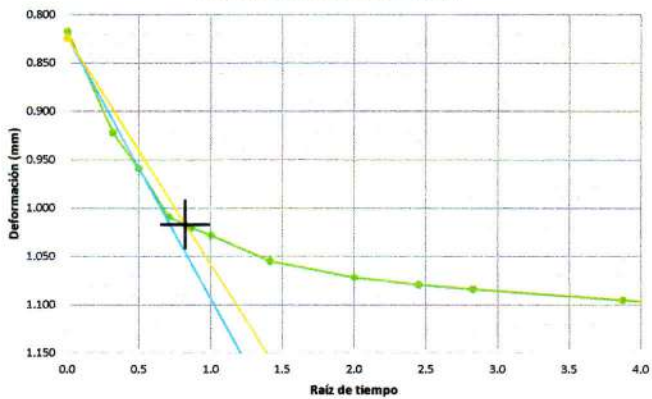


t90: 0.37 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189750

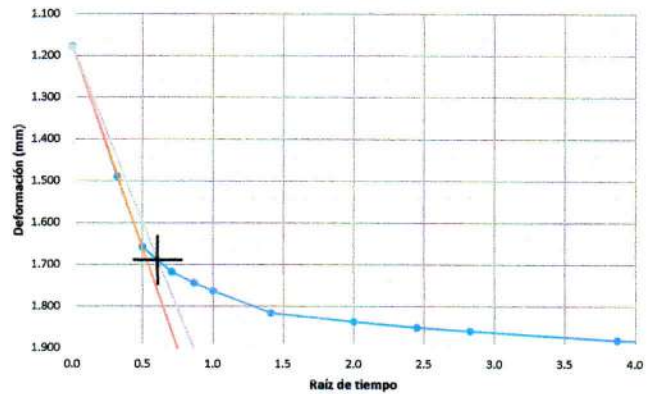
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-3 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Curva de Consolidación (2.0 kg)



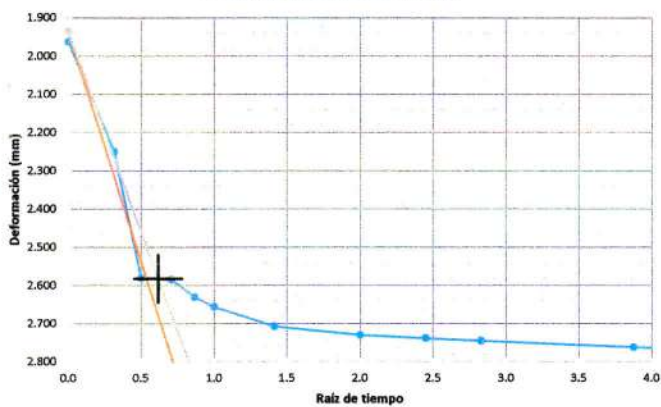
t90: 0.68 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



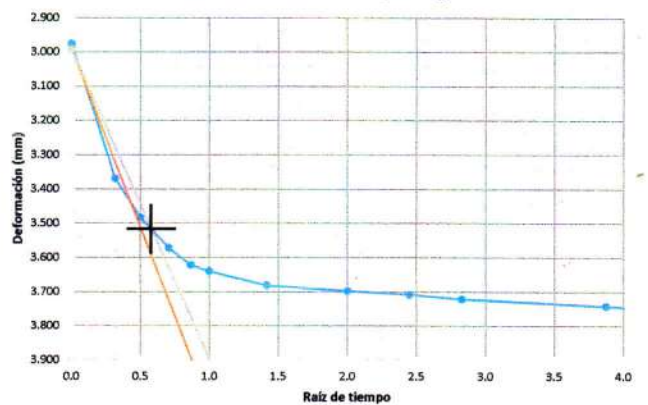
t90: 0.37 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



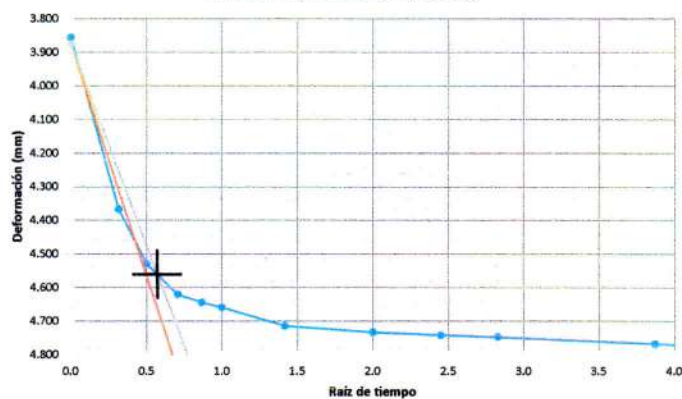
t90: 0.38 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 0.34 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.33 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO		
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABREAZA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-3 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.679
Humedad	43.18%	44.21%
Relación de vacíos (e)	1.721	1.284
Saturación	71.51%	98.16%

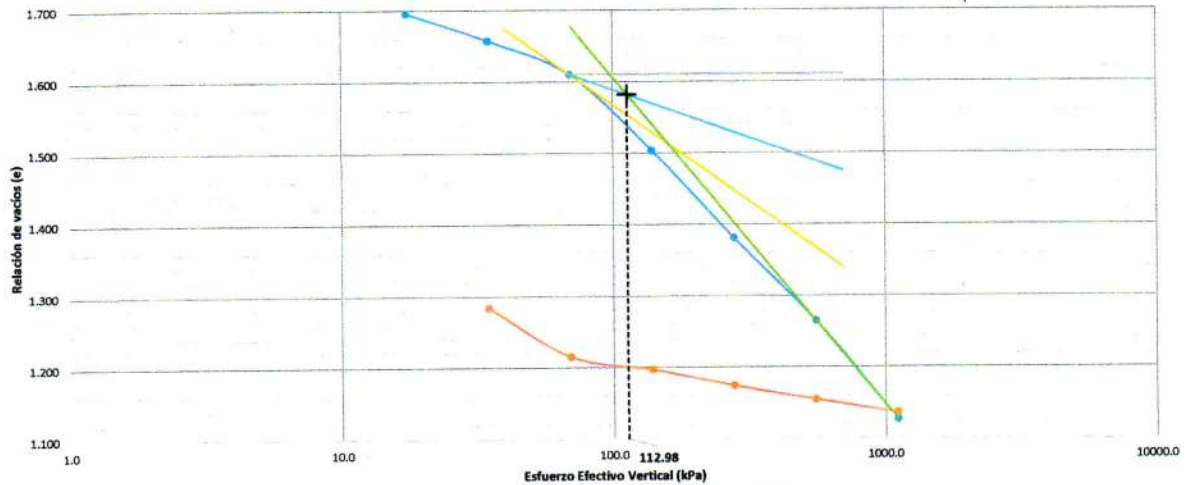
Densidad seca:	1.048 g/cm ³
Peso seco unitario:	10.27 KN/m ³
Volumen sólidos:	23.65 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.74 cm

Gs:	2.85
T90:	0.848
Volumen (cm ³)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.181	0.181	19.819	1.696	0.91%	0.13 min	0.106
34.7	0.182	0.467	0.285	19.534	1.657	1.43%	0.37 min	0.038
69.3	0.817	1.166	0.349	19.185	1.610	1.75%	0.68 min	0.021
138.8	1.177	1.961	0.784	18.401	1.503	3.92%	0.37 min	0.038
277.4	1.962	2.862	0.900	17.501	1.381	4.50%	0.38 min	0.037
555.0	2.975	3.829	0.854	16.647	1.265	4.27%	0.34 min	0.042
1109.9	3.855	4.869	1.014	15.633	1.127	5.07%	0.33 min	0.043

DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	4.87	4.802	-0.068	15.701	1.136	-0.34%	
555.0	4.801	4.667	-0.134	15.835	1.154	-0.67%	
277.4	4.665	4.520	-0.145	15.980	1.174	-0.72%	
138.8	4.518	4.350	-0.168	16.148	1.197	-0.84%	
69.3	4.311	4.177	-0.134	16.282	1.215	-0.67%	
34.7	4.101	3.595	-0.506	16.788	1.284	-2.53%	

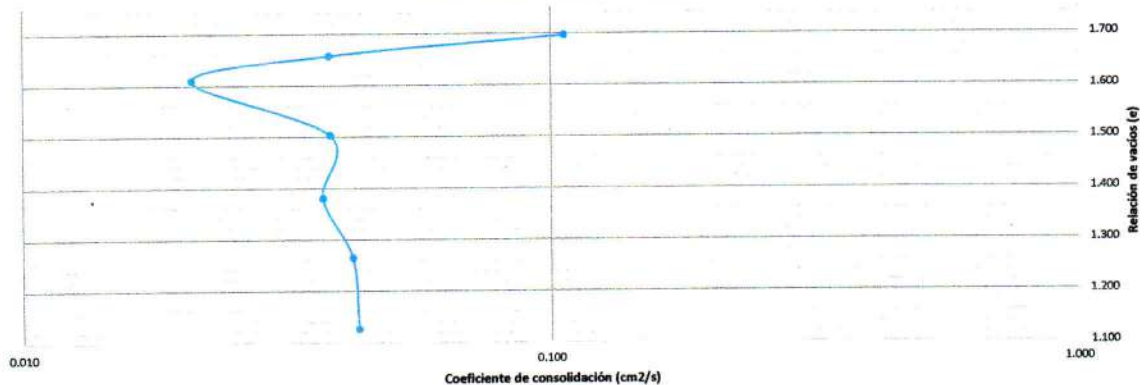
Curva de compresibilidad



Presión de preconsolidación (Pc):	112.98 kPa
Índice de compresibilidad (Cc):	0.530

1.15 kg/cm ²	
Índice de recompresión (Cr):	0.067

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	INGENIERO
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 199759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-3 NATURAL	
	TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	19/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel DF:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.530
Índice de recompresión (Cr):	0.067
Presión de preconsolidación:	1.15 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	1.721

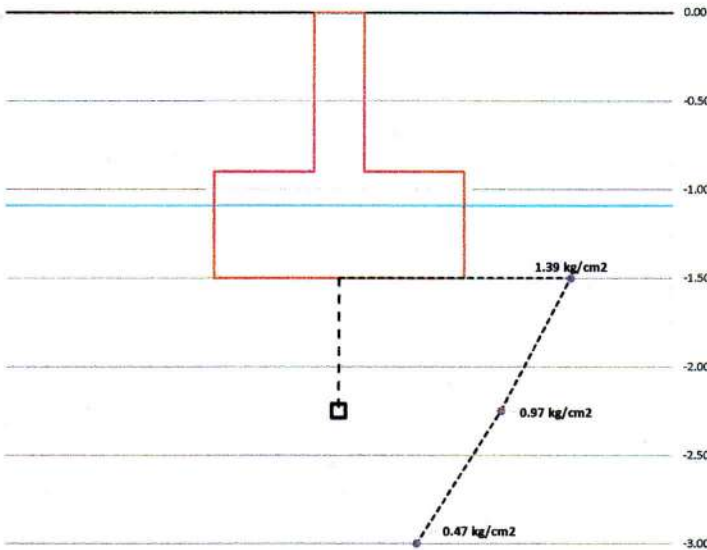
OCR:	5.12
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.00 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
Nº Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	1.09 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.12 kg/cm ²
2	2.00 m	NO	1047.56 kg/m ³	0.10 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.225 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	m1	n1	lc	Δσ'₀*lc
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	39.4 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

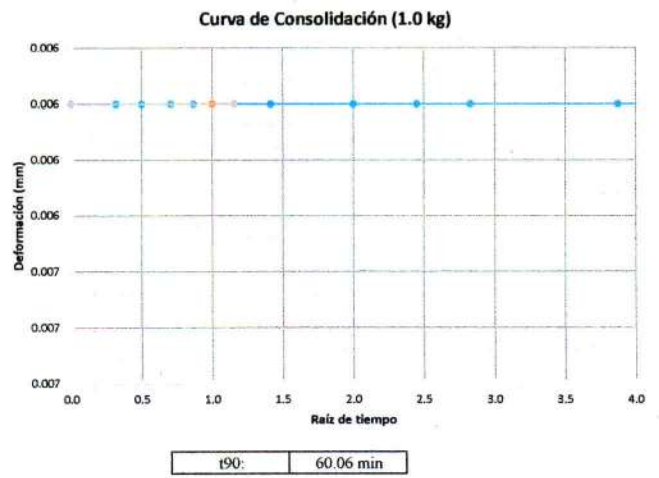
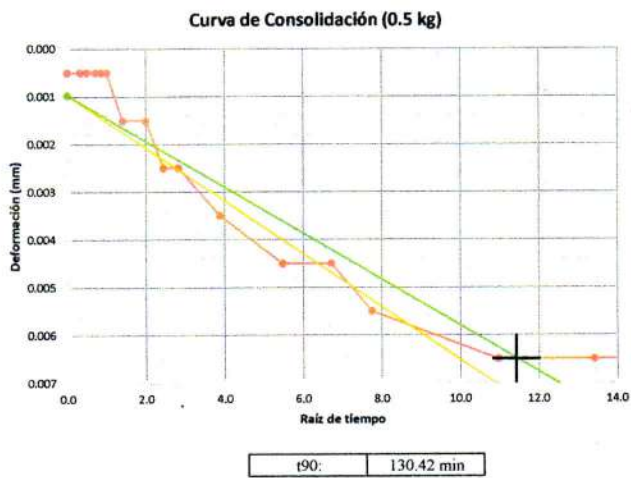
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 189790

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-3 ALTERACIÓN 1		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

		C - Nº 3 - CARGA						
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
0.5	1	2	4	8	16	32		
		kg/cm ²						
0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32		
		Incrementos kg/cm ²						
0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318		
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.016	0.121
0.1	0.32	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.020	0.150
0.25	0.50	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.024	0.389
0.5	0.71	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.029	0.684
0.75	0.87	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.034	0.722
1	1.00	0.000	0.006	0.007	0.010	0.011	0.037	0.771
2	1.41	0.001	0.006	0.007	0.010	0.011	0.055	0.810
4	2.00	0.001	0.006	0.007	0.010	0.011	0.065	0.845
6	2.45	0.002	0.006	0.007	0.010	0.011	0.076	0.864
8	2.83	0.002	0.006	0.007	0.011	0.011	0.079	0.871
15	3.87	0.003	0.006	0.008	0.011	0.011	0.090	0.889
30	5.48	0.004	0.006	0.008	0.011	0.011	0.098	0.904
45	6.71	0.004	0.006	0.009	0.011	0.013	0.100	0.917
60	7.75	0.005	0.006	0.009	0.011	0.014	0.104	0.924
120	10.95	0.006	0.006	0.010	0.011	0.014	0.108	0.933
180	13.42	0.006	0.006	0.010	0.011	0.015	0.113	0.948
240	15.49	0.006	0.006	0.010	0.011	0.015	0.119	0.954


DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	0.954	0.899
16 a 8	0.899	0.806
8 a 4	0.806	0.697
4 a 2	0.697	0.590
2 a 1	0.588	0.500
1 a 0	0.498	0.222

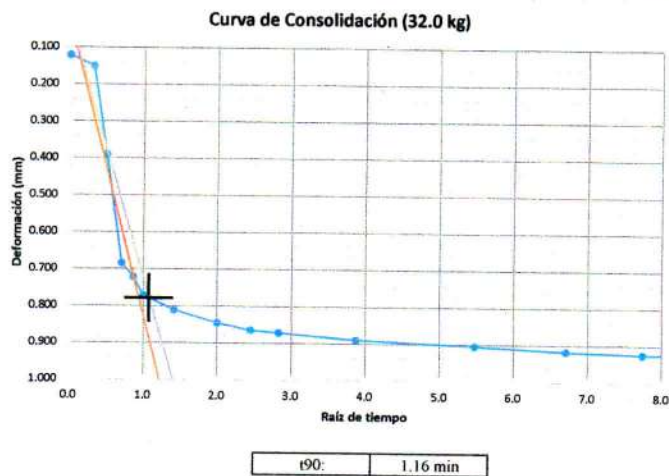
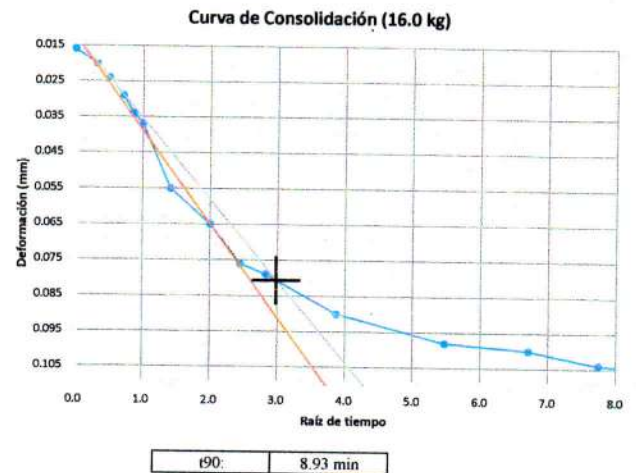
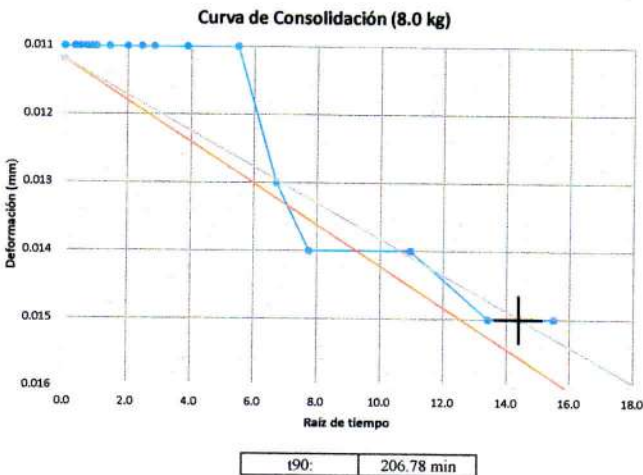
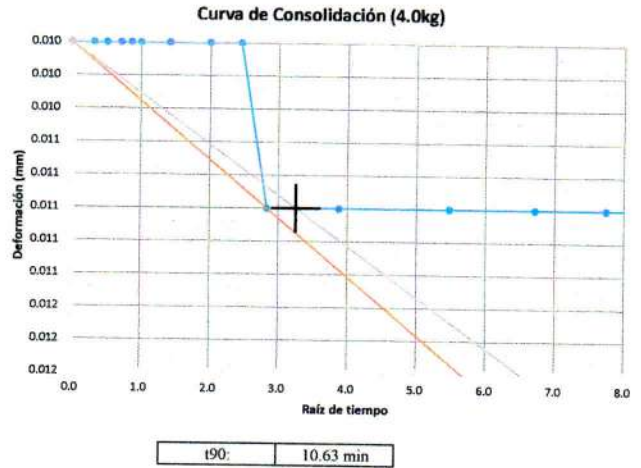
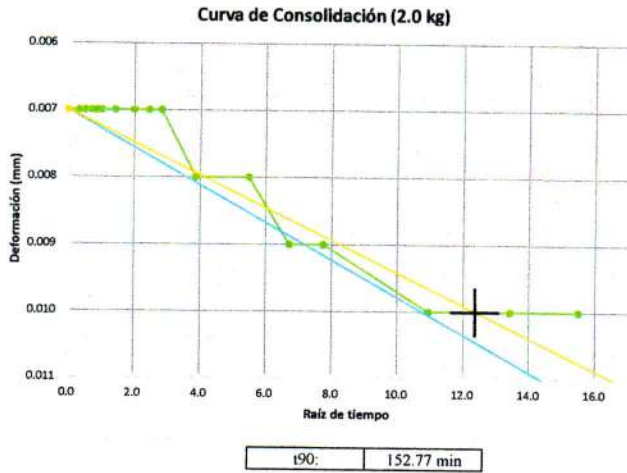
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	111.2	112.4
Masa muestra seca (g)	-	85.0
Altura (mm)	20.0	1.978
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.98	




OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		INGENIERO DE LABORATORIO	
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189753	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		
	NORMA		NTP 339.154		
PROYECTO		C-3 ALTERACIÓN I			
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	N° 3	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	  Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARES TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188756

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-3 ALTERACIÓN I		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.978
Humedad	30.82%	32.24%
Relación de vacíos (e)	1.257	1.232
Saturación	73.12%	78.03%

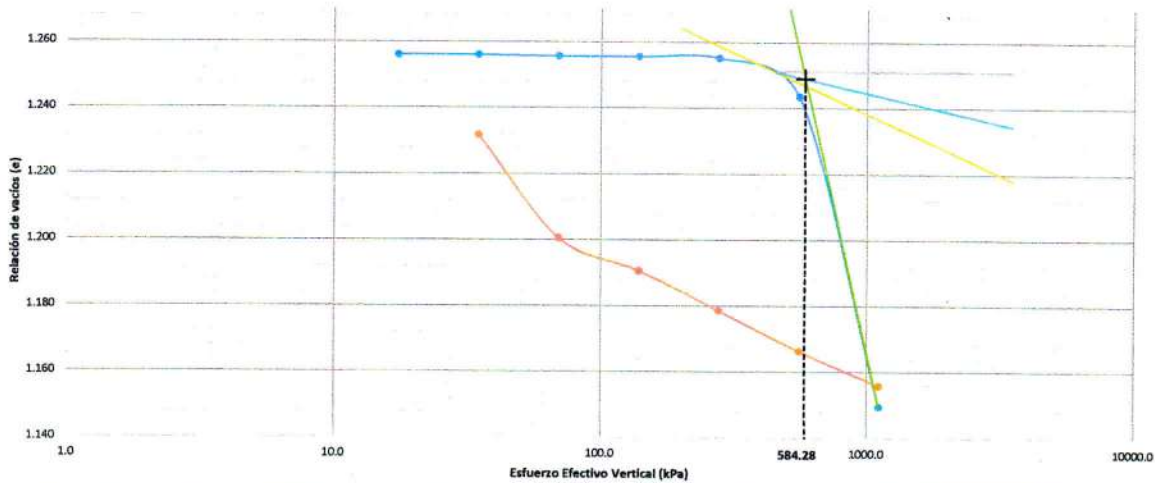
Densidad seca:	1.321 g/cm ³
Peso seco unitario:	12.95 KN/m ³
Volumen sólidos:	28.51 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.89 cm

Gs:	2.98
T90:	0.848
Volumen (cm ³):	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δd (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.006	0.006	19.994	1.256	0.03%	130.42 min	0.000
34.7	0.006	0.006	0.000	19.994	1.256	0.00%	60.06 min	0.000
69.3	0.007	0.01	0.003	19.991	1.256	0.01%	152.77 min	0.000
138.8	0.010	0.011	0.001	19.990	1.256	0.01%	10.63 min	0.001
277.4	0.011	0.015	0.004	19.986	1.255	0.02%	206.78 min	0.000
555.0	0.016	0.119	0.103	19.883	1.244	0.52%	8.93 min	0.002
1109.9	0.121	0.954	0.833	19.050	1.150	4.17%	1.16 min	0.012

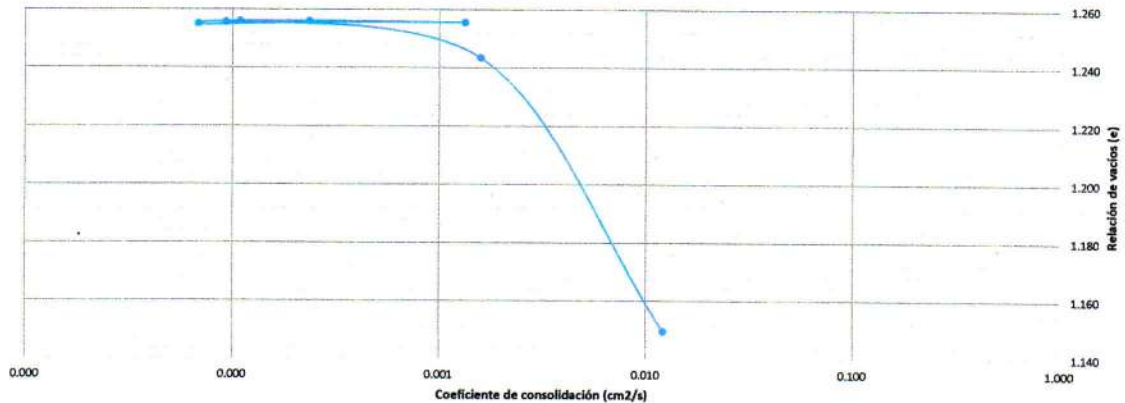
DESCARGA						
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δd (mm)	H (mm)	e	ε (%)
1109.9	0.954	0.899	-0.055	19.105	1.156	-0.28%
555.0	0.899	0.806	-0.093	19.198	1.166	-0.47%
277.4	0.806	0.697	-0.109	19.307	1.179	-0.55%
138.8	0.697	0.590	-0.107	19.414	1.191	-0.54%
69.3	0.588	0.500	-0.088	19.502	1.201	-0.44%
34.7	0.498	0.222	-0.276	19.778	1.232	-1.38%

Curva de compresibilidad



Presión de preconsolidación (Pc):	584.28 kPa	=	5.96 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.360		Índice de recompresión (Cr): 0.038

Coefficiente de consolidación vs relación de vacíos



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CESAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CAMPOS TAPIA CARREIRA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 16894

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-3 ALTERACIÓN 1		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 3	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	09/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto de cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.360
Índice de recompresión (Cr):	0.038
Presión de preconsolidación:	5.96 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	1.257

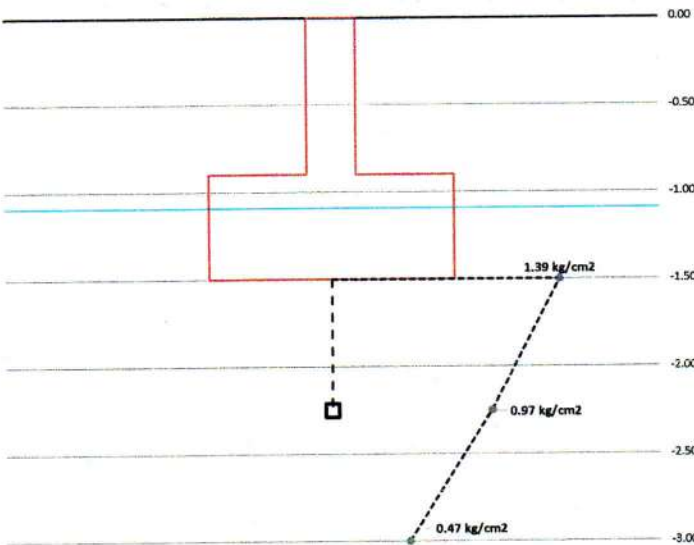
OCR:	15.50
------	-------

Esesor de estrato (Hc):	2.00 m
-------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
Nº Estrato	Esesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	1.09 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.12 kg/cm ²
2	2.00 m	NO	1321.11 kg/m ³	0.26 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.384 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	ml	nl	lc	Δσ'₀-qo*lc
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	18.2 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189750

CALICATA N°4
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-4 NATURAL
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	20/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Calicata	N° 4			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	81.0	83.9	85.7	83.5
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	942.5	874.0	984.3	933.6
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	810.0	754.0	843.1	802.4
Masa de muestra seca (g)	729.0	670.1	757.4	718.8
Masa del agua (g)	132.5	120.0	141.2	131.2
Contenido de humedad (%)	18.18%	17.91%	18.64%	18.24%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 18.24%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189756



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-4 E-1
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.65 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	20/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Calicata	N° 4			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	84.5	81.9	71.6	79.3
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	681.3	668.5	692.6	680.8
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	613.6	602.8	619.5	612.0
Masa de muestra seca (g)	529.1	520.9	547.9	532.6
Masa del agua (g)	67.7	65.7	73.1	68.8
Contenido de humedad (%)	12.80%	12.61%	13.34%	12.92%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.92%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-4 E-2
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.13 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	20/04/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Calicata	N° 4			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	84.6	96.1	84.0	88.2
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	738.5	717.3	685.0	713.6
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	650.9	641.0	611.9	634.6
Masa de muestra seca (g)	566.3	544.9	527.9	546.4
Masa del agua (g)	87.6	76.3	73.1	79.0
Contenido de humedad (%)	15.47%	14.00%	13.85%	14.44%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.44%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA ZABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-4 NATURAL
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

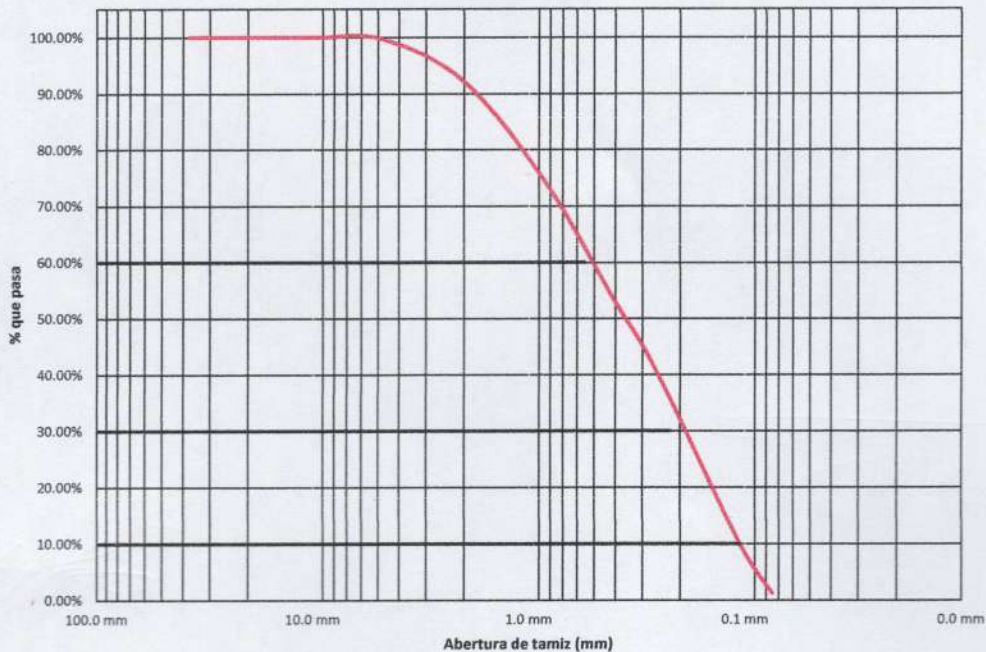
CALICATA:	Nº 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	11/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 843.8 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	2.9 g	0.34%	0.34%	99.66%
No 10	2.0 mm	63.3 g	7.50%	7.85%	92.15%
No 20	0.84 mm	151.8 g	17.99%	25.84%	74.16%
No 40	0.42 mm	167.1 g	19.80%	45.64%	54.36%
No 60	0.25 mm	124.3 g	14.73%	60.37%	39.63%
No 140	0.106 mm	249.9 g	29.62%	89.99%	10.01%
No 200	0.075 mm	74.1 g	8.78%	98.77%	1.23%
Cozoleta		10.4 g	1.23%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.34%	% ARENA	98.42%	% FINOS	1.23%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	1.23%	Total de masa del suelo:	843.8 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº4	99.66%		
Límite líquido	40.99%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.83
Índice de plasticidad	11.47%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	5.22
D10	0.106 mm		
D60	0.553 mm		
D30	0.221 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-4 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

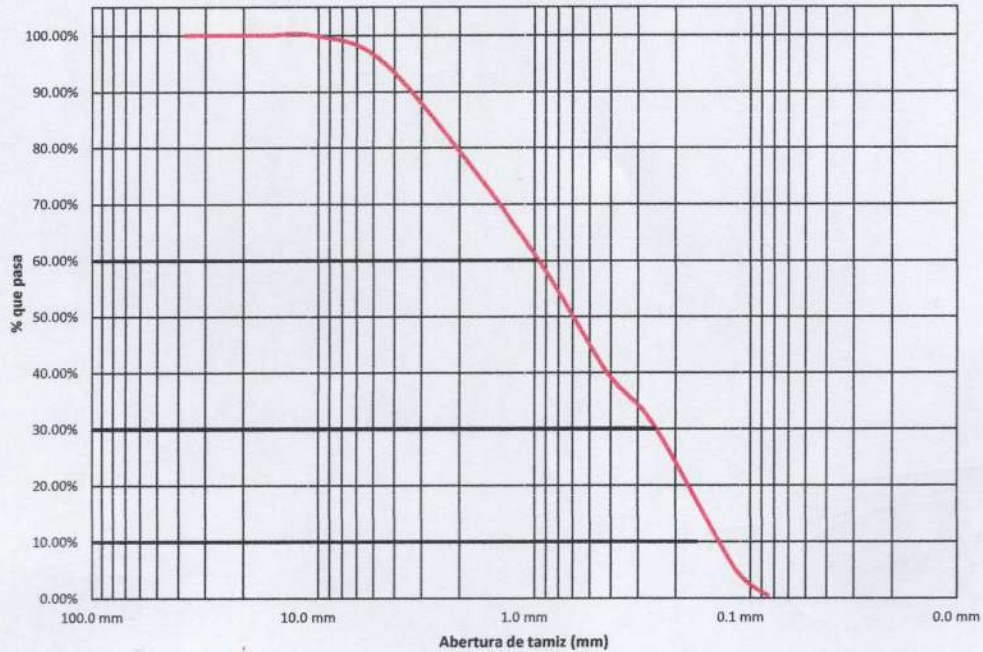
CALICATA:	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 678.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	27.4 g	4.04%	4.04%	95.96%
No 10	2.0 mm	112.5 g	16.58%	20.62%	79.38%
No 20	0.84 mm	135.8 g	20.02%	40.64%	59.36%
No 40	0.42 mm	129.6 g	19.10%	59.74%	40.26%
No 60	0.25 mm	66.7 g	9.83%	69.58%	30.42%
No 140	0.106 mm	171.4 g	25.27%	94.84%	5.16%
No 200	0.075 mm	31.7 g	4.67%	99.51%	0.49%
Cozoleta		3.3 g	0.49%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	4.04%	% ARENA	95.47%	% FINOS	0.49%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.49%	Total de masa del suelo:	678.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	95.96%		
Límite líquido	44.63%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.44
Índice de plasticidad	3.25%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	5.53
D10	0.160 mm		
D60	0.883 mm		
D30	0.249 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		



PROTOCOLO

ENSAYO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-4 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 690.9 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	26.9 g	3.89%	3.89%	96.11%
No 10	2.0 mm	116.2 g	16.82%	20.71%	79.29%
No 20	0.84 mm	145.9 g	21.12%	41.83%	58.17%
No 40	0.42 mm	126.9 g	18.37%	60.20%	39.80%
No 60	0.25 mm	82.6 g	11.96%	72.15%	27.85%
No 140	0.106 mm	166.6 g	24.11%	96.27%	3.73%
No 200	0.075 mm	23.3 g	3.37%	99.64%	0.36%
Cozoleta		2.5 g	0.36%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	3.89%	% ARENA	95.74%	% FINOS	0.36%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.36%	Total de masa del suelo:	690.9 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	96.11%		
Límite líquido	39.70%	$Cc = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.48
Índice de plasticidad	4.34%	$Cu = D_{60}/D_{10} =$	5.41
D10	0.177 mm		
D60	0.956 mm		
D30	0.285 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 186759



PROTOCOLO

ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-4 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

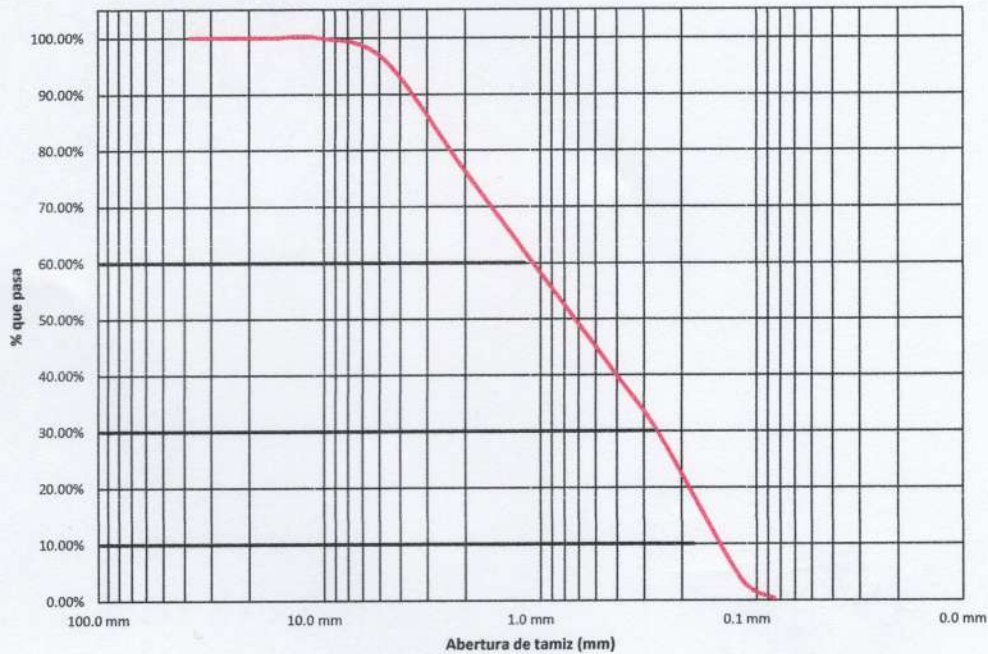
COORDENADAS UTM

ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 720.7 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	27.5 g	3.82%	3.82%	96.18%
No 10	2.0 mm	143.8 g	19.95%	23.77%	76.23%
No 20	0.84 mm	141.1 g	19.58%	43.35%	56.65%
No 40	0.42 mm	113.1 g	15.69%	59.04%	40.96%
No 60	0.25 mm	86.7 g	12.03%	71.07%	28.93%
No 140	0.106 mm	181.9 g	25.24%	96.31%	3.69%
No 200	0.075 mm	24.3 g	3.37%	99.68%	0.32%
Cozoleta		2.3 g	0.32%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	3.82%	% ARENA	95.87%	% FINOS	0.32%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.32%	Total de masa del suelo:	720.7 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	96.18%		
Limite líquido	42.84%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.38
Índice de plasticidad	12.69%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	6.06
D10	0.176 mm		
D60	1.064 mm		
D30	0.268 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO		
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-4 E-1

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 4	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.65 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	23/04/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 1612.1 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	15.8 g	0.98%	0.98%	99.02%
No 10	2.0 mm	168.9 g	10.48%	11.46%	88.54%
No 20	0.84 mm	311.5 g	19.32%	30.78%	69.22%
No 40	0.42 mm	310.6 g	19.27%	50.05%	49.95%
No 60	0.25 mm	198.3 g	12.30%	62.35%	37.65%
No 140	0.106 mm	520.9 g	32.31%	94.66%	5.34%
No 200	0.075 mm	81.0 g	5.02%	99.68%	0.32%
Cozoleta		5.1 g	0.32%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.98%	% ARENA	98.70%	% FINOS	0.32%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	0.32%	Total de masa del suelo:	1612.1 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº4	99.02%		
Límite líquido	49.03%	$Cc = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.54
Índice de plasticidad	16.25%	$Cu = D_{60} / D_{10} =$	4.31
D10	0.152 mm		
D60	0.656 mm		
D30	0.233 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 11679



PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-4 E-2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

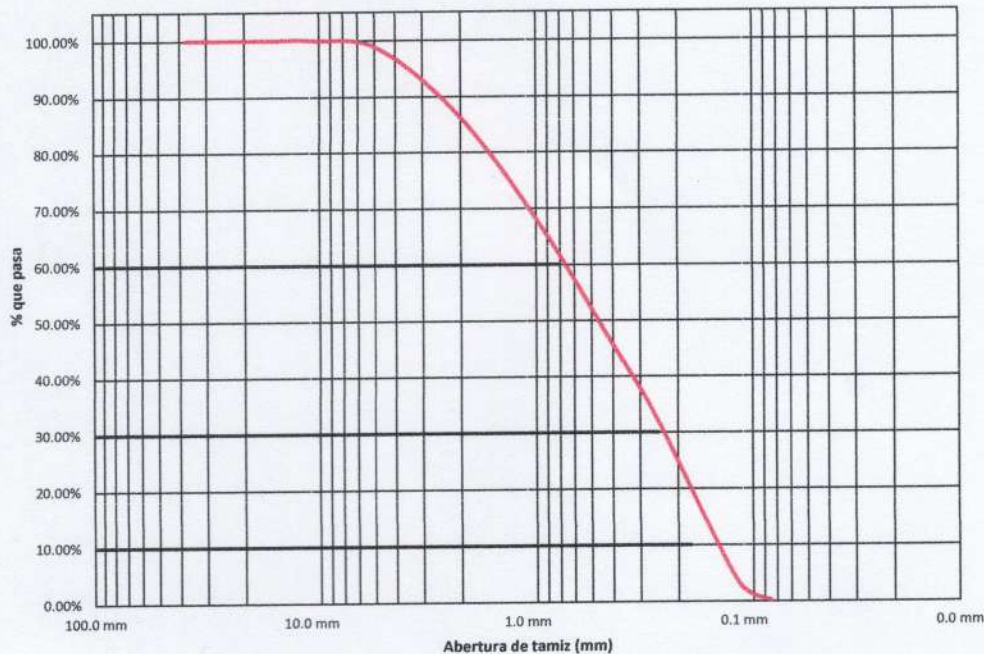
CALICATA: N° 4	NÚMERO DE ESTRATOS: 2	PROFUNDIDAD: 2.13 m
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	RESPONSABLES: César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE MUESTREO: 31/03/2025	REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 23/04/2025		

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 318.5
NORTE	9 295 222.1

Masa seca de muestra ensayada (g): 1678.6 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	25.5 g	1.52%	1.52%	98.48%
No 10	2.0 mm	205.2 g	12.22%	13.74%	86.26%
No 20	0.84 mm	333.4 g	19.86%	33.61%	66.39%
No 40	0.42 mm	325.5 g	19.39%	53.00%	47.00%
No 60	0.25 mm	245.6 g	14.63%	67.63%	32.37%
No 140	0.106 mm	485.9 g	28.95%	96.57%	3.43%
No 200	0.075 mm	54.1 g	3.22%	99.80%	0.20%
Cozoleta		3.4 g	0.20%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.52%	% ARENA	98.28%	% FINOS	0.20%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	0.20%	Total de masa del suelo:	1678.6 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 4	98.48%		
Límite líquido	45.03%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.48
Índice de plasticidad	5.89%	$c_u = D_{60} / D_{10} =$	4.10
D10	0.175 mm		
D60	0.717 mm		
D30	0.245 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DEL LABORATORIO	INGENIERO
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 118759



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

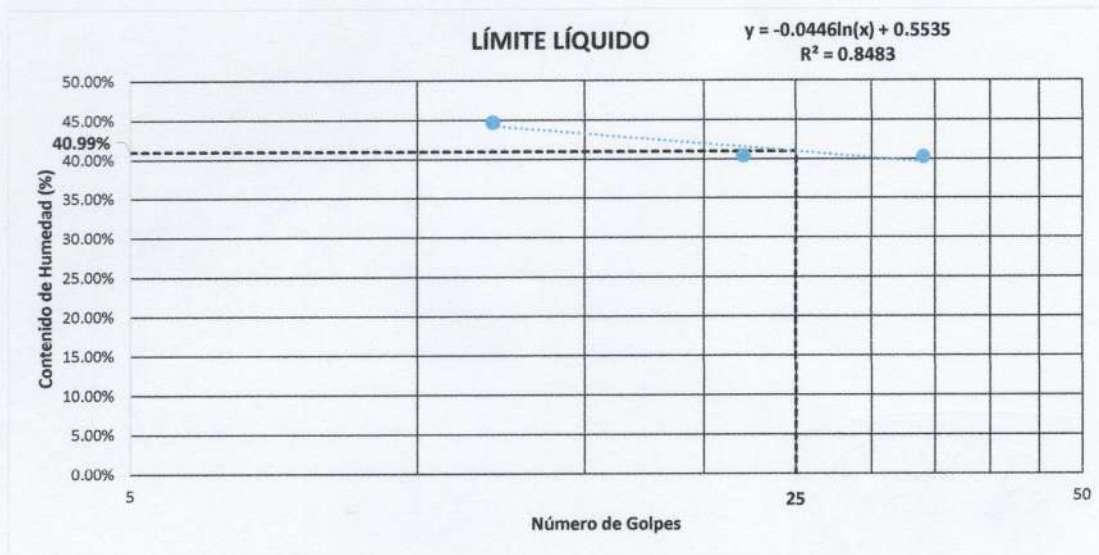
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	15/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.0	37.3	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.5	43.9	47.3
Masa tara + suelo seco (g)	40.8	42.0	44.4
Número de golpes	12	22	34
Masa de suelo seco (g)	3.8	4.7	7.2
Masa agua (g)	1.7	1.9	2.9
Humedad (%)	44.74%	40.43%	40.28%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.2	37.7	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.7	42.1	41.4
Masa tara + suelo seco (g)	39.9	41.1	40.5
Masa de suelo seco (g)	2.7	3.4	3.1
Masa agua (g)	0.8	1.0	0.9
Humedad (%)	29.63%	29.41%	29.52%



Límite líquido : 40.99%

Límite Plástico : 29.52%

Índice de Plasticidad : 11.47%

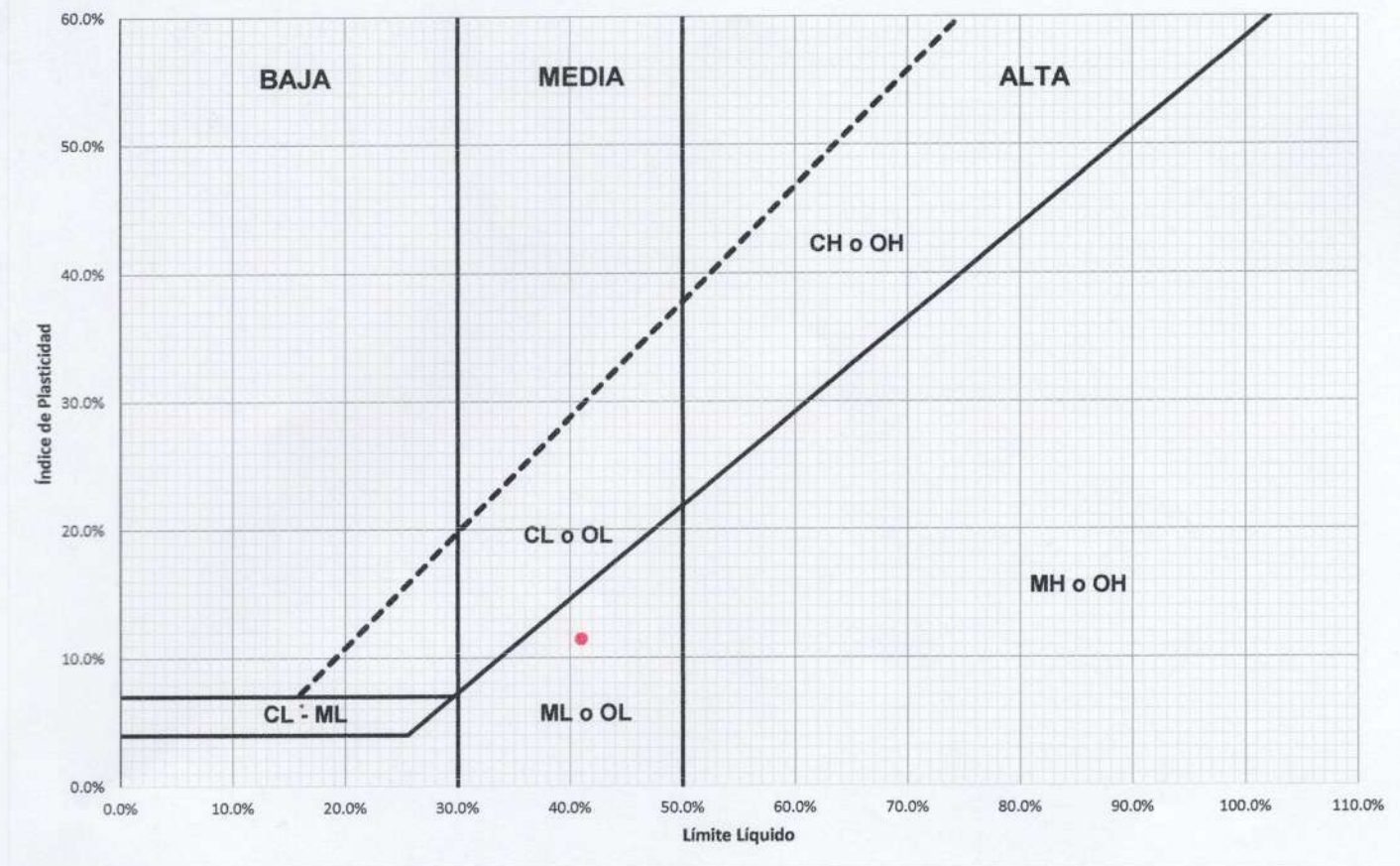
OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	BARLOS TAPIA LABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-4 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	15/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
40.99%	11.47%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 116750

PROTOCOLO

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 ALTERACIÓN 1

NORMA NTP 339.129

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

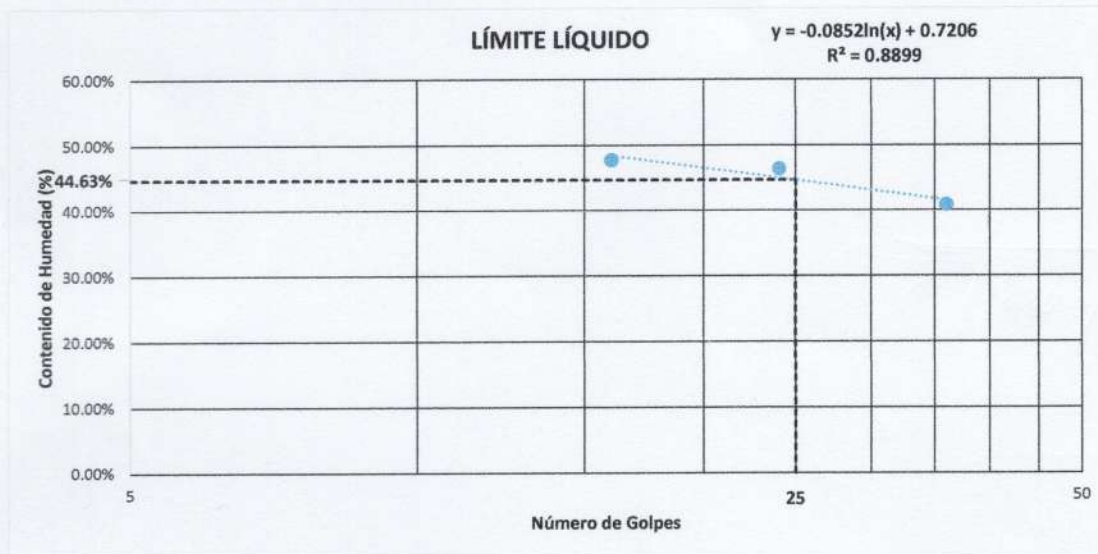
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.5	37.4	37.7
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.0	47.5	44.6
Masa tara + suelo seco (g)	41.9	44.3	42.6
Número de golpes	16	24	36
Masa de suelo seco (g)	4.4	6.9	4.9
Masa agua (g)	2.1	3.2	2.0
Humedad (%)	47.73%	46.38%	40.82%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.3	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.4	41.4	41.4
Masa tara + suelo seco (g)	40.2	40.2	40.2
Masa de suelo seco (g)	2.9	2.9	2.9
Masa agua (g)	1.2	1.2	1.2
Humedad (%)	41.38%	41.38%	41.38%



Límite líquido : 44.63%

Límite Plástico : 41.38%

Índice de Plasticidad : 3.25%

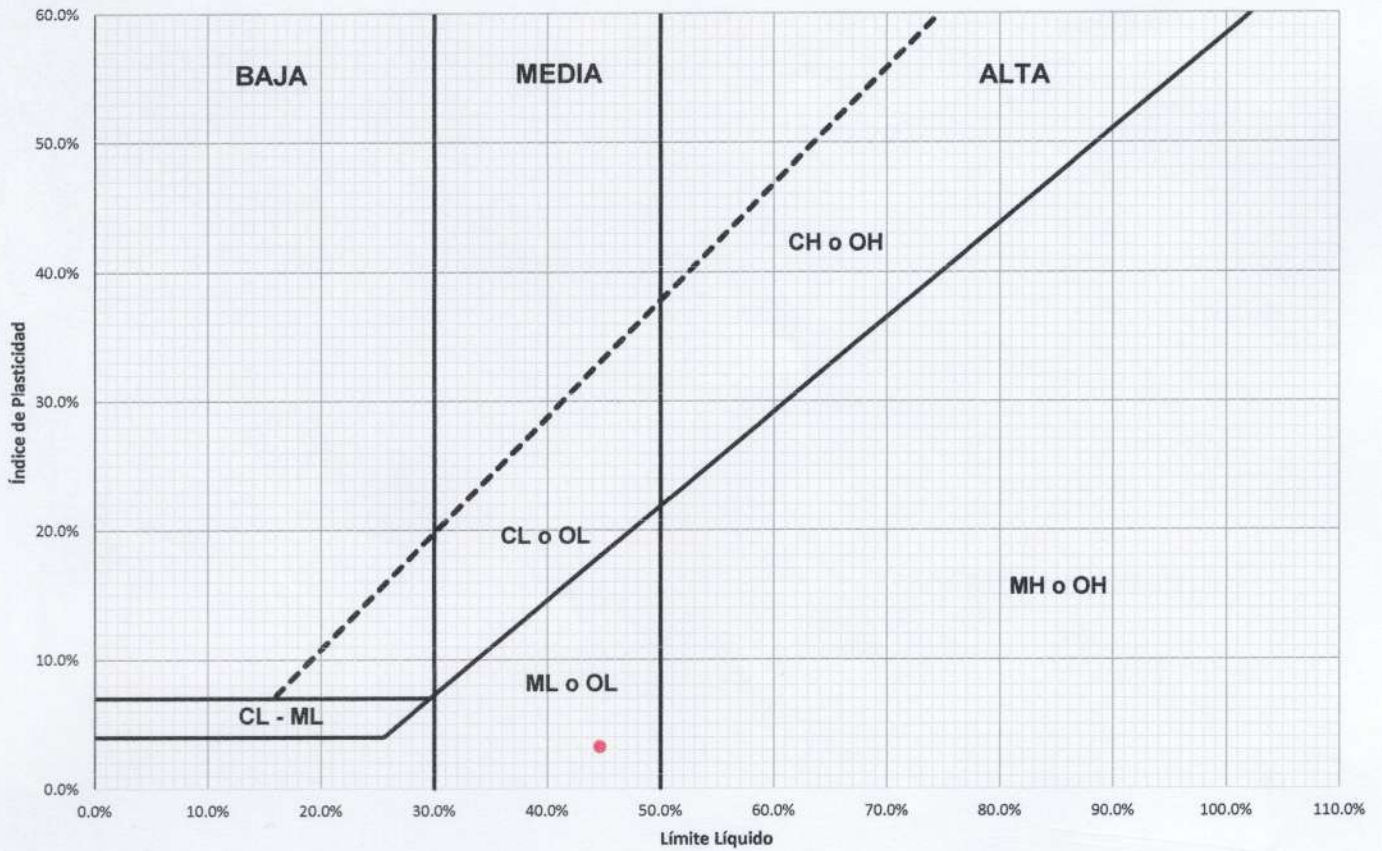
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

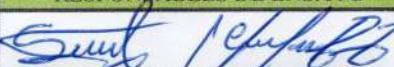
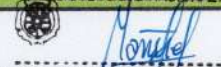

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-4 ALTERACIÓN 1		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
44.63%	3.25%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	

REGISTRO PROFESIONAL DE INGENIEROS DEL PERU N° 140798



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

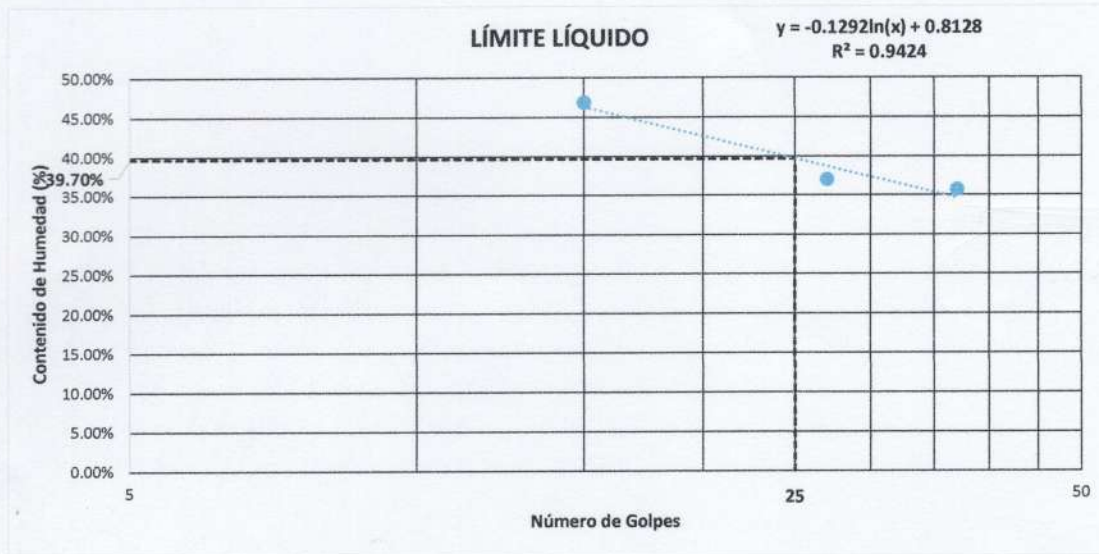
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.1	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.6	44.5	47.0
Masa tara + suelo seco (g)	43.6	42.5	44.5
Número de golpes	15	27	37
Masa de suelo seco (g)	6.4	5.4	7.0
Masa agua (g)	3.0	2.0	2.5
Humedad (%)	46.88%	37.04%	35.71%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.3	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.7	40.6	41.2
Masa tara + suelo seco (g)	40.5	39.8	40.2
Masa de suelo seco (g)	3.1	2.5	2.8
Masa agua (g)	1.2	0.8	1.0
Humedad (%)	38.71%	32.00%	35.35%




Límite líquido : 39.70%

Límite Plástico : 35.35%

Índice de Plasticidad : 4.34%

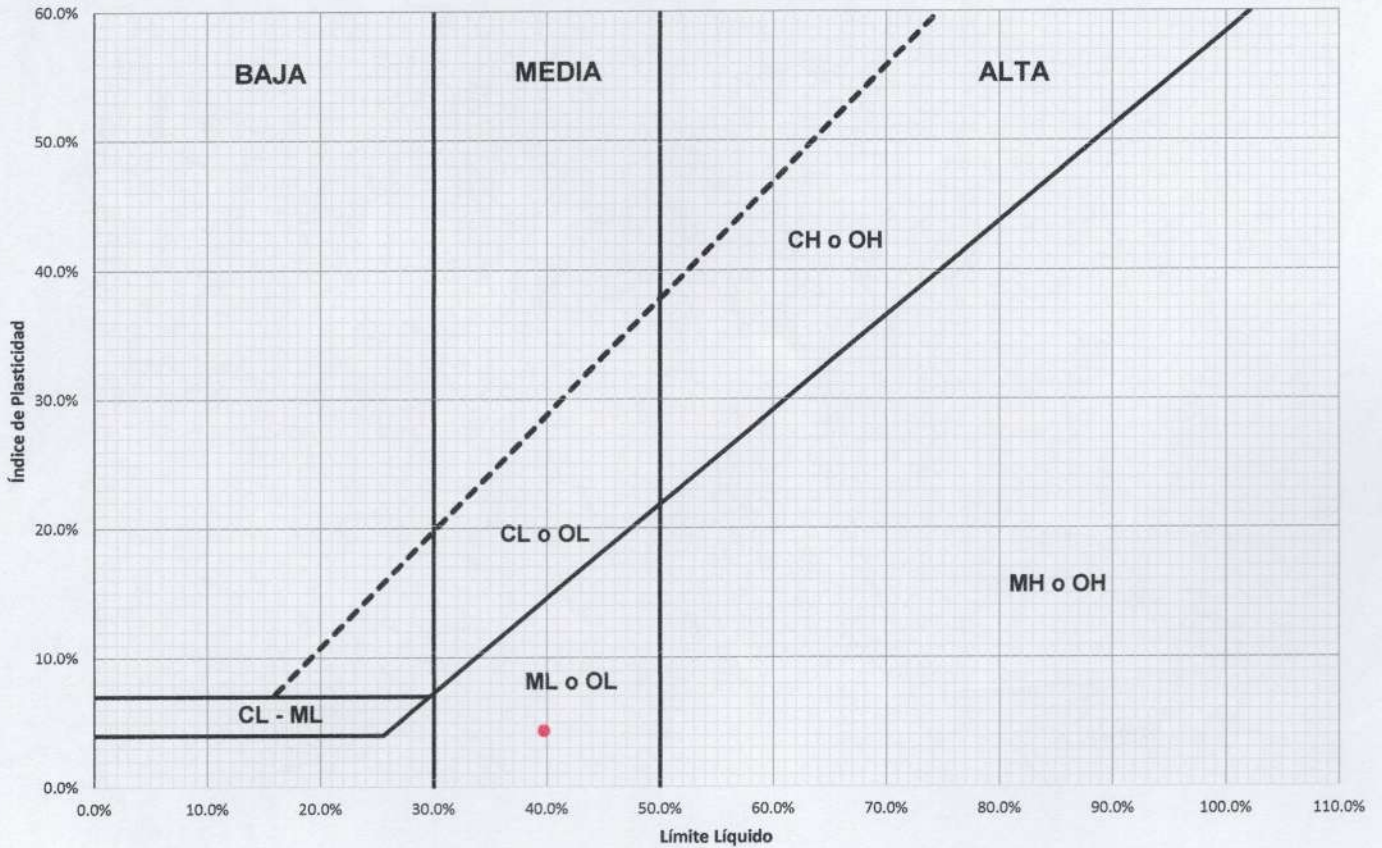
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL




	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-4 ALTERACIÓN 2		
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
39.70%	4.34%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 146750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

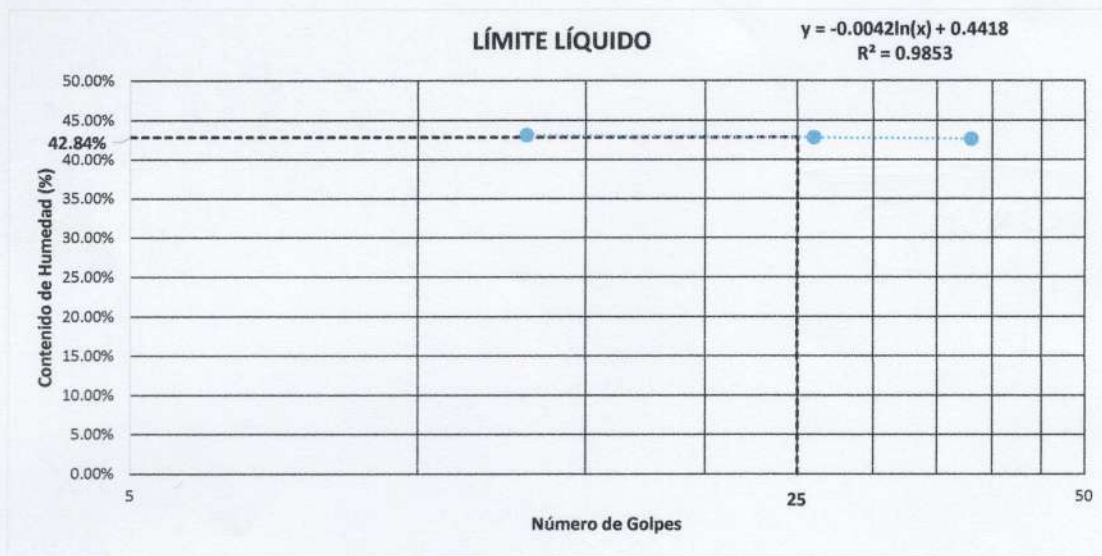
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.5	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.6	44.2	47.1
Masa tara + suelo seco (g)	43.1	42.2	44.2
Número de golpes	13	26	38
Masa de suelo seco (g)	5.8	4.7	6.8
Masa agua (g)	2.5	2.0	2.9
Humedad (%)	43.10%	42.86%	42.65%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.6	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.6	41.5	41.6
Masa tara + suelo seco (g)	40.6	40.6	40.6
Masa de suelo seco (g)	3.3	3.0	3.2
Masa agua (g)	1.0	0.9	0.9
Humedad (%)	30.30%	30.00%	30.15%



Límite líquido : 42.84%

Límite Plástico : 30.15%

Índice de Plasticidad : 12.69%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

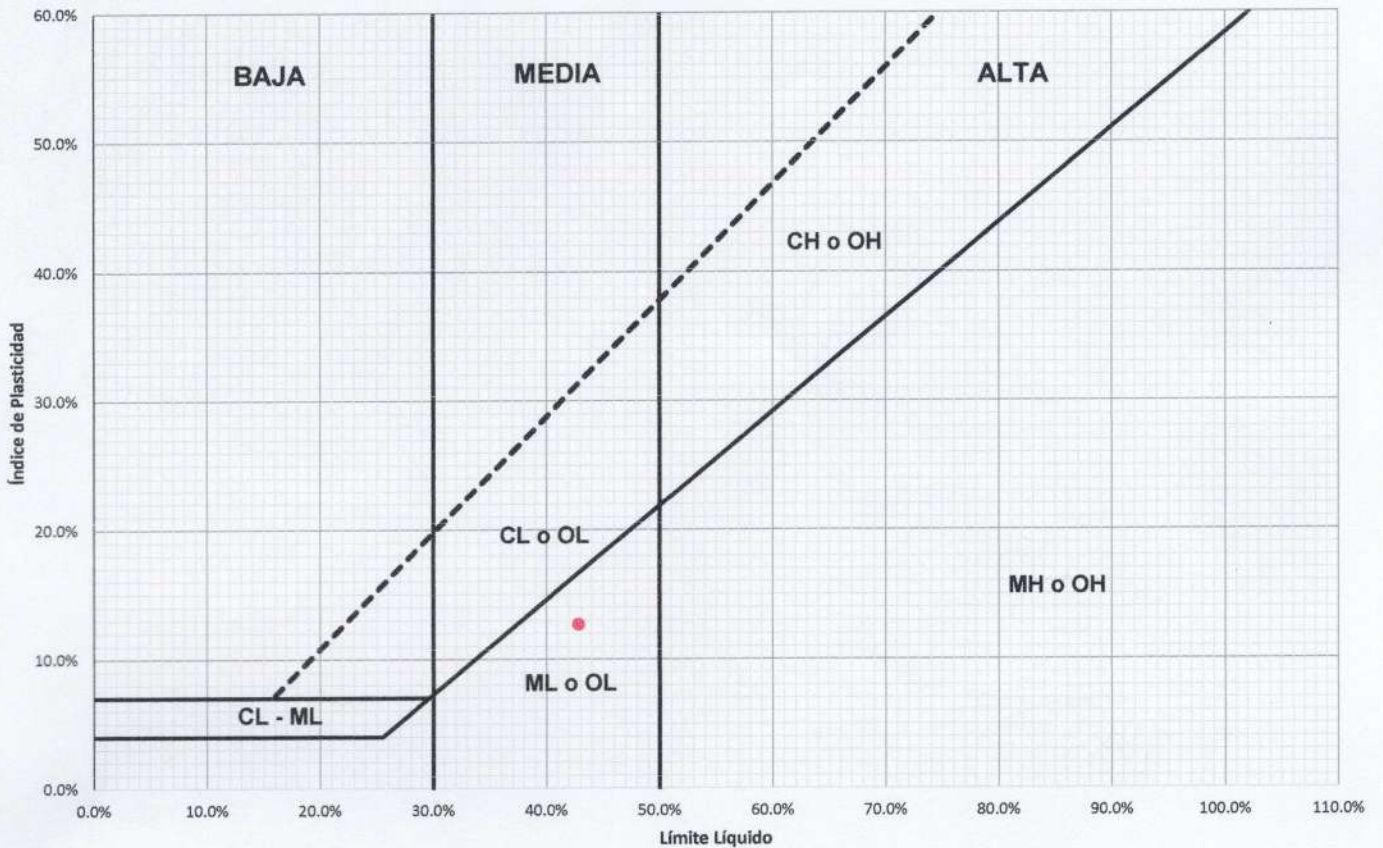
PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-4 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
42.84%	12.69%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750



PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-4 E-1
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

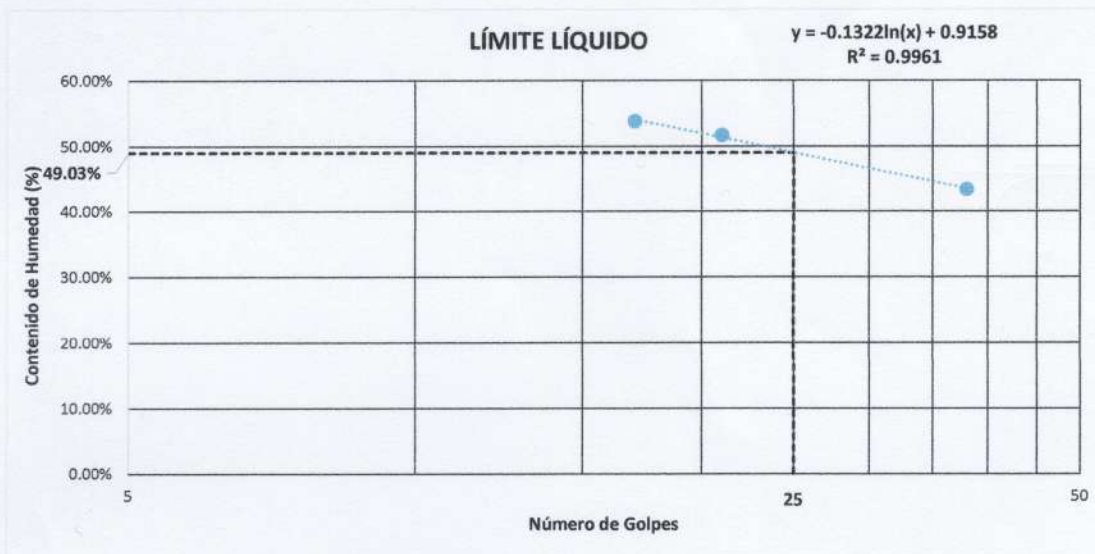
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.65 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.3	37.2
Masa tara + suelo húmedo (g)	43.2	46.1	44.8
Masa tara + suelo seco (g)	41.1	43.1	42.5
Número de golpes	17	21	38
Masa de suelo seco (g)	3.9	5.8	5.3
Masa agua (g)	2.1	3.0	2.3
Humedad (%)	53.85%	51.72%	43.40%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.5	37.6	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.5	40.6	41.6
Masa tara + suelo seco (g)	41.2	39.9	40.6
Masa de suelo seco (g)	3.7	2.3	3.0
Masa agua (g)	1.3	0.7	1.0
Humedad (%)	35.14%	30.43%	32.78%



Límite líquido : 49.03%

Límite Plástico : 32.78%

Índice de Plasticidad : 16.25%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	DARÍO TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

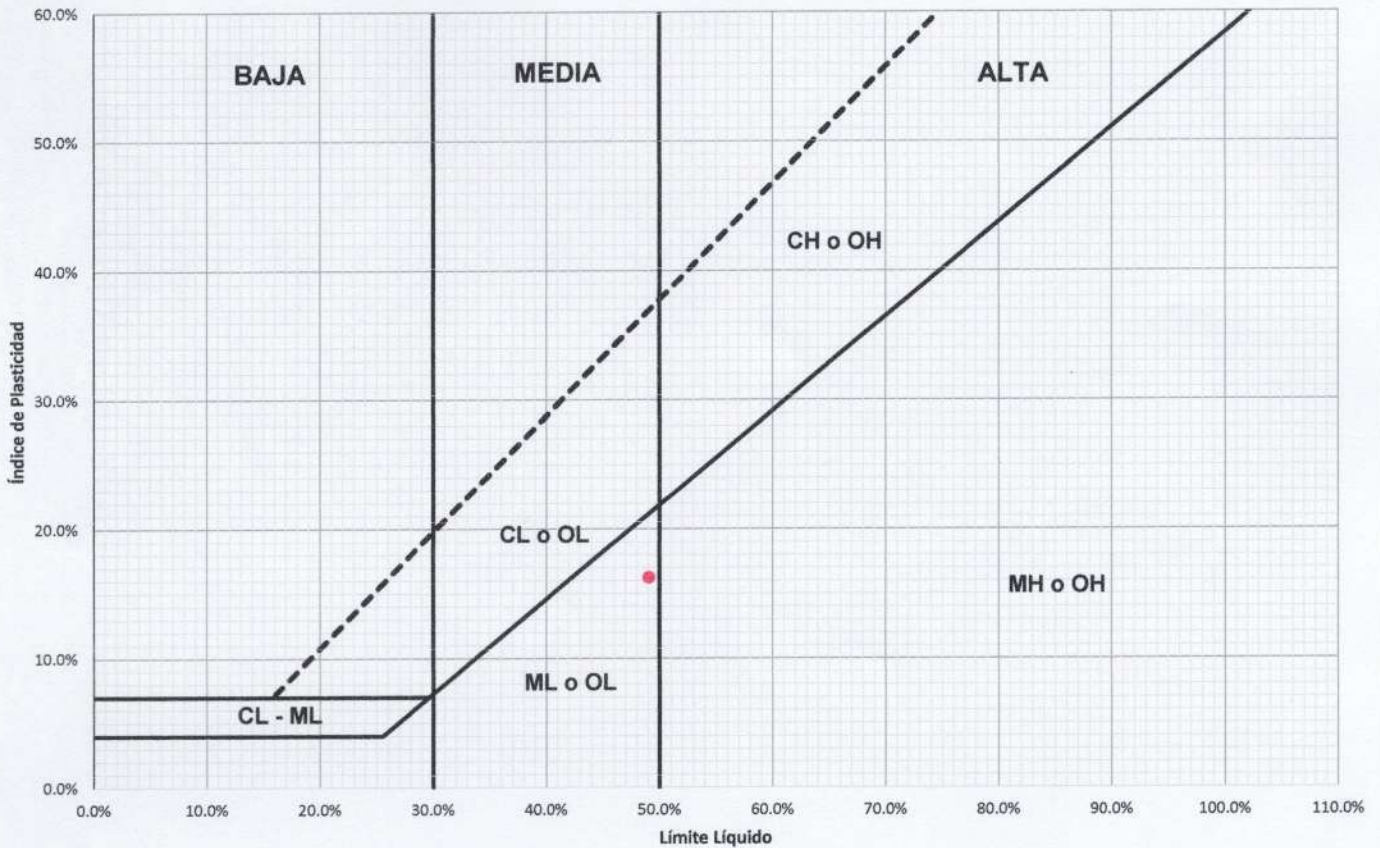
PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-4 E-1
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.65 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
49.03%	16.25%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	ing. walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 E-2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

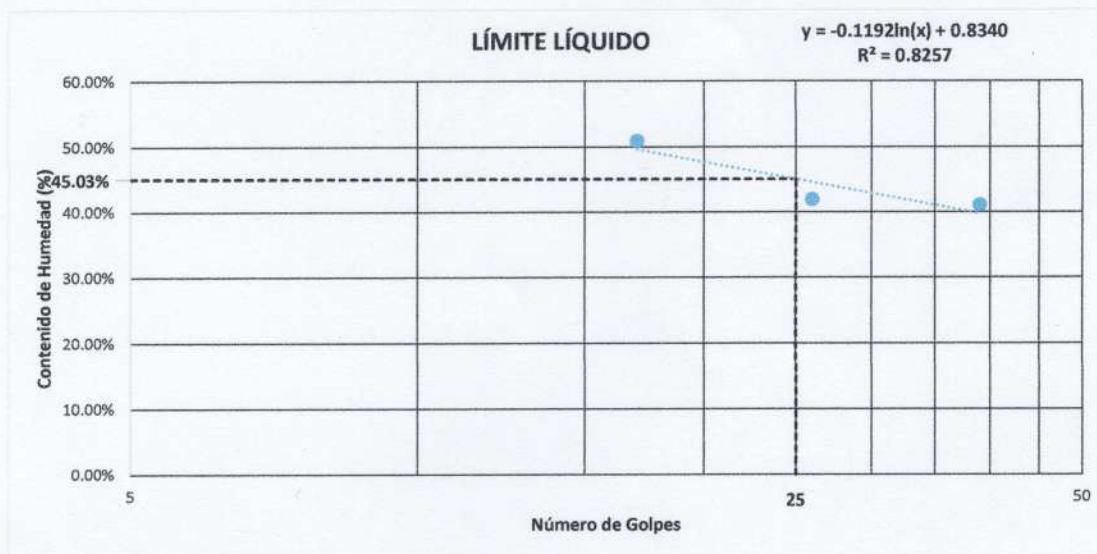
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.13 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	25/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.8	37.3	37.9
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.1	46.1	45.8
Masa tara + suelo seco (g)	43.3	43.5	43.5
Número de golpes	17	26	39
Masa de suelo seco (g)	5.5	6.2	5.6
Masa agua (g)	2.8	2.6	2.3
Humedad (%)	50.91%	41.94%	41.07%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.6	37.2	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.2	42.2	42.2
Masa tara + suelo seco (g)	40.9	40.8	40.9
Masa de suelo seco (g)	3.3	3.6	3.5
Masa agua (g)	1.3	1.4	1.4
Humedad (%)	39.39%	38.89%	39.14%



Límite líquido : 45.03%

Límite Plástico : 39.14%

Índice de Plasticidad : 5.89%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-4 E-2

NORMA

NTP 339.129

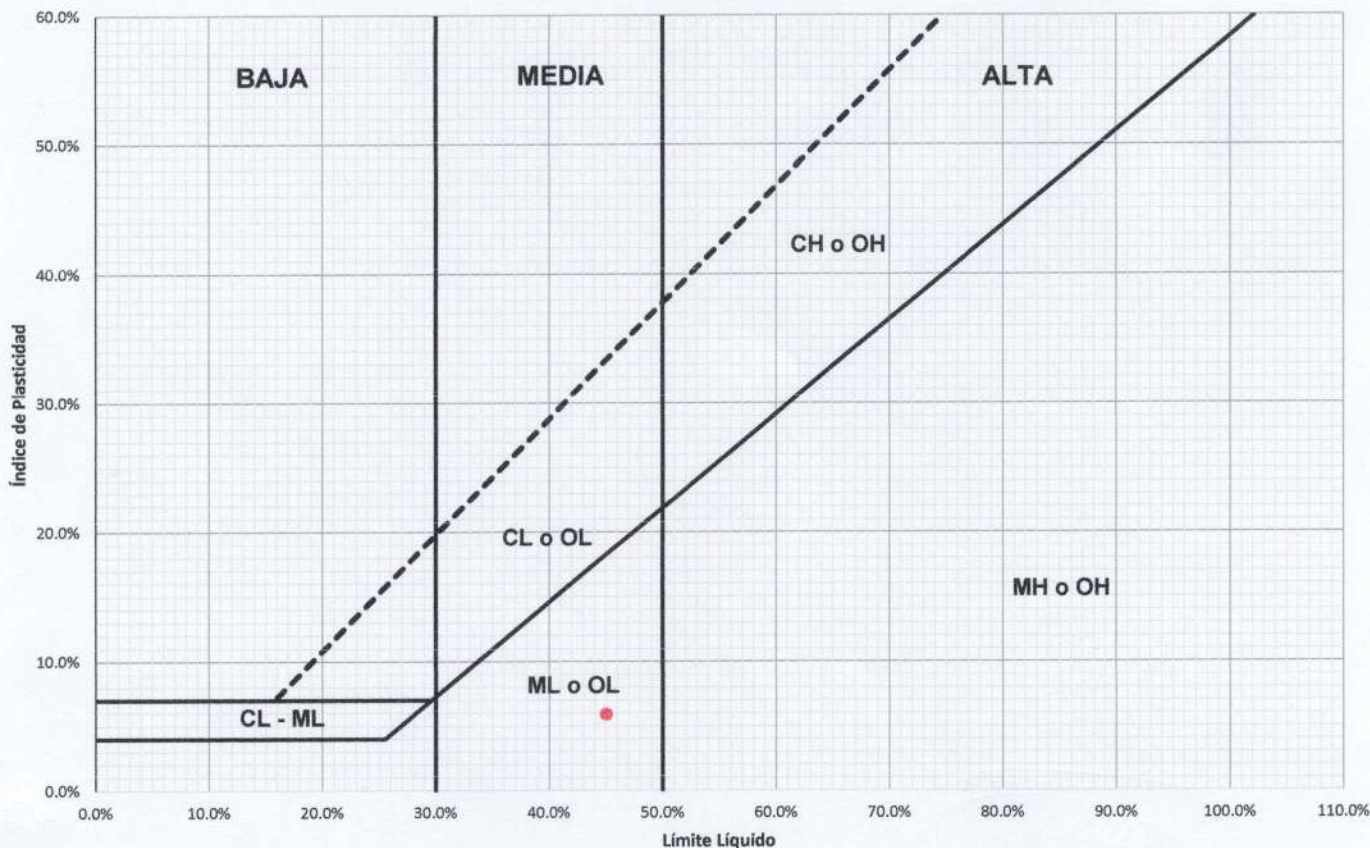
PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.13 m	
FECHA DE MUESTREO:				RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:				REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

LL	IP
45.03%	5.89%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-4 NATURAL

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	15/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 4	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	35.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	367.8
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	390.3
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.79
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-4 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	24/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 4	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	30.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.9
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	387.1
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.54
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 169760



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-4 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	24/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 4	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	635.8
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	666.4
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.57
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188790



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-4 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	24/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N°	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.3
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	649.5
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	680.4
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.59
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

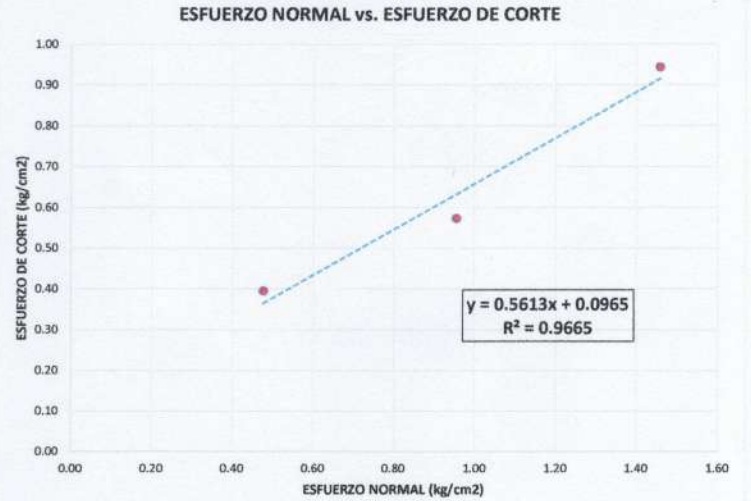
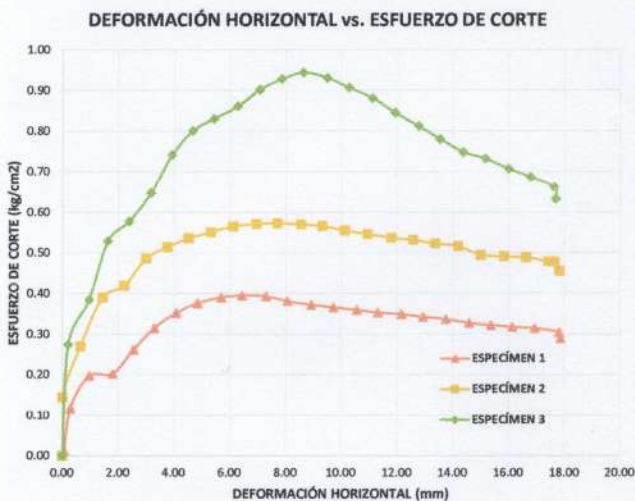
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-4 NATURAL
	NORMA		NTP 339.171		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.146	g/cm ³	Densidad seca:	0.821	g/cm ³	Densidad seca:	1.224	g/cm ³
Humedad fin.:	43.15	%	Humedad fin.:	44.84	%	Humedad fin.:	37.80	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.39	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.57	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.94	kg/cm ²




Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.07	0.01	0.03
0.29	0.12	0.25
0.96	0.20	0.41
1.80	0.20	0.41
2.54	0.26	0.53
3.29	0.31	0.62
4.07	0.35	0.69
4.85	0.38	0.72
5.69	0.39	0.74
6.44	0.39	0.74
7.30	0.39	0.72
8.06	0.38	0.69
8.91	0.37	0.66
9.72	0.37	0.64
10.55	0.36	0.62
11.31	0.35	0.60
12.15	0.35	0.58
12.92	0.34	0.56
13.74	0.34	0.54
14.58	0.33	0.52
15.36	0.32	0.50
16.13	0.32	0.49
16.93	0.31	0.47
17.81	0.30	0.45
17.85	0.29	0.43

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.14	0.15
0.64	0.27	0.28
1.43	0.39	0.40
2.21	0.42	0.42
3.00	0.49	0.48
3.74	0.51	0.50
4.52	0.54	0.52
5.32	0.55	0.53
6.12	0.57	0.53
6.95	0.57	0.53
7.70	0.57	0.52
8.55	0.57	0.51
9.31	0.57	0.50
10.12	0.55	0.48
10.94	0.55	0.47
11.78	0.54	0.45
12.56	0.53	0.44
13.34	0.52	0.43
14.18	0.52	0.41
14.99	0.49	0.39
15.83	0.49	0.38
16.62	0.49	0.37
17.41	0.48	0.36
17.63	0.48	0.35
17.81	0.46	0.34

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.00
0.21	0.27	0.19
0.95	0.38	0.26
1.62	0.53	0.36
2.39	0.58	0.39
3.17	0.65	0.43
3.92	0.74	0.48
4.68	0.80	0.52
5.44	0.83	0.53
6.28	0.86	0.54
7.07	0.90	0.56
7.85	0.93	0.56
8.63	0.94	0.56
9.49	0.93	0.55
10.26	0.91	0.53
11.11	0.88	0.50
11.92	0.84	0.47
12.76	0.81	0.45
13.53	0.78	0.42
14.37	0.75	0.40
15.16	0.73	0.38
16.00	0.71	0.36
16.78	0.69	0.35
17.62	0.66	0.33
17.68	0.63	0.31



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.097 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 29.3 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-4 NATURAL
	TEORÍA		TERZAGHI		
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.063
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.097
 Ángulo de fricción (°): 29.3
 Ángulo de fricción modificado (°): 20.5

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$


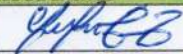

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	35.09	18.29
Nq:	20.69	7.84
N _γ :	17.79	5.30

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	3.13	1.04
Cimentación Circular	3.04	1.01

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO GOLEGO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188758

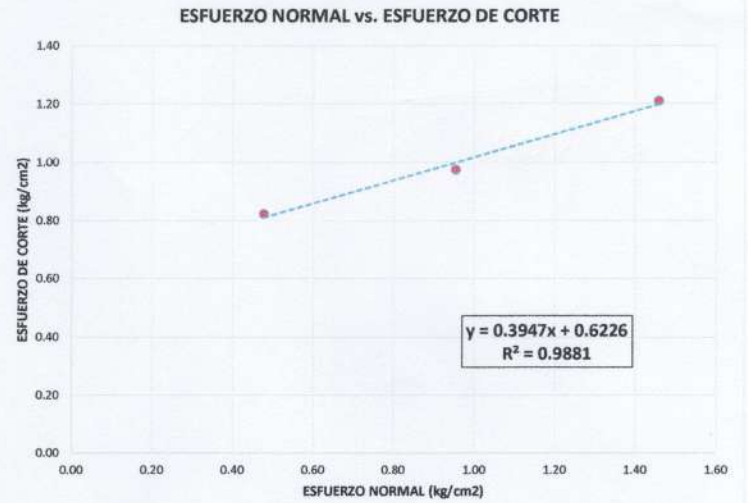
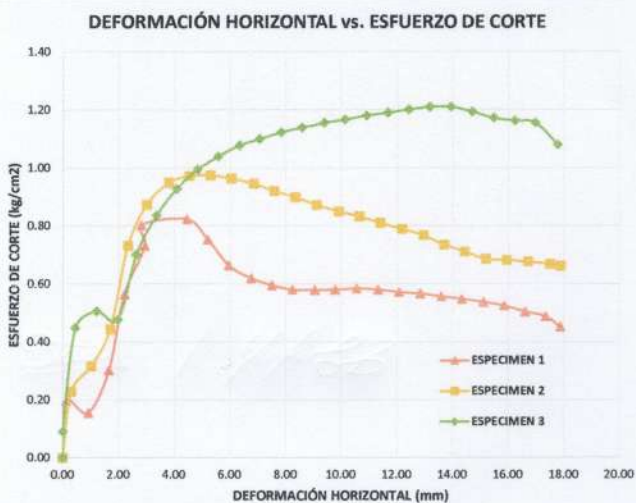
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-4 ALTERACIÓN I	
	NORMA	NTP 339.171			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.399	g/cm ³	Densidad seca:	1.389	g/cm ³	Densidad seca:	1.382	g/cm ³
Humedad fin.:	32.37	%	Humedad fin.:	32.60	%	Humedad fin.:	28.34	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.82	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.97	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.21	kg/cm ²


Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00
0.12	0.20	0.41
0.91	0.16	0.32
1.65	0.30	0.61
2.21	0.56	1.14
2.93	0.73	1.46
2.80	0.80	1.61
4.45	0.82	1.60
5.20	0.75	1.44
5.95	0.66	1.25
6.76	0.62	1.15
7.50	0.59	1.09
8.24	0.58	1.05
9.05	0.58	1.03
9.78	0.58	1.02
10.55	0.58	1.01
11.32	0.58	0.99
12.07	0.57	0.96
12.83	0.57	0.93
13.59	0.56	0.90
14.33	0.55	0.87
15.10	0.54	0.84
15.86	0.52	0.81
16.60	0.50	0.76
17.35	0.49	0.73
17.87	0.45	0.67

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00
0.30	0.23	0.24
1.02	0.32	0.33
1.70	0.44	0.45
2.33	0.73	0.74
3.01	0.87	0.87
3.80	0.95	0.93
4.54	0.97	0.94
5.30	0.97	0.93
6.05	0.96	0.91
6.85	0.95	0.88
7.58	0.92	0.84
8.34	0.90	0.81
9.12	0.87	0.77
9.90	0.85	0.74
10.65	0.83	0.72
11.40	0.81	0.69
12.17	0.79	0.66
12.95	0.77	0.63
13.69	0.73	0.59
14.43	0.71	0.57
15.20	0.69	0.54
15.94	0.68	0.52
16.71	0.68	0.51
17.50	0.67	0.50
17.87	0.66	0.49

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.09	0.06
0.45	0.45	0.31
1.21	0.51	0.35
1.98	0.48	0.32
2.63	0.70	0.47
3.35	0.84	0.55
4.09	0.93	0.60
4.84	0.99	0.64
5.58	1.04	0.66
6.35	1.08	0.67
7.07	1.10	0.68
7.84	1.12	0.68
8.58	1.14	0.68
9.39	1.16	0.68
10.13	1.17	0.68
10.91	1.18	0.68
11.66	1.19	0.67
12.42	1.20	0.67
13.17	1.21	0.66
13.93	1.21	0.65
14.71	1.19	0.63
15.48	1.17	0.61
16.24	1.16	0.59
16.97	1.16	0.58
17.78	1.08	0.53



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.623 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 21.5 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	CARGA ADMISIBLE		C-4 ALTERACIÓN I	
	TEORÍA	TERZAGHI			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia-	

Densidad seca (g/cm³): 1.390
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.623
 Ángulo de fricción (°): 21.5
 Ángulo de fricción modificado (°): 14.7

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	19.58	12.63
N _q :	8.71	4.31
N _γ :	6.06	2.44

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	7.92	2.64
Cimentación Circular	7.87	2.62

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		ASESOR
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-4 ALTERACIÓN 2		
NORMA	NTP 339.171				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.499	g/cm ³
Humedad fin.:	22.98	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.82	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.436	g/cm ³
Humedad fin.:	25.63	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.20	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

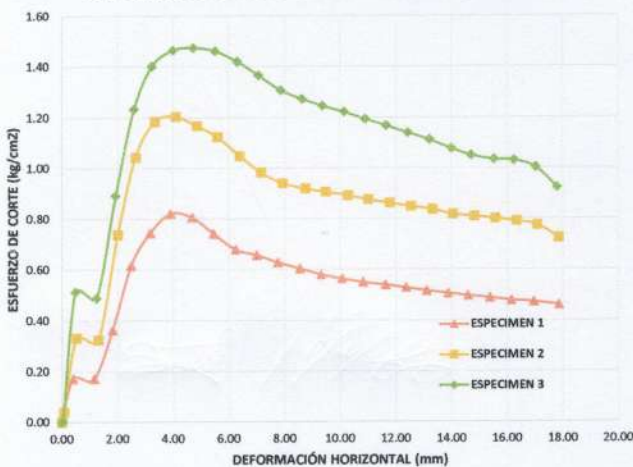
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.493	g/cm ³
Humedad fin.:	23.63	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.47	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.40	0.17	0.36
1.15	0.17	0.35
1.82	0.36	0.74
2.49	0.62	1.24
3.17	0.74	1.48
3.90	0.82	1.61
4.68	0.81	1.56
5.45	0.74	1.41
6.24	0.68	1.28
7.00	0.66	1.22
7.75	0.63	1.15
8.55	0.60	1.09
9.31	0.58	1.03
10.07	0.56	0.98
10.82	0.55	0.95
11.63	0.54	0.91
12.37	0.53	0.88
13.10	0.52	0.85
13.87	0.51	0.82
14.60	0.50	0.79
15.38	0.49	0.76
16.15	0.48	0.73
16.95	0.47	0.71
17.86	0.46	0.68

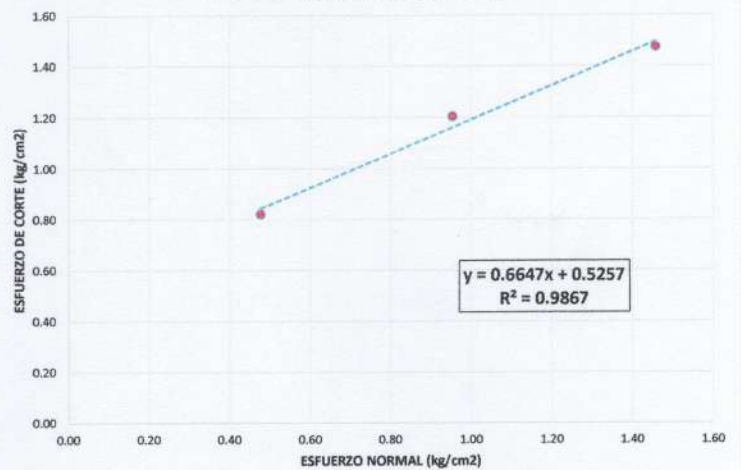
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.07	0.04	0.04
0.52	0.33	0.34
1.30	0.32	0.33
2.01	0.74	0.75
2.64	1.04	1.04
3.35	1.18	1.17
4.09	1.20	1.18
4.86	1.17	1.12
5.60	1.12	1.07
6.38	1.05	0.98
7.16	0.98	0.91
7.93	0.94	0.86
8.74	0.92	0.82
9.49	0.91	0.80
10.28	0.89	0.77
11.00	0.88	0.75
11.78	0.86	0.73
12.54	0.85	0.70
13.31	0.84	0.68
14.04	0.82	0.66
14.82	0.81	0.64
15.57	0.80	0.62
16.33	0.79	0.60
17.07	0.77	0.58
17.84	0.72	0.53

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00
0.49	0.51	0.36
1.24	0.49	0.33
1.93	0.89	0.60
2.59	1.23	0.82
3.24	1.40	0.93
4.00	1.46	0.96
4.73	1.47	0.95
5.52	1.46	0.93
6.32	1.42	0.89
7.07	1.37	0.84
7.86	1.31	0.79
8.63	1.27	0.76
9.37	1.25	0.73
10.15	1.22	0.71
10.90	1.19	0.68
11.66	1.17	0.66
12.43	1.14	0.63
13.20	1.11	0.61
13.99	1.08	0.58
14.71	1.05	0.55
15.53	1.03	0.54
16.25	1.03	0.53
17.02	1.00	0.50
17.79	0.92	0.45

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.526 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 33.6 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-4 ALTERACIÓN 2	
TEORÍA		TERZAGHI			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm³): 1.476
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.526
 Ángulo de fricción (°): 33.6
 Ángulo de fricción modificado (°): 23.9

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	50.75	23.19
N _q :	34.72	11.28
N _γ :	33.94	8.38

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	13.82	4.61
Cimentación Circular	13.63	4.54

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-4 ALTERACIÓN 3	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.592	g/cm ³
Humedad fin.:	19.20	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.56	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.519	g/cm ³
Humedad fin.:	18.28	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.79	kg/cm ²

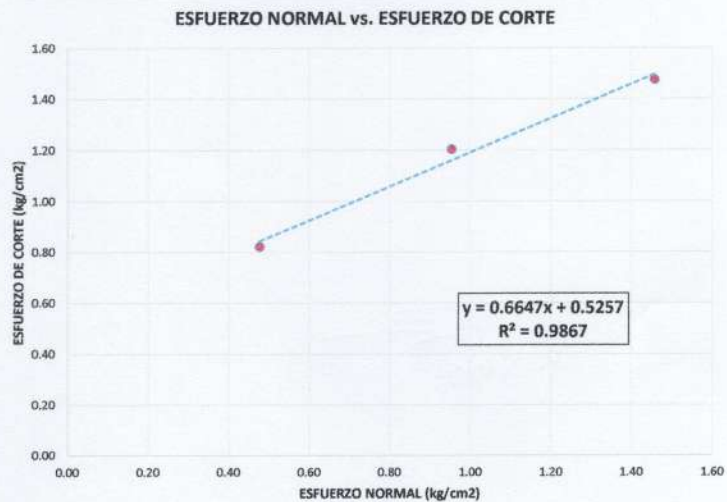
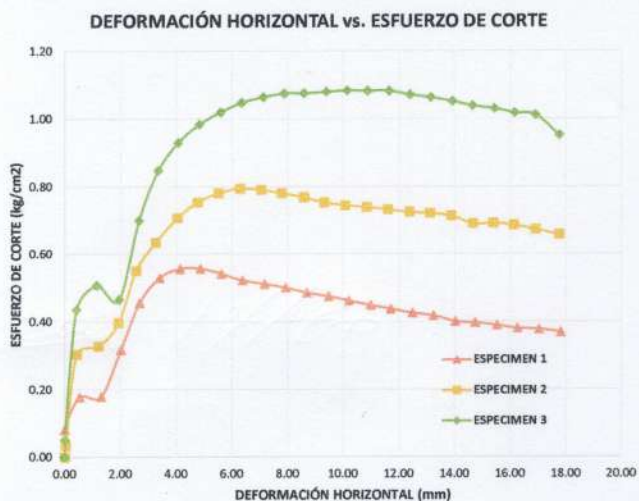
ESPECIMEN 3

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.485	g/cm ³
Humedad fin.:	15.15	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.08	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.08	0.17
0.53	0.18	0.37
1.31	0.18	0.37
2.01	0.32	0.64
2.68	0.46	0.91
3.39	0.53	1.05
4.13	0.56	1.09
4.87	0.56	1.07
5.62	0.54	1.03
6.39	0.52	0.98
7.18	0.51	0.94
7.93	0.50	0.91
8.69	0.49	0.87
9.49	0.47	0.84
10.20	0.46	0.80
10.99	0.45	0.77
11.71	0.44	0.74
12.48	0.43	0.71
13.24	0.42	0.68
14.02	0.40	0.64
14.75	0.40	0.63
15.52	0.39	0.61
16.27	0.38	0.58
17.04	0.38	0.57
17.82	0.37	0.55

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.03	0.04
0.42	0.30	0.32
1.21	0.33	0.34
1.93	0.40	0.40
2.56	0.55	0.55
3.26	0.63	0.63
4.03	0.71	0.69
4.78	0.75	0.73
5.52	0.78	0.74
6.29	0.79	0.75
7.05	0.79	0.73
7.79	0.78	0.71
8.58	0.77	0.69
9.32	0.75	0.67
10.07	0.74	0.65
10.84	0.74	0.63
11.60	0.73	0.62
12.38	0.72	0.60
13.11	0.72	0.59
13.87	0.71	0.57
14.66	0.69	0.55
15.39	0.69	0.54
16.13	0.69	0.53
16.91	0.67	0.51
17.76	0.66	0.48

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.05	0.04
0.42	0.44	0.30
1.14	0.51	0.35
1.94	0.46	0.31
2.66	0.70	0.47
3.36	0.85	0.56
4.06	0.93	0.61
4.85	0.98	0.63
5.60	1.02	0.65
6.35	1.05	0.65
7.14	1.06	0.65
7.88	1.07	0.65
8.59	1.07	0.64
9.40	1.08	0.64
10.15	1.08	0.63
10.88	1.08	0.62
11.65	1.08	0.61
12.41	1.07	0.59
13.15	1.06	0.58
13.92	1.05	0.56
14.66	1.04	0.55
15.44	1.03	0.53
16.17	1.02	0.52
16.92	1.01	0.51
17.77	0.95	0.47



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.295 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 28.2 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-4 ALTERACIÓN 3
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.532
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.295
 Ángulo de fricción (°): 28.2
 Ángulo de fricción modificado (°): 19.7

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_y$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_y$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	32.12	17.34
N _q :	18.22	7.21
N _y :	15.20	4.76

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	6.53	2.18
Cimentación Circular	6.42	2.14

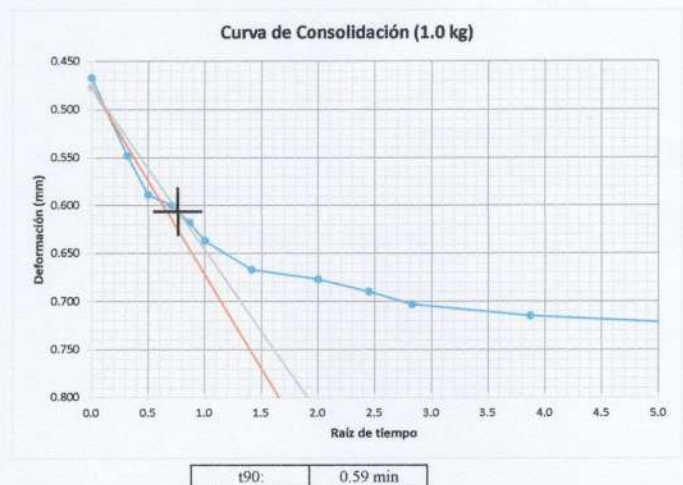
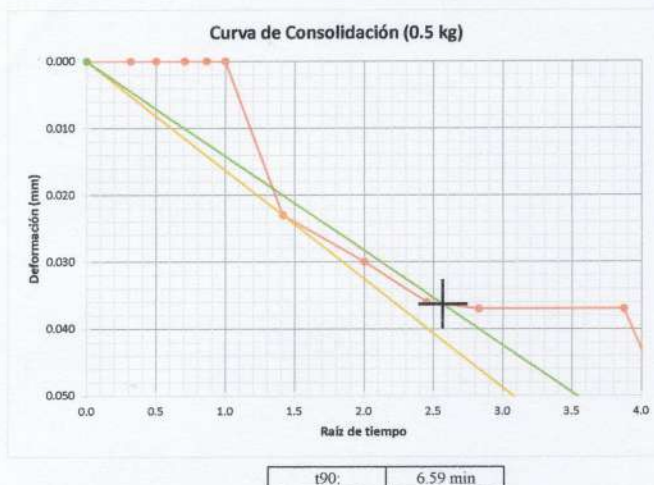
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO						
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL			C-4 NATURAL		
	NORMA	NTP 339.154					
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025						
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP		
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m		
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez		
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		

		C - N° 4 - CARGA						
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
		0.5	1	2	4	8	16	32
		kg/cm ²						
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm ²						
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.467	1.184	1.716	2.863	3.438	4.376
0.1	0.32	0.000	0.548	1.416	2.257	3.133	3.974	4.890
0.25	0.50	0.000	0.589	1.496	2.343	3.238	4.115	5.068
0.5	0.71	0.000	0.600	1.546	2.402	3.263	4.151	5.128
0.75	0.87	0.000	0.618	1.561	2.424	3.288	4.192	5.159
1	1.00	0.000	0.637	1.572	2.433	3.309	4.210	5.173
2	1.41	0.023	0.667	1.600	2.452	3.323	4.231	5.214
4	2.00	0.030	0.677	1.617	2.464	3.339	4.247	5.231
6	2.45	0.036	0.690	1.624	2.468	3.354	4.260	5.243
8	2.83	0.037	0.703	1.627	2.473	3.360	4.268	5.250
15	3.87	0.037	0.715	1.639	2.490	3.371	4.279	5.271
30	5.48	0.113	0.724	1.666	2.512	3.379	4.297	5.288
45	6.71	0.117	0.730	1.679	2.519	3.383	4.305	5.292
60	7.75	0.136	0.734	1.682	2.524	3.388	4.311	5.295
120	10.95	0.152	0.761	1.696	2.538	3.405	4.335	5.317
180	13.42	0.162	0.766	1.706	2.545	3.417	4.350	5.332
240	15.49	0.163	0.771	1.711	2.550	3.422	4.352	5.341


DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	5.341	5.268
16 a 8	5.268	5.123
8 a 4	5.122	4.911
4 a 2	4.910	4.704
2 a 1	4.703	4.484
1 a 0	4.480	3.723

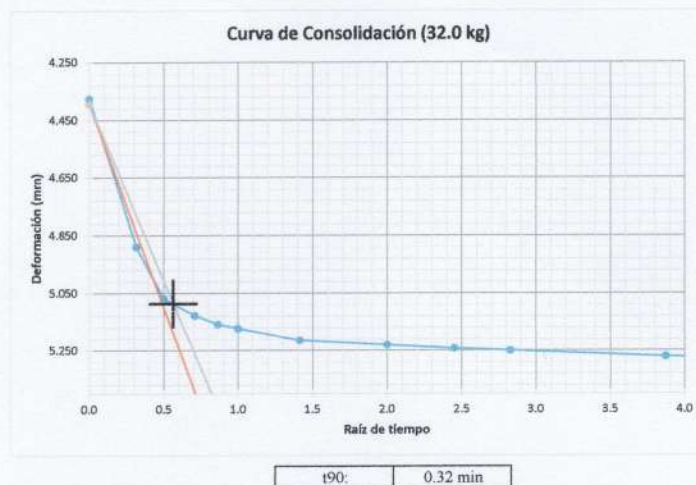
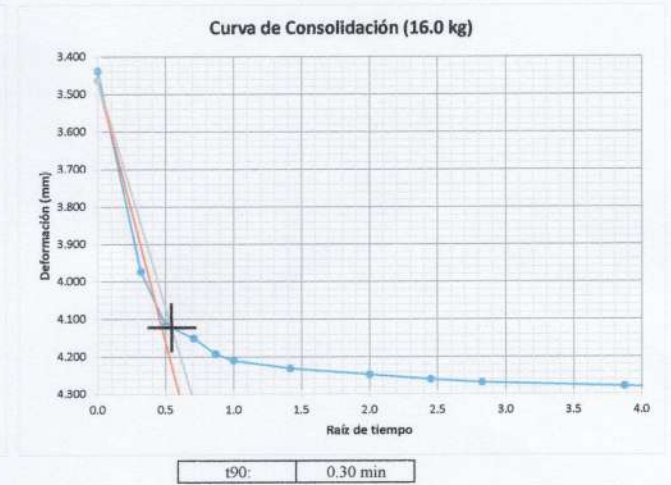
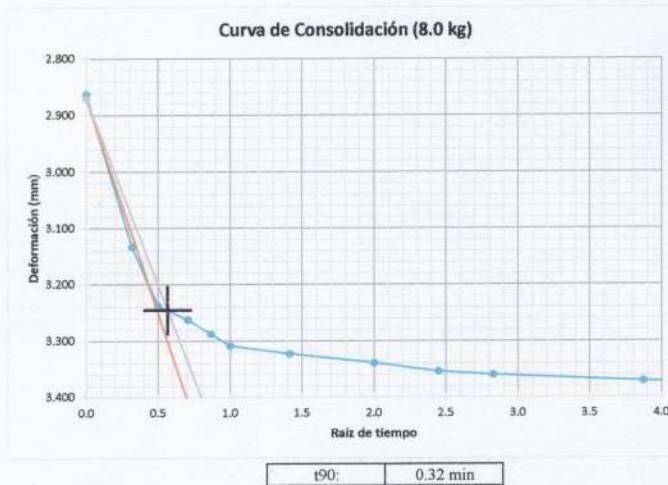
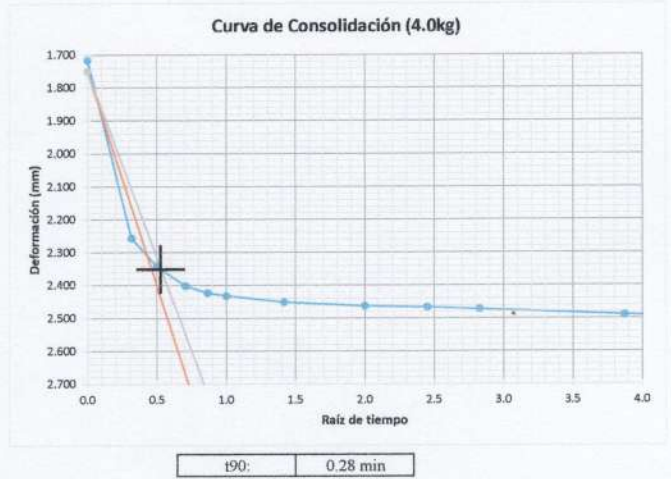
Masa de anillo (g)	Inicio	Final
Masa muestra húmeda (g)	72.8	72.8
Masa muestra seca (g)	83.1	99.7
	-	70.1
Altura (mm)	20.0	1.735
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.79	





OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		
	NORMA	NTP 339.154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	 TÉCNICO DE LABORATORIO	 ASesor
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-4 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

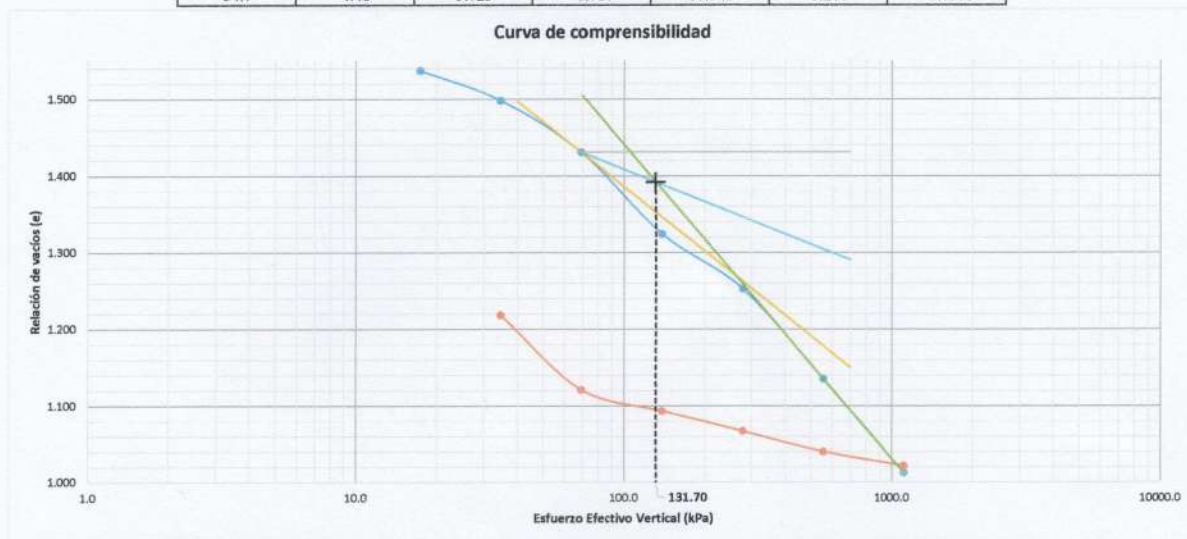
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.735
Humedad	18.54%	42.23%
Relación de vacíos (e)	1.558	1.218
Saturación	33.18%	96.59%

Densidad seca:	1.090 g/cm ³
Peso seco unitario:	10.68 KN/m ³
Volumen sólidos:	25.15 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	0.78 cm

Gs:	2.79
T90:	0.848
Volumen (cm ³):	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.163	0.163	19.837	1.537	0.82%	6.59 min	0.002
34.7	0.467	0.771	0.304	19.533	1.498	1.52%	0.59 min	0.024
69.3	1.184	1.711	0.527	19.006	1.431	2.64%	0.34 min	0.041
138.8	1.716	2.55	0.834	18.172	1.324	4.17%	0.28 min	0.050
277.4	2.863	3.422	0.559	17.613	1.253	2.80%	0.32 min	0.044
555.0	3.438	4.352	0.914	16.699	1.136	4.57%	0.30 min	0.048
1109.9	4.376	5.341	0.965	15.734	1.012	4.83%	0.32 min	0.044

DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	5.341	5.268	-0.073	15.807	1.022	-0.37%	
555.0	5.268	5.123	-0.145	15.952	1.040	-0.73%	
277.4	5.122	4.911	-0.211	16.163	1.067	-1.06%	
138.8	4.91	4.704	-0.206	16.369	1.093	-1.03%	
69.3	4.703	4.484	-0.219	16.588	1.121	-1.10%	
34.7	4.48	3.723	-0.757	17.345	1.218	-3.79%	



Presión de preconsolidación (Pc):	131.70 kPa	=	1.34 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.499		Índice de recompresión (Cr): 0.084



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio Cruzado Tapia César Yair</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Walter Manuel Vásquez Tapia COLEGIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-4 NATURAL	
	TEORIA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35,0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.499
Índice de recompresión (Cr):	0.084
Presión de preconsolidación:	1.34 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	1.558

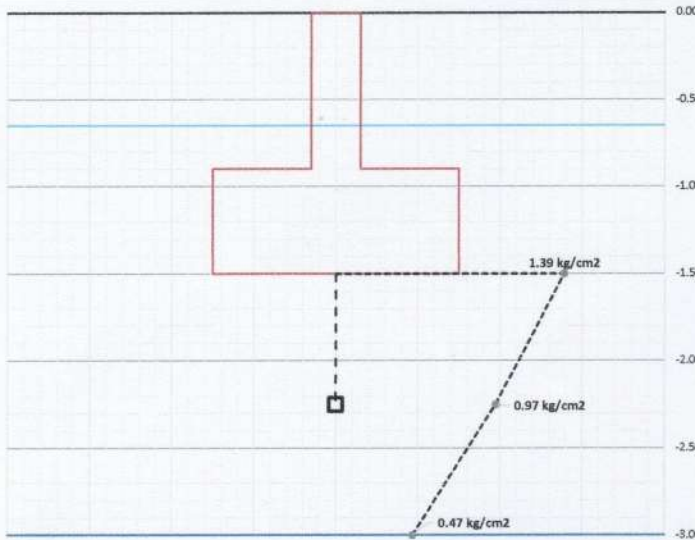
OCR:	6.73
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.35 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ _o
1	0.65 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.07 kg/cm ²
2	2.35 m	NO	1089.53 kg/m ³	0.13 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.200 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	mI	nI	Ic	Δσ ['] -qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ ['] prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

$$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

$$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA S _{c(p)} :	59.0 mm
---	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CESAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	
NORMA		NTP 339.154	
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:
			SP
			1.50 m
			César Yair Cruzado Tapia
			Yerson Asencio Silva Vásquez
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

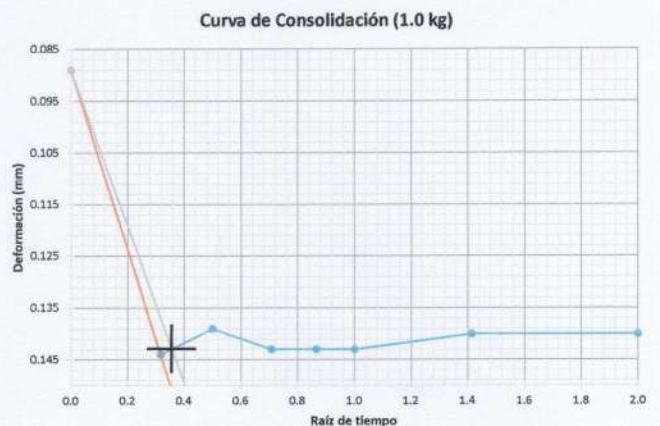
		C - N° 4 - CARGA						
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
0.5	1	2	4	8	16	32		
		kg/cm ²						
0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32		
		Incrementos kg/cm ²						
0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318		
		Deformación (mm)						
0.0	0.00	0.000	0.089	0.215	0.292	0.540	0.919	1.845
0.1	0.32	0.006	0.144	0.251	0.298	0.754	1.167	1.872
0.25	0.50	0.009	0.139	0.254	0.417	0.762	1.493	2.429
0.5	0.71	0.015	0.143	0.256	0.439	0.795	1.535	2.519
0.75	0.87	0.017	0.143	0.258	0.449	0.807	1.542	2.554
1	1.00	0.019	0.143	0.259	0.459	0.814	1.555	2.573
2	1.41	0.025	0.140	0.263	0.467	0.835	1.609	2.641
4	2.00	0.032	0.140	0.266	0.479	0.857	1.624	2.672
6	2.45	0.034	0.141	0.267	0.483	0.864	1.640	2.679
8	2.83	0.036	0.141	0.267	0.490	0.871	1.651	2.685
15	3.87	0.039	0.141	0.269	0.494	0.882	1.669	2.708
30	5.48	0.044	0.142	0.271	0.499	0.890	1.678	2.722
45	6.71	0.047	0.142	0.272	0.499	0.897	1.691	2.728
60	7.75	0.051	0.142	0.273	0.502	0.901	1.696	2.739
120	10.95	0.055	0.151	0.278	0.507	0.907	1.708	2.780
180	13.42	0.057	0.150	0.281	0.510	0.909	1.716	2.790
240	15.49	0.059	0.154	0.282	0.512	0.912	1.720	2.794

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	2.794	2.752
16 a 8	2.752	2.669
8 a 4	2.669	2.527
4 a 2	2.527	2.404
2 a 1	2.402	2.278
1 a 0	2.276	1.867

	Inicio	Final
Masa de anillo (g)	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	107.4	111.5
Masa muestra seca (g)	-	82.5
Altura (mm)	20.0	1.839
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.54	



t₉₀: 5.00 min



t₉₀: 0.13 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180750



PROTOCOLO

ENSAYO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

C-4 ALTERACIÓN 1

NORMA

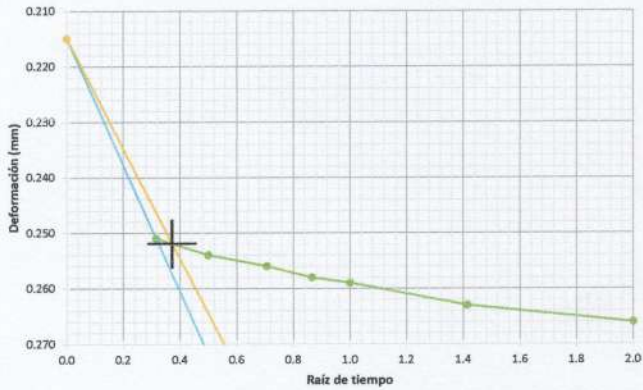
NTP 339.154

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

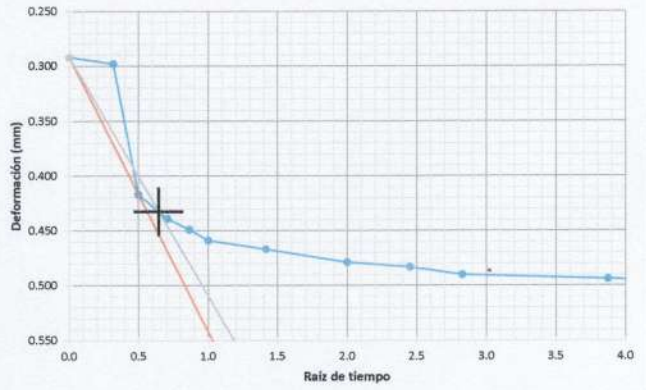
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Curva de Consolidación (2.0 kg)



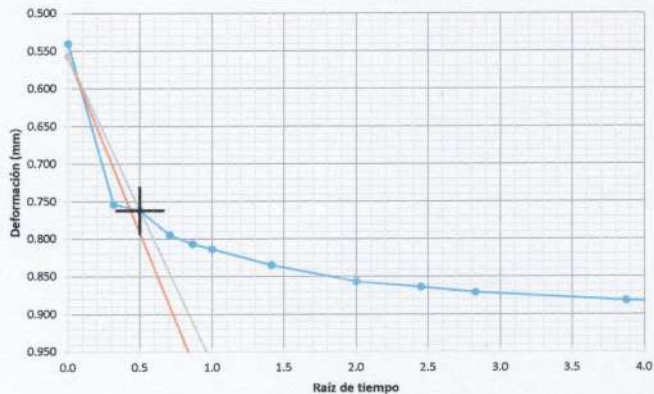
t90: 0.14 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



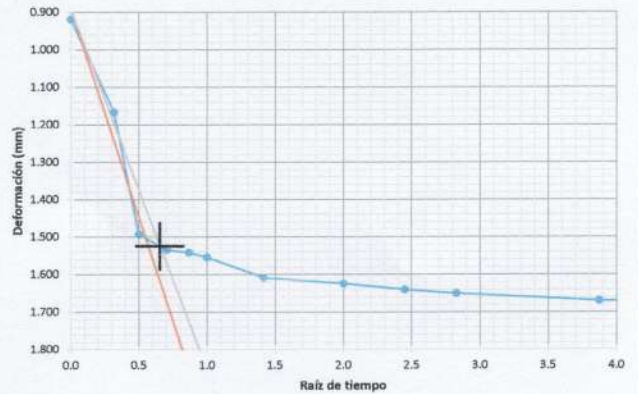
t90: 0.42 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



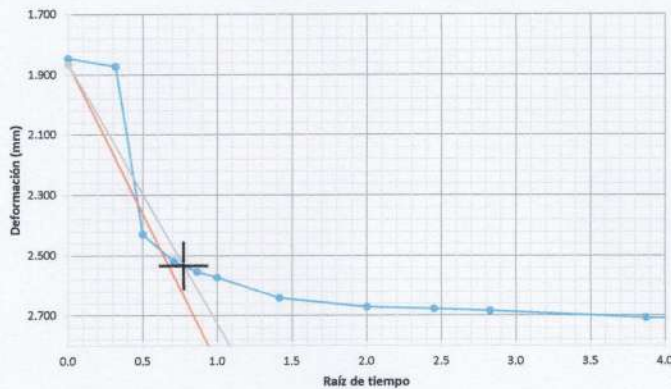
t90: 0.25 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 0.43 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 0.60 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO

TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESOR

Silva Vásquez Yerson Asencio
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO
 CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR

Walter Manuel Vásquez Tapia
 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Carlos Tapia Cabrera
 CARLOS TAPIA CABRERA
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-4 ALTERACIÓN I		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 4	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

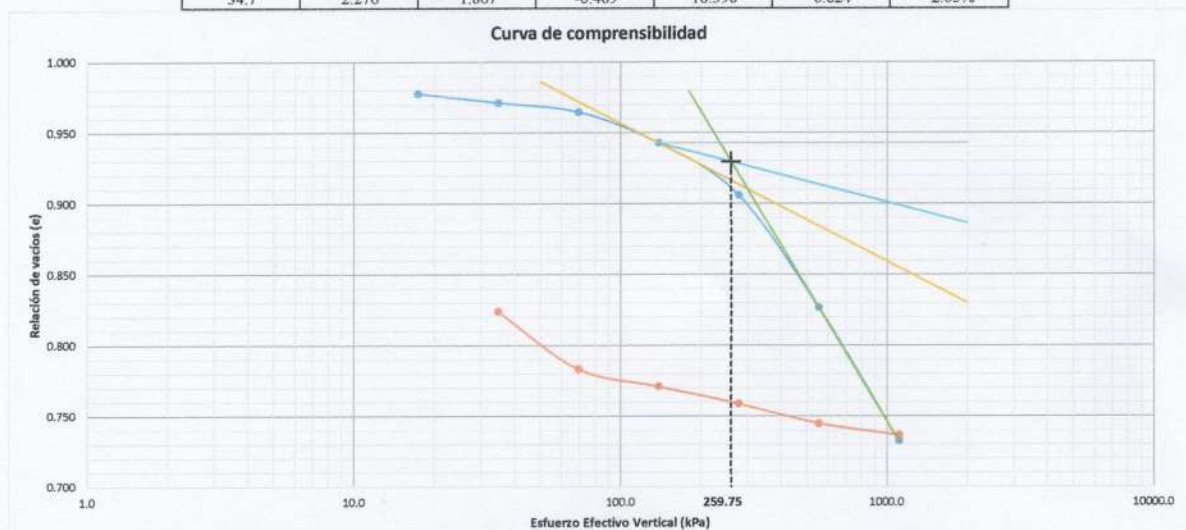
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.839
Humedad	30.18%	35.15%
Relación de vacíos (e)	0.984	0.824
Saturación	78.05%	100.00%

Densidad seca:	1.282 g/cm ³
Peso seco unitario:	12.57 KN/m ³
Volumen sólidos:	32.44 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	1.01 cm

Gs:	2.54
T90:	0.848
Volumen (cm ³):	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.059	0.059	19.941	0.978	0.30%	5.00 min	0.003
34.7	0.089	0.154	0.065	19.876	0.971	0.33%	0.13 min	0.111
69.3	0.215	0.282	0.067	19.809	0.965	0.34%	0.14 min	0.102
138.8	0.292	0.512	0.220	19.589	0.943	1.10%	0.42 min	0.034
277.4	0.540	0.912	0.372	19.217	0.906	1.86%	0.25 min	0.056
555.0	0.919	1.72	0.801	18.416	0.826	4.01%	0.43 min	0.033
1109.9	1.845	2.794	0.949	17.467	0.732	4.75%	0.60 min	0.024

DESCARGA						
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)
1109.9	2.794	2.752	-0.042	17.509	0.736	-0.21%
555.0	2.752	2.669	-0.083	17.592	0.745	-0.41%
277.4	2.669	2.527	-0.142	17.734	0.759	-0.71%
138.8	2.527	2.404	-0.123	17.857	0.771	-0.62%
69.3	2.402	2.278	-0.124	17.981	0.783	-0.62%
34.7	2.276	1.867	-0.409	18.390	0.824	-2.05%



Presión de preconsolidación (Pc):	259.75 kPa	=	2.65 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.344		Índice de recompresión (Cr): 0.040



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-4 ALTERACIÓN 1		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 4	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freatico (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.344
Índice de recompresión (Cr):	0.040
Presión de preconsolidación:	2.65 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.984

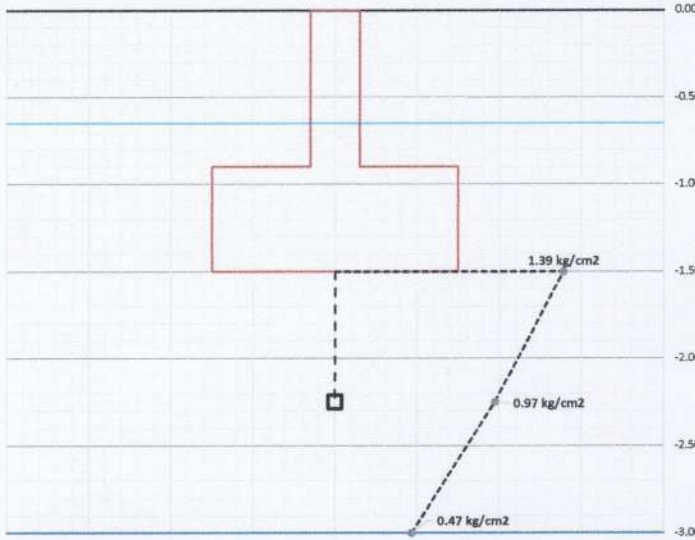
OCR:	7.10
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.35 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'o
1	0.65 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.07 kg/cm ²
2	2.35 m	NO	1282.25 kg/m ³	0.30 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.373 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	m1	n1	Ic	Δσ'-qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO

$$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

$$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

$$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$$

$$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	26.1 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA OABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750

CALICATA N°5
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-5 NATURAL
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Calicata	N° 5			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	81.0	113.8	85.0	93.3
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	1042.0	1163.4	1553.6	1253.0
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	903.5	1015.7	1350.6	1089.9
Masa de muestra seca (g)	822.5	901.9	1265.6	996.7
Masa del agua (g)	138.5	147.7	203.0	163.1
Contenido de humedad (%)	16.84%	16.38%	16.04%	16.42%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 16.42%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 19979



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-5 E-1
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	Nº 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Calicata	Nº 5			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	87.6	82.6	84.8	85.0
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	803.7	791.4	711.2	768.8
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	723.8	702.5	623.4	683.2
Masa de muestra seca (g)	636.2	619.9	538.6	598.2
Masa del agua (g)	79.9	88.9	87.8	85.5
Contenido de humedad (%)	12.56%	14.34%	16.30%	14.40%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 14.40%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N.º 148728



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-5 E-2
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025				
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Calicata	N° 5			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	128.2	110.7	157.9	132.3
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	972.0	691.1	734.9	799.3
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	877.9	628.0	674.5	726.8
Masa de muestra seca (g)	749.7	517.3	516.6	594.5
Masa del agua (g)	94.1	63.1	60.4	72.5
Contenido de humedad (%)	12.55%	12.20%	11.69%	12.15%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.15%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CESAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180750



PROTOCOLO

ENSAYO ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-5 NATURAL

NORMA NTP 339.128

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez.
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	22/04/2025				

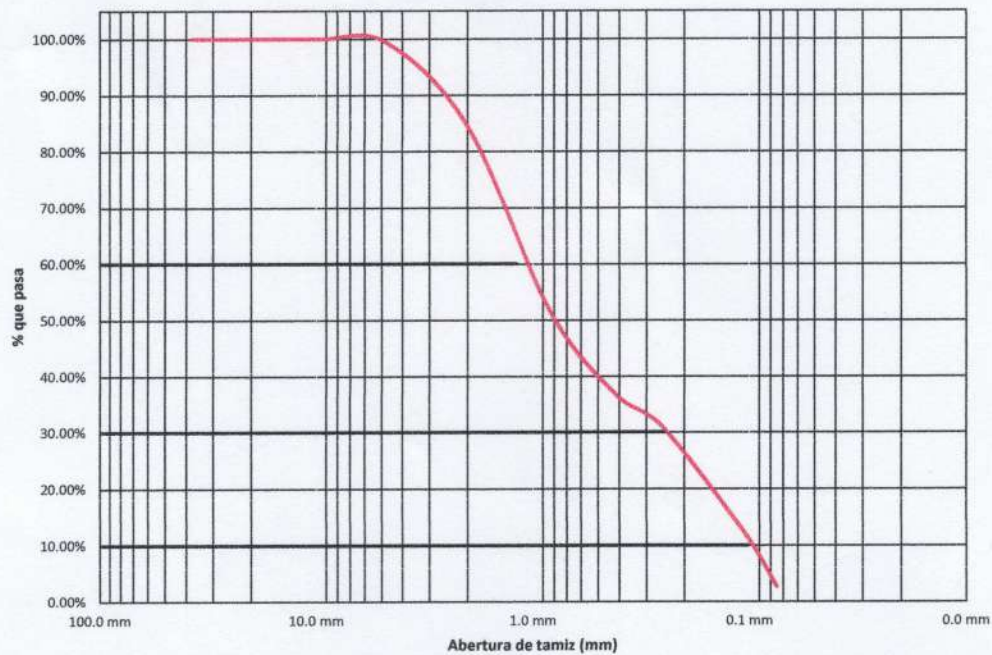
COORDENADAS UTM

ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 935.9 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	5.9 g	0.63%	0.63%	99.37%
No 10	2.0 mm	139.3 g	14.88%	15.51%	84.49%
No 20	0.84 mm	305.8 g	32.67%	48.19%	51.81%
No 40	0.42 mm	139.2 g	14.87%	63.06%	36.94%
No 60	0.25 mm	58.2 g	6.22%	69.28%	30.72%
No 140	0.106 mm	172.3 g	18.41%	87.69%	12.31%
No 200	0.075 mm	90.4 g	9.66%	97.35%	2.65%
Cozoleta		24.8 g	2.65%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.63%	% ARENA	96.72%	% FINOS	2.65%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	2.65%	Total de masa del suelo:	935.9 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	99.37%		
Límite líquido	30.73%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.50
Índice de plasticidad	5.41%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	11.67
D10	0.102 mm		
D60	1.188 mm		
D30	0.246 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA CENTRO DE LABORATORIOS	ASESOR
SEVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 199750



PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-5 ALTERACIÓN 1
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

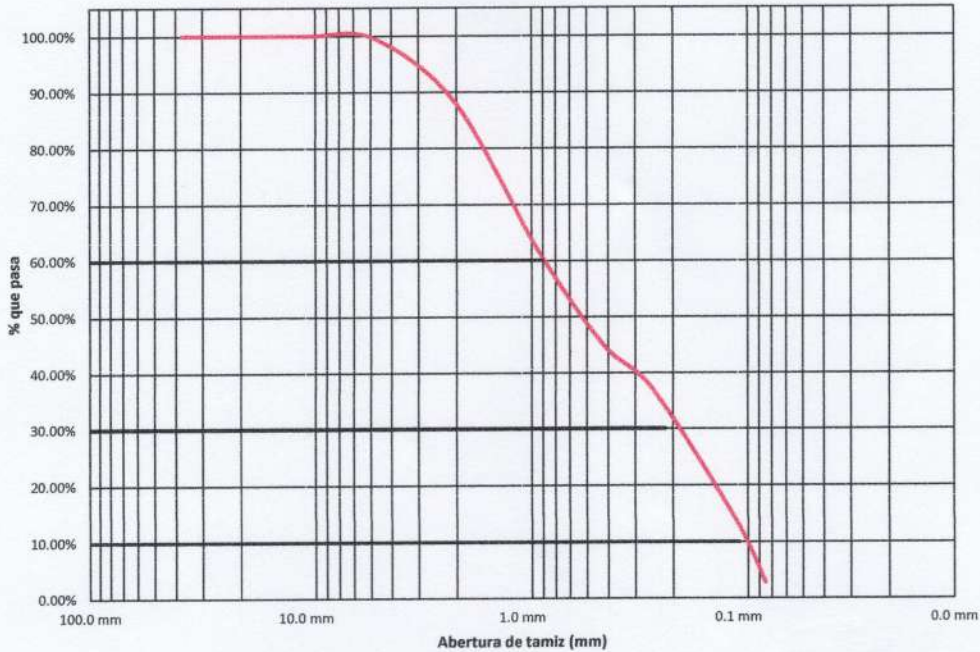
CALICATA:	Nº 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	24/04/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 682.7 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	3.5 g	0.51%	0.51%	99.49%
No 10	2.0 mm	79.8 g	11.69%	12.20%	87.80%
No 20	0.84 mm	177.7 g	26.03%	38.23%	61.77%
No 40	0.42 mm	114.7 g	16.80%	55.03%	44.97%
No 60	0.25 mm	53.3 g	7.81%	62.84%	37.16%
No 140	0.106 mm	152.4 g	22.32%	85.16%	14.84%
No 200	0.075 mm	82.3 g	12.06%	97.22%	2.78%
Cozoleta		19.0 g	2.78%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.51%	% ARENA	96.70%	% FINOS	2.78%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	2.78%	Total de masa del suelo:	682.7 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº4	99.49%		
Limite líquido	45.43%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	17.63%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	8.12
D10	0.099 mm		
D60	0.802 mm		
D30	0.216 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		



ENSAYO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-5 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	24/04/2025				

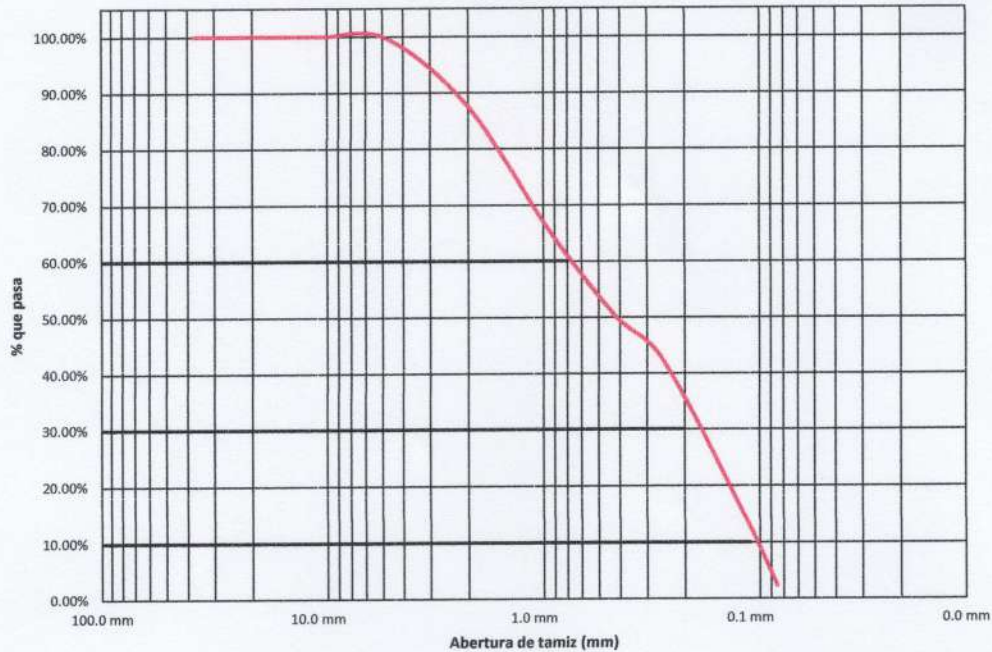
COORDENADAS UTM

ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 676.2 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	2.4 g	0.35%	0.35%	99.65%
No 10	2.0 mm	82.4 g	12.19%	12.54%	87.46%
No 20	0.84 mm	150.2 g	22.21%	34.75%	65.25%
No 40	0.42 mm	101.3 g	14.98%	49.73%	50.27%
No 60	0.25 mm	55.2 g	8.16%	57.90%	42.10%
No 140	0.106 mm	185.2 g	27.39%	85.29%	14.71%
No 200	0.075 mm	84.3 g	12.47%	97.75%	2.25%
Cozoleta		15.2 g	2.25%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.35%	% ARENA	97.40%	% FINOS	2.25%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	2.25%	Total de masa del suelo:	676.2 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	99.65%		
Limite líquido	31.86%	$Cc = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	3.83%	$Cu = D_{60}/D_{10} =$	7.08
D10	0.100 mm		
D60	0.705 mm		
D30	0.204 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189758



PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-5 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 838.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	8.9 g	1.06%	1.06%	98.94%
No 10	2.0 mm	75.9 g	9.05%	10.11%	89.89%
No 20	0.84 mm	160.5 g	19.14%	29.26%	70.74%
No 40	0.42 mm	125.5 g	14.97%	44.23%	55.77%
No 60	0.25 mm	69.5 g	8.29%	52.52%	47.48%
No 140	0.106 mm	293.9 g	35.05%	87.57%	12.43%
No 200	0.075 mm	77.4 g	9.23%	96.80%	3.20%
Cozoleta		26.8 g	3.20%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.06%	% ARENA	95.74%	% FINOS	3.20%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	3.20%	Total de masa del suelo:	838.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	98.94%		
Límite líquido	30.82%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.73
Índice de plasticidad	2.58%	$C_u = D_{60}/D_{10} =$	5.43
D10	0.101 mm		
D60	0.549 mm		
D30	0.201 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO	Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		INGENIERO CIVIL



PROTOCOLO

ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-5 E-1

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 5	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	06/05/2025				

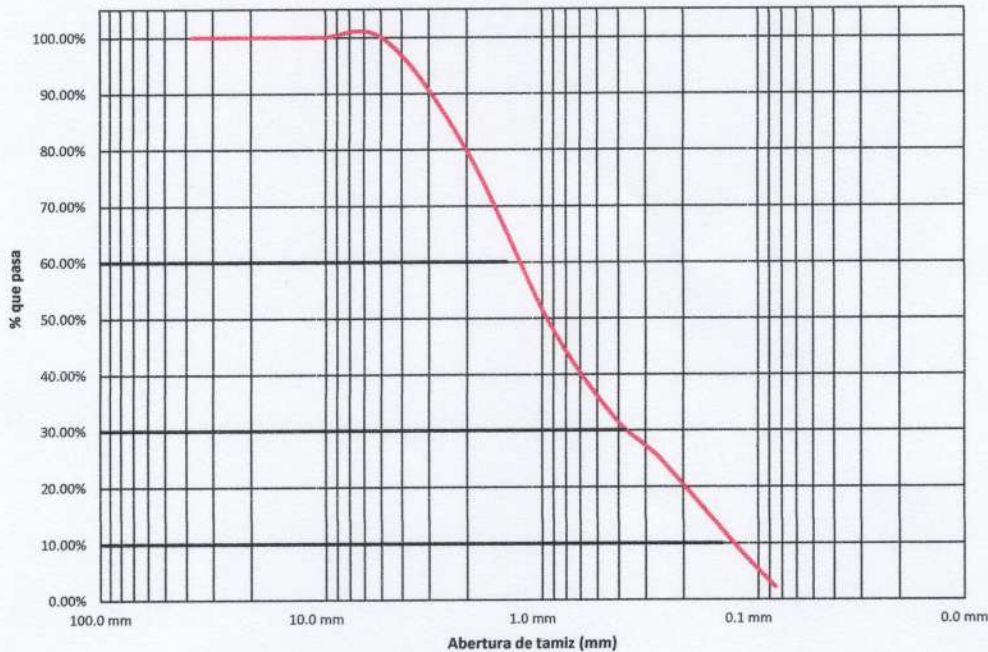
COORDENADAS UTM

ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 893.8 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	4.4 g	0.49%	0.49%	99.51%
No 10	2.0 mm	175.9 g	19.68%	20.17%	79.83%
No 20	0.84 mm	271.9 g	30.42%	50.59%	49.41%
No 40	0.42 mm	152.0 g	17.01%	67.60%	32.40%
No 60	0.25 mm	70.8 g	7.92%	75.52%	24.48%
No 140	0.106 mm	145.8 g	16.31%	91.83%	8.17%
No 200	0.075 mm	53.6 g	6.00%	97.83%	2.17%
Cozoleta		19.4 g	2.17%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.49%	% ARENA	97.34%	% FINOS	2.17%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	2.17%	Total de masa del suelo:	893.8 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	99.51%		
Límite líquido	41.94%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.80
Índice de plasticidad	12.77%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	9.88
D10	0.133 mm		
D60	1.310 mm		
D30	0.373 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	INGENIERO CIVIL
	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 180750



PROTOCOLO

ENSAYO	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-5 E-2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA: N° 5	NUMERO DE ESTRATOS: 2	PROFUNDIDAD: 2.50 m
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA	RESPONSABLES: César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025	REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 06/05/2025		

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 279.3
NORTE	9 295 193.3

Masa seca de muestra ensayada (g): 962.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	1.1 g	0.11%	0.11%	99.89%
No 10	2.0 mm	102.2 g	10.62%	10.73%	89.27%
No 20	0.84 mm	234.7 g	24.39%	35.12%	64.88%
No 40	0.42 mm	151.6 g	15.75%	50.87%	49.13%
No 60	0.25 mm	77.2 g	8.02%	58.89%	41.11%
No 140	0.106 mm	231.5 g	24.05%	82.95%	17.05%
No 200	0.075 mm	116.0 g	12.05%	95.00%	5.00%
Cozoleta		48.1 g	5.00%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.11%	% ARENA	94.89%	% FINOS	5.00%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	5.00%	Total de masa del suelo:	962.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	99.89%		
Límite líquido	31.65%	$Cc = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	10.93%	$cu = D_{60}/D_{10} =$	7.80
D10	0.093 mm		
D60	0.722 mm		
D30	0.198 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 188799



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

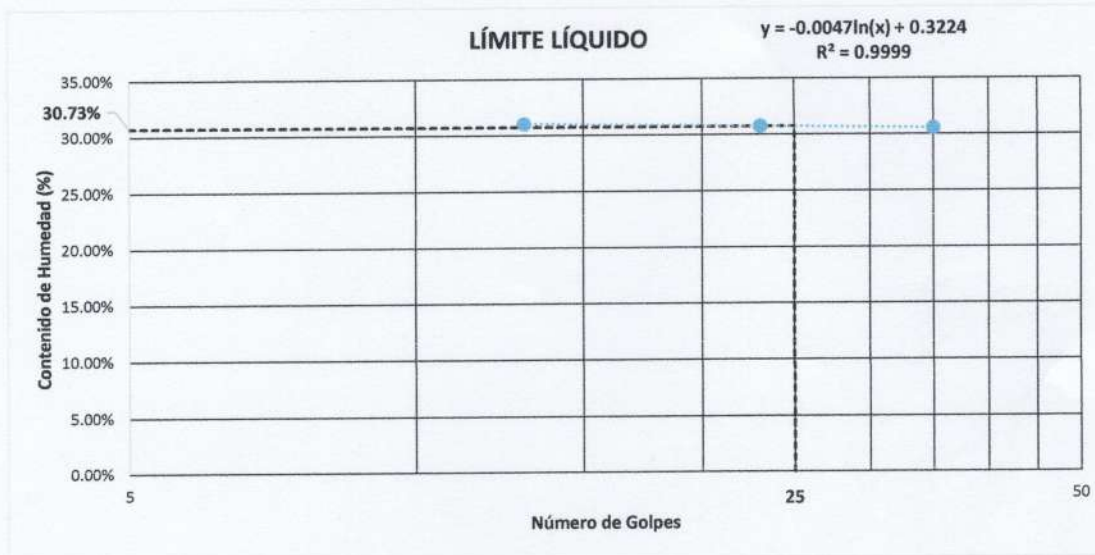
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.6	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.0	44.4	45.9
Masa tara + suelo seco (g)	43.2	42.8	43.9
Número de golpes	13	23	35
Masa de suelo seco (g)	5.8	5.2	6.5
Masa agua (g)	1.8	1.6	2.0
Humedad (%)	31.03%	30.77%	30.57%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.2	37.3	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.1	43.3	42.7
Masa tara + suelo seco (g)	41.1	42.1	41.6
Masa de suelo seco (g)	3.9	4.8	4.4
Masa agua (g)	1.0	1.2	1.1
Humedad (%)	25.64%	25.00%	25.32%



Límite líquido : 30.73%

Límite Plástico : 25.32%

Índice de Plasticidad : 5.41%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

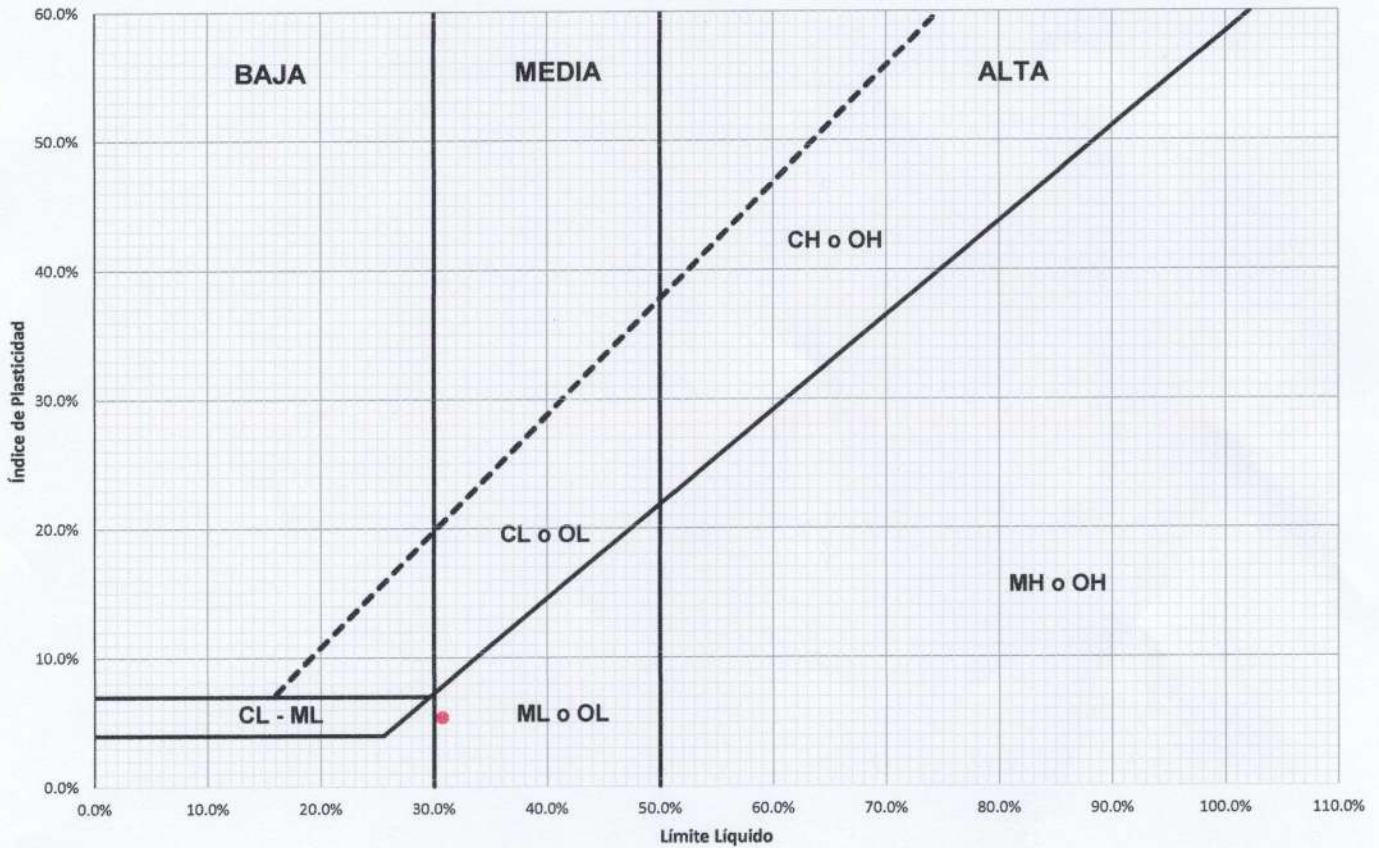
PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
30.73%	5.41%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
<i>[Signature]</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>[Signature]</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>[Signature]</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 ALTERACIÓN I

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

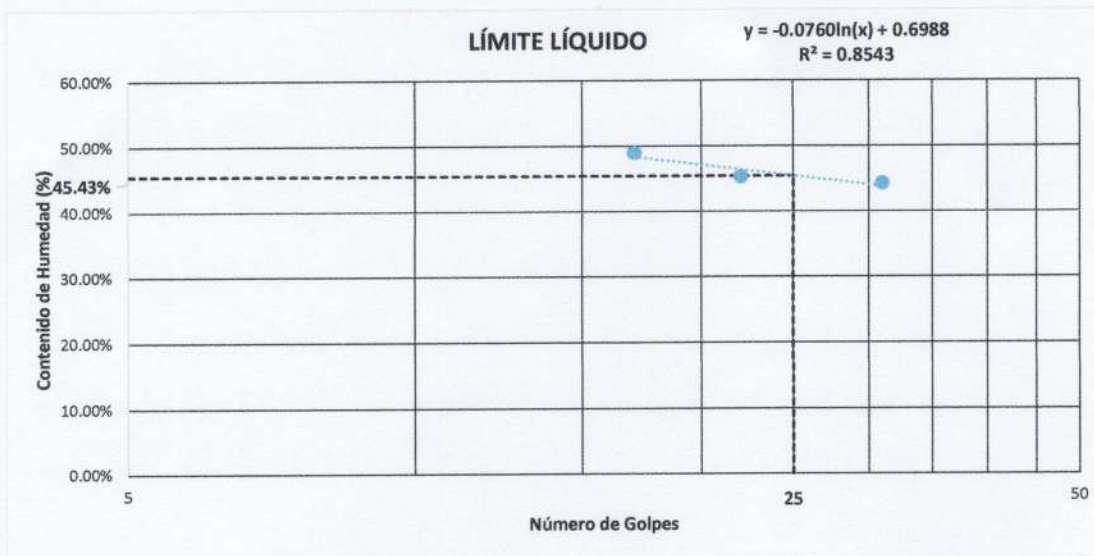
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.1	37.4	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.4	46.7	46.1
Masa tara + suelo seco (g)	42.0	43.8	43.4
Número de golpes	17	22	31
Masa de suelo seco (g)	4.9	6.4	6.1
Masa agua (g)	2.4	2.9	2.7
Humedad (%)	48.98%	45.31%	44.26%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.7	37.4	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.4	41.9	42.2
Masa tara + suelo seco (g)	41.4	40.9	41.2
Masa de suelo seco (g)	3.7	3.5	3.6
Masa agua (g)	1.0	1.0	1.0
Humedad (%)	27.03%	28.57%	27.80%



Límite líquido : 45.43%

Límite Plástico : 27.80%

Índice de Plasticidad : 17.63%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

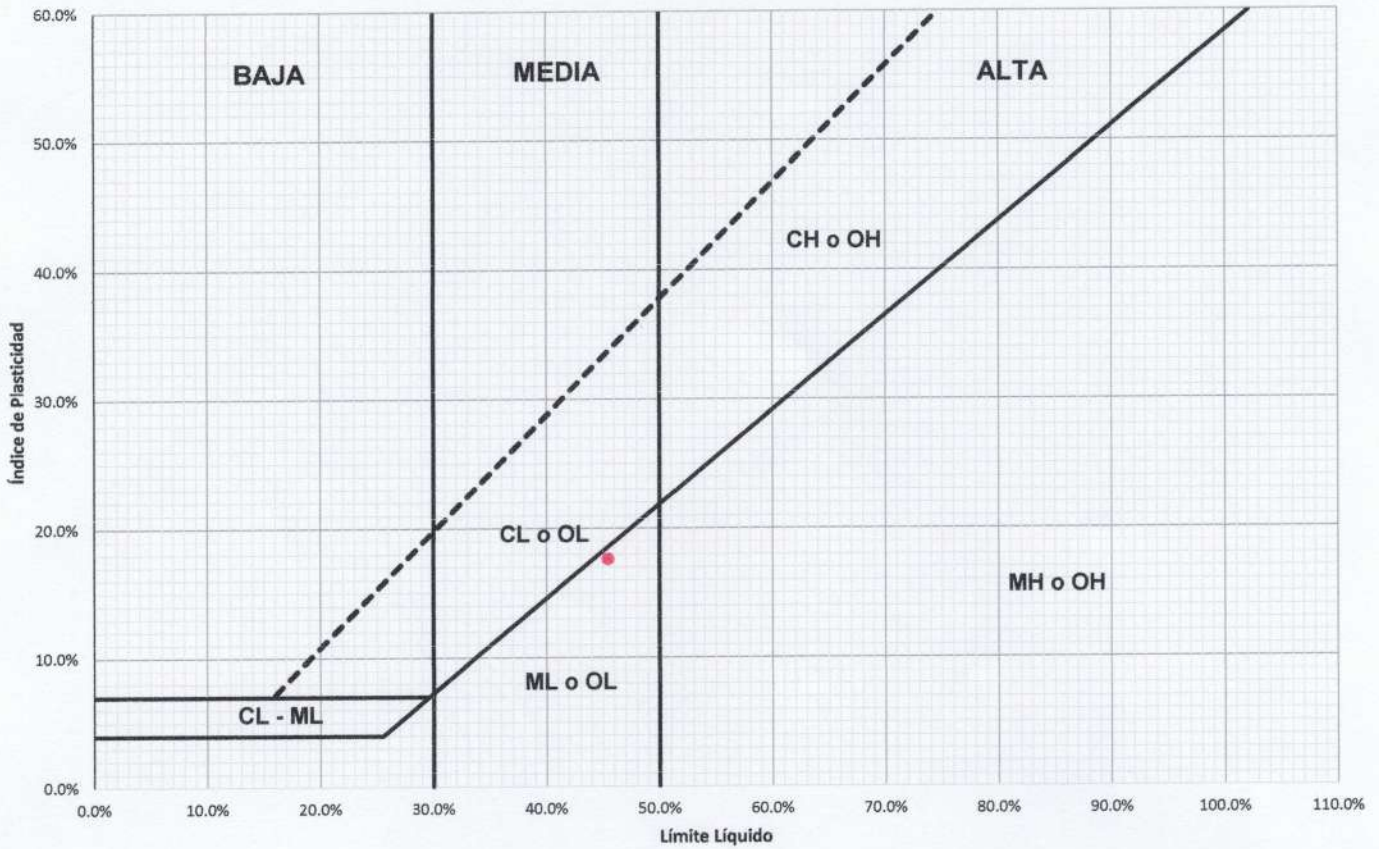
PROTOCOLO

ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-5 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
45.43%	17.63%

CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 186759



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

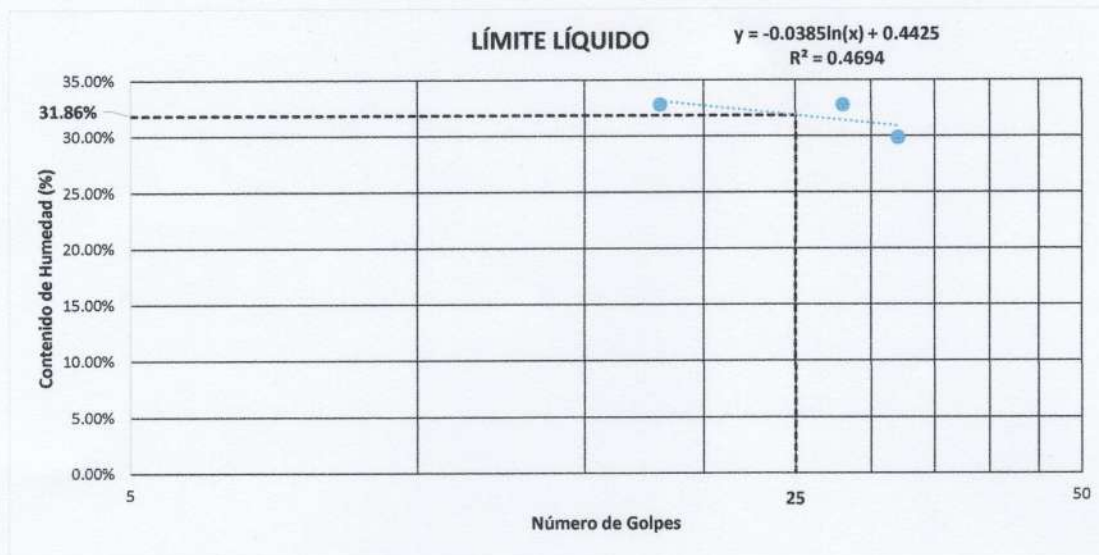
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.8	45.5	47.4
Masa tara + suelo seco (g)	43.7	43.5	45.1
Número de golpes	18	28	32
Masa de suelo seco (g)	6.4	6.1	7.7
Masa agua (g)	2.1	2.0	2.3
Humedad (%)	32.81%	32.79%	29.87%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.7	37.4	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	43.1	42.5	42.8
Masa tara + suelo seco (g)	41.9	41.4	41.7
Masa de suelo seco (g)	4.2	4.0	4.1
Masa agua (g)	1.2	1.1	1.2
Humedad (%)	28.57%	27.50%	28.04%



Límite líquido : 31.86%

Límite Plástico : 28.04%

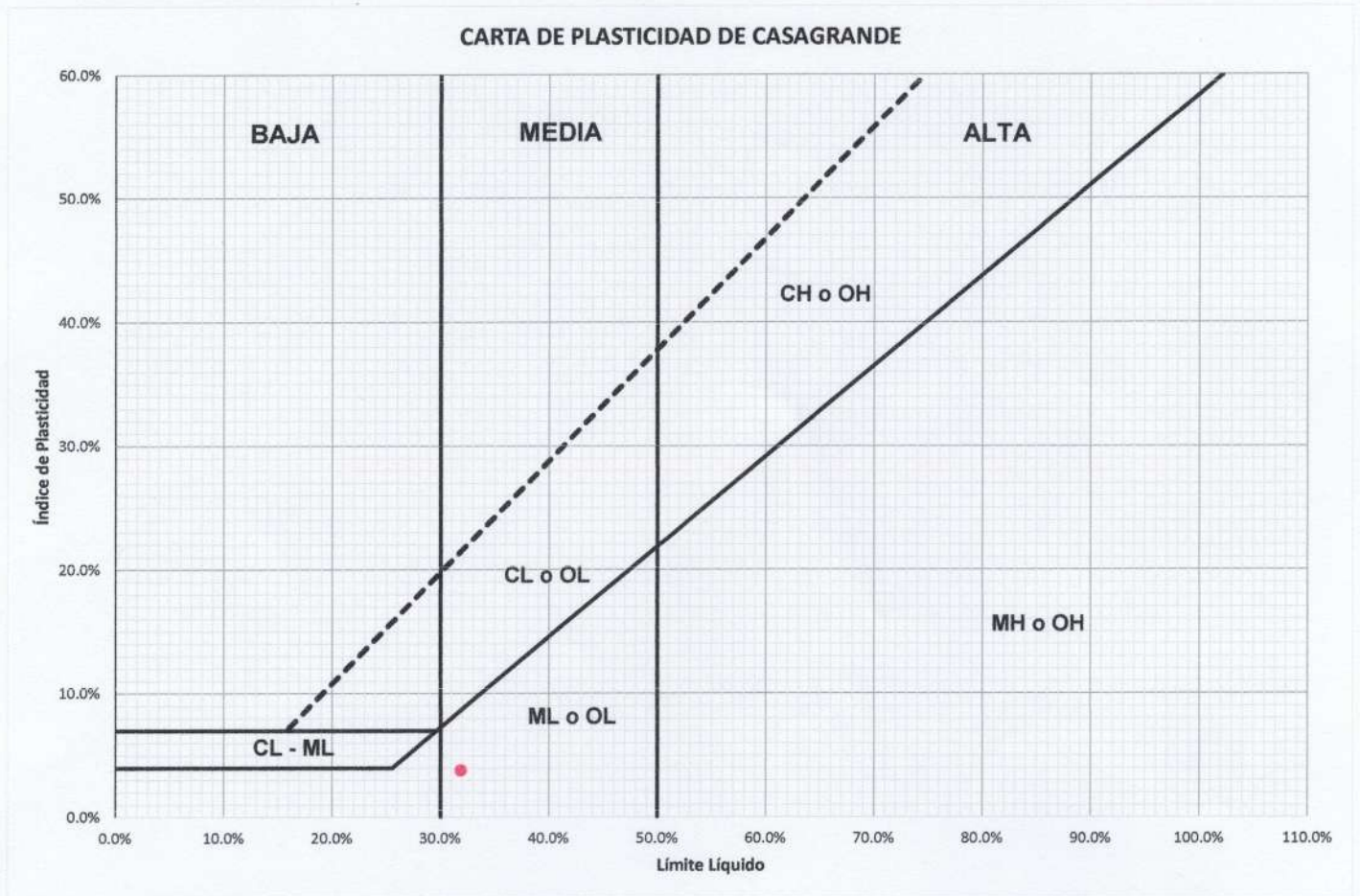
Índice de Plasticidad : 3.83%




OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-5 ALTERACIÓN 2
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 5	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
			Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO: 08/05/2025		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
31.86%	3.83%



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 100750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

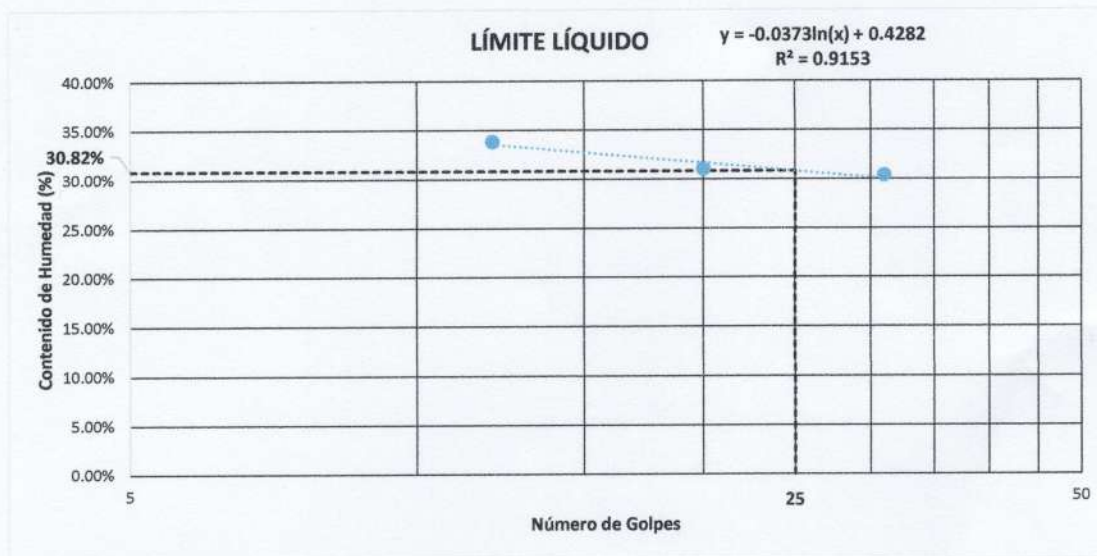
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.4	37.8
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.1	45.0	45.1
Masa tara + suelo seco (g)	43.9	43.2	43.4
Número de golpes	12	20	31
Masa de suelo seco (g)	6.5	5.8	5.6
Masa agua (g)	2.2	1.8	1.7
Humedad (%)	33.85%	31.03%	30.36%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.9	37.4	37.7
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.3	43.5	42.9
Masa tara + suelo seco (g)	41.3	42.2	41.8
Masa de suelo seco (g)	3.4	4.8	4.1
Masa agua (g)	1.0	1.3	1.2
Humedad (%)	29.41%	27.08%	28.25%




Límite líquido : 30.82%

Límite Plástico : 28.25%

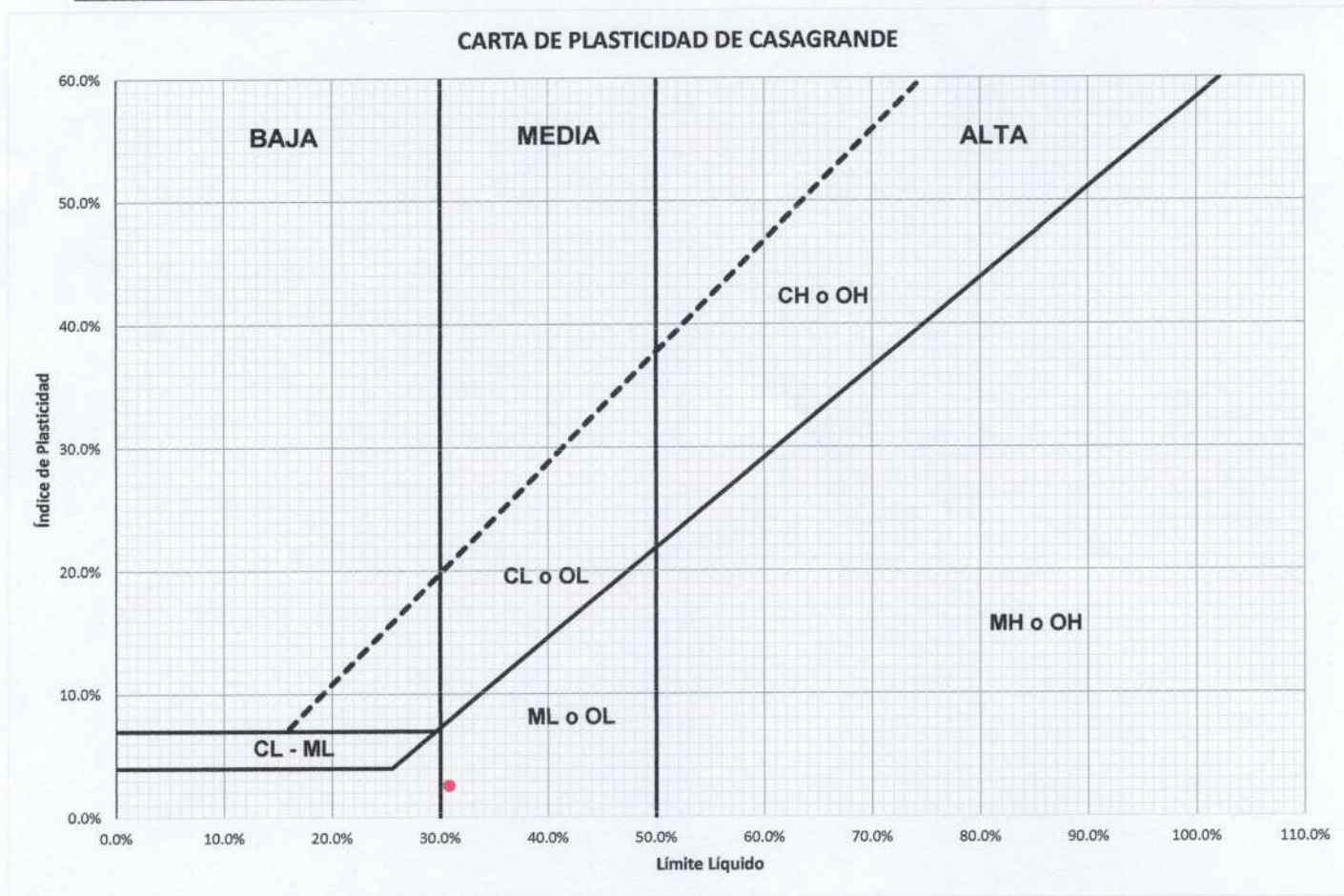
Índice de Plasticidad : 2.58%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO


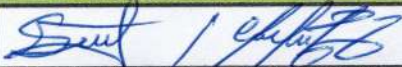
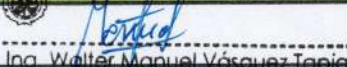

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-5 ALTERACIÓN 3
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 5	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 08/05/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

LL	IP
30.82%	2.58%



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	 TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 180750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 E-1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

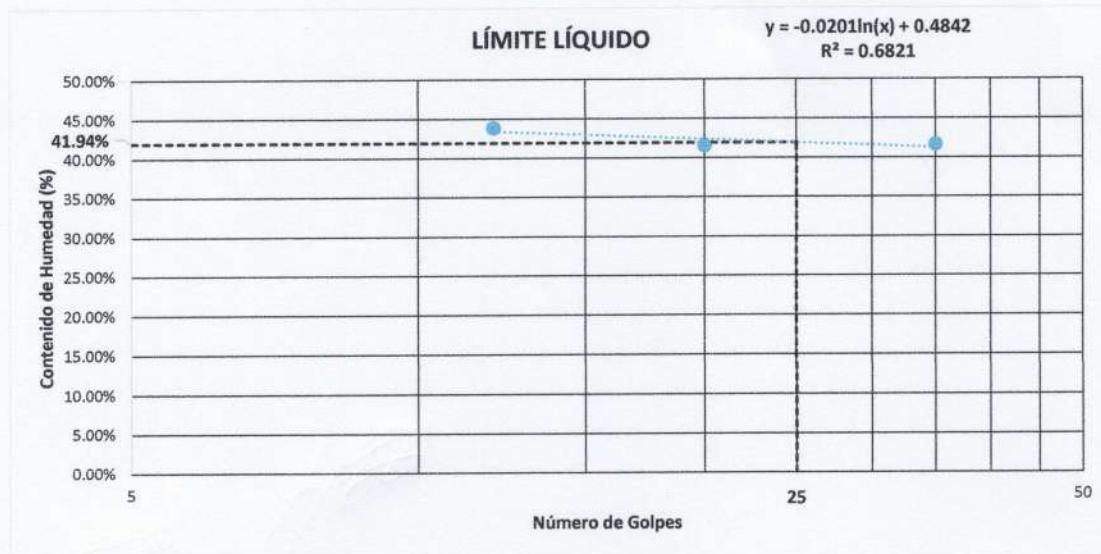
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.4	37.4	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.6	46.6	45.8
Masa tara + suelo seco (g)	43.1	43.9	43.3
Número de golpes	12	20	35
Masa de suelo seco (g)	5.7	6.5	6.0
Masa agua (g)	2.5	2.7	2.5
Humedad (%)	43.86%	41.54%	41.67%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.6	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.2	41.7	41.0
Masa tara + suelo seco (g)	39.6	40.7	40.2
Masa de suelo seco (g)	2.3	3.1	2.7
Masa agua (g)	0.6	1.0	0.8
Humedad (%)	26.09%	32.26%	29.17%



Límite líquido : 41.94%

Límite Plástico : 29.17%

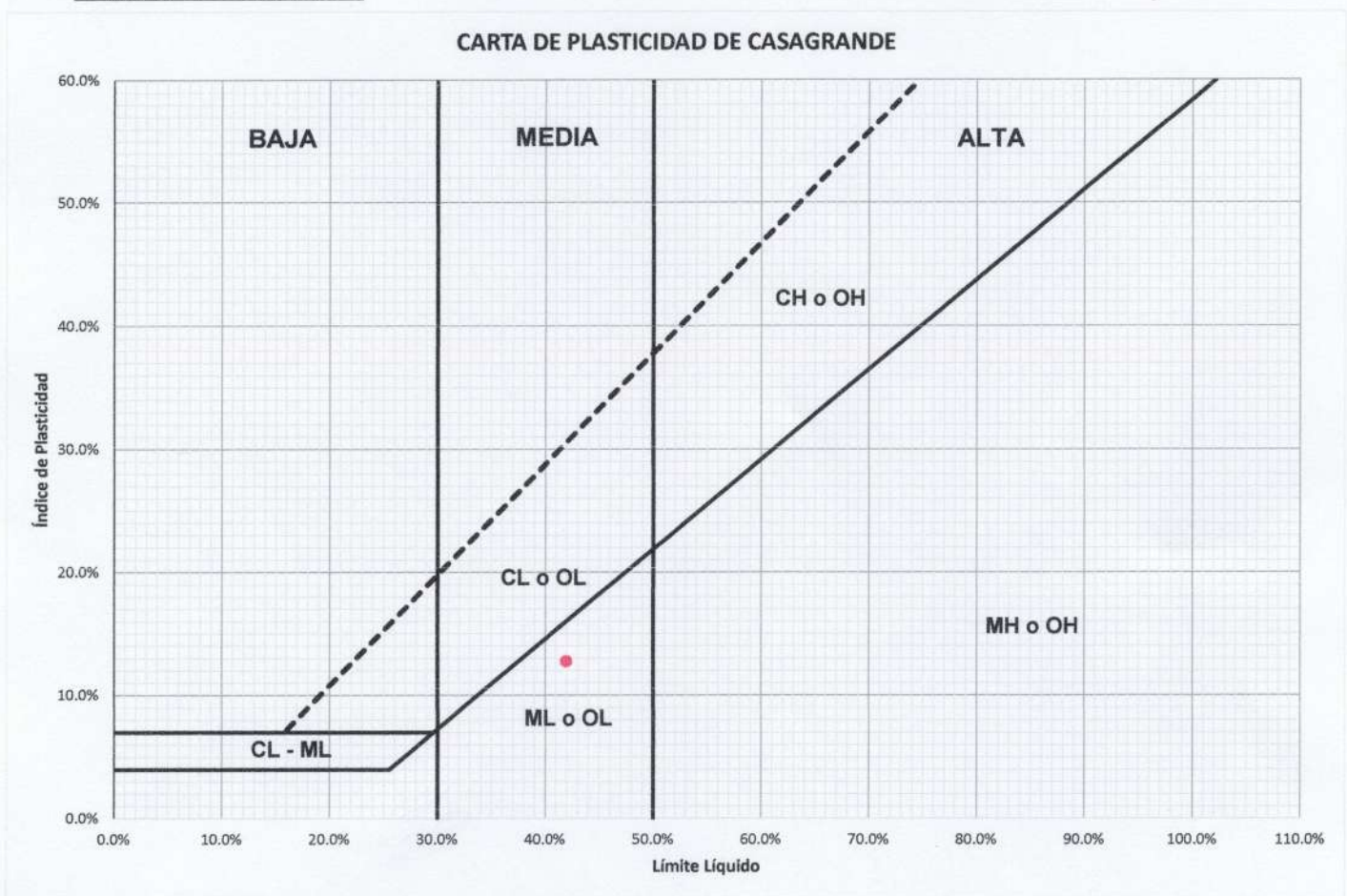
Índice de Plasticidad : 12.77%




OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188750
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-5 E-1
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 5	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 0.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 08/05/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
41.94%	12.77%



OBSERVACIONES: ESTRATO 1		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188759



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-5 E-2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

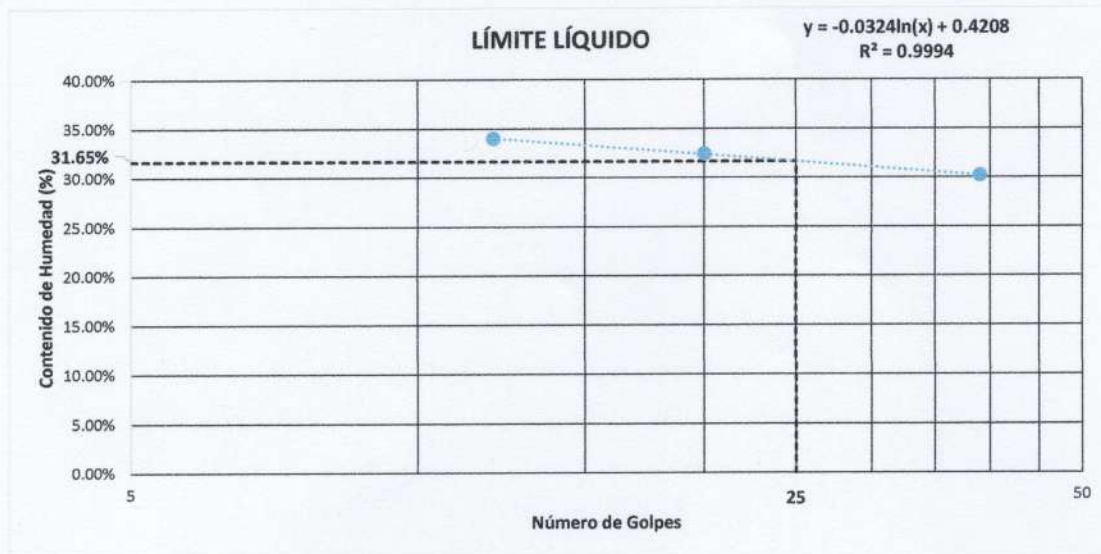
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.3	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	43.9	47.1	44.5
Masa tara + suelo seco (g)	42.2	44.7	42.9
Número de golpes	12	20	39
Masa de suelo seco (g)	5.0	7.4	5.3
Masa agua (g)	1.7	2.4	1.6
Humedad (%)	34.00%	32.43%	30.19%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.9	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.4	41.2	40.8
Masa tara + suelo seco (g)	39.9	40.6	40.3
Masa de suelo seco (g)	2.6	2.7	2.7
Masa agua (g)	0.5	0.6	0.6
Humedad (%)	19.23%	22.22%	20.73%



Límite líquido : 31.65%

Límite Plástico : 20.73%

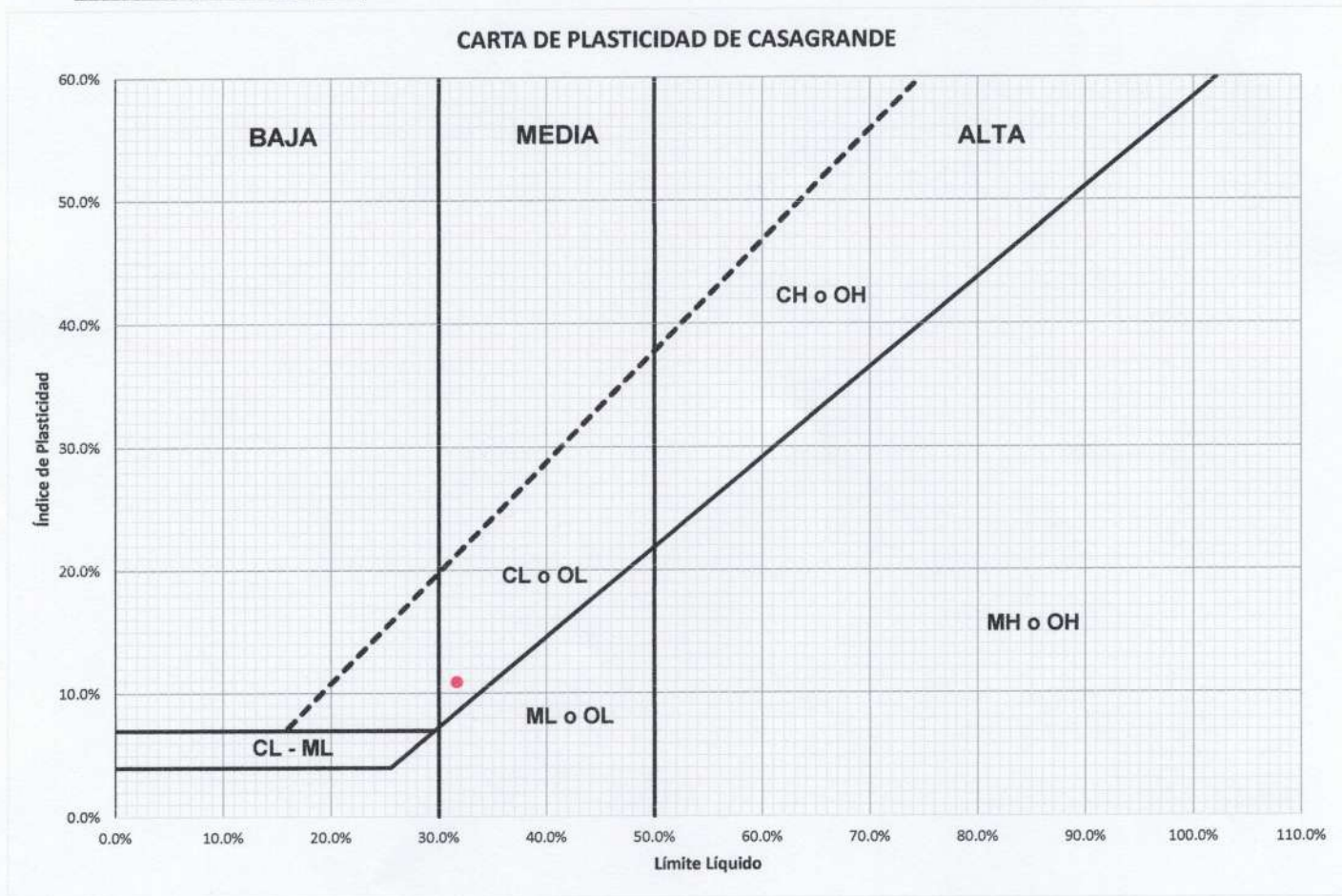
Índice de Plasticidad : 10.93%


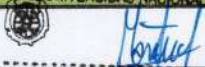

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-5 E-2
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 5	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 2.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 08/05/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
31.65%	10.93%



OBSERVACIONES: ESTRATO 2		
RESPONSABLES DE ENSAYO	ENCARGADO DEL LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-5 NATURAL		
	NORMA	NTP 339.131			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	07/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

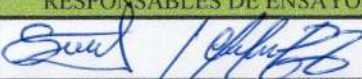


GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 5	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.2
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	636.2
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	666.3
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.50
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-5 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	07/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 5	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	30.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.5
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	387.3
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.68
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-5 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	07/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 5	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	31.7
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.9
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	387.4
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.40
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-5 ALTERACIÓN 3
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 5	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	51.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	649.6
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	681.6
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.69
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

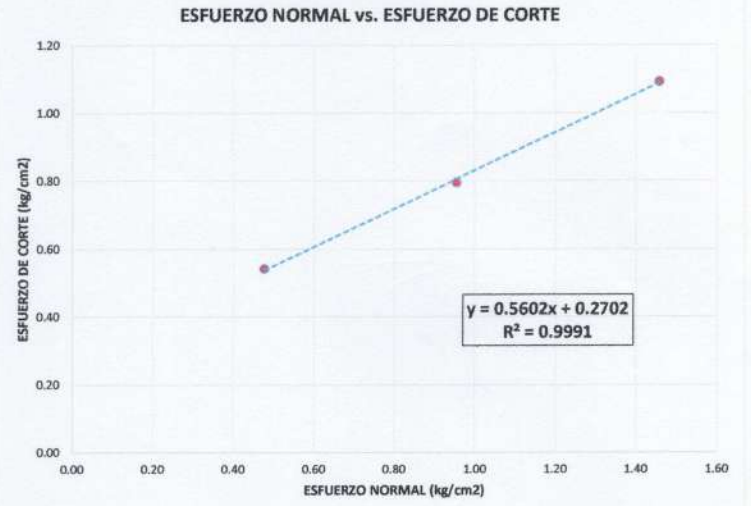
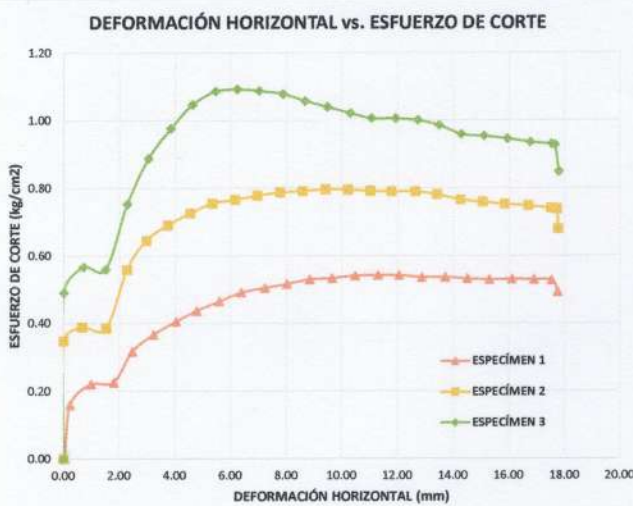
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-5 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.171			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.454	g/cm ³	Densidad seca:	1.513	g/cm ³	Densidad seca:	1.486	g/cm ³
Humedad fin.:	25.79	%	Humedad fin.:	24.24	%	Humedad fin.:	23.64	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.54	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.80	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.09	kg/cm ²

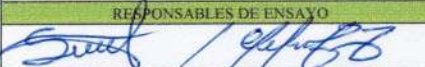


Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00
0.23	0.16	0.33
0.98	0.22	0.45
1.80	0.23	0.46
2.46	0.32	0.64
3.23	0.37	0.73
4.04	0.41	0.79
4.79	0.44	0.84
5.59	0.46	0.88
6.38	0.49	0.92
7.22	0.50	0.93
8.01	0.52	0.94
8.84	0.53	0.95
9.65	0.53	0.94
10.48	0.54	0.94
11.30	0.54	0.92
12.06	0.54	0.91
12.87	0.54	0.88
13.70	0.54	0.87
14.51	0.53	0.85
15.29	0.53	0.83
16.11	0.53	0.81
16.89	0.53	0.80
17.54	0.53	0.78
17.75	0.49	0.73

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.35	0.36
0.67	0.39	0.40
1.53	0.39	0.39
2.27	0.56	0.56
2.96	0.65	0.64
3.73	0.69	0.68
4.55	0.73	0.70
5.34	0.75	0.72
6.15	0.77	0.72
6.95	0.78	0.72
7.76	0.79	0.72
8.57	0.79	0.71
9.41	0.80	0.70
10.21	0.79	0.69
11.02	0.79	0.68
11.78	0.79	0.67
12.63	0.79	0.65
13.41	0.78	0.64
14.26	0.77	0.61
15.06	0.76	0.60
15.85	0.75	0.58
16.69	0.75	0.57
17.51	0.74	0.55
17.72	0.74	0.55
17.76	0.68	0.50

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.49	0.34
0.71	0.57	0.39
1.50	0.56	0.38
2.28	0.75	0.51
3.04	0.89	0.59
3.85	0.98	0.64
4.64	1.05	0.67
5.46	1.09	0.69
6.25	1.09	0.68
7.03	1.09	0.67
7.88	1.08	0.65
8.68	1.06	0.63
9.48	1.04	0.61
10.31	1.02	0.59
11.07	1.01	0.57
11.93	1.01	0.56
12.73	1.00	0.55
13.49	0.99	0.53
14.30	0.96	0.51
15.12	0.95	0.50
15.95	0.95	0.49
16.77	0.93	0.47
17.54	0.93	0.46
17.66	0.93	0.46
17.80	0.85	0.42



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.270 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 29.3 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO		
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-5 NATURAL
	TEORÍA		TERZAGHI		
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
PROYECTO					
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm³): 1.484
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.270
 Ángulo de fricción (°): 29.3
 Ángulo de fricción modificado (°): 20.5

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga


Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	35.09	18.29
N _q :	20.69	7.84
N _γ :	17.79	5.30

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	6.50	2.17
Cimentación Circular	6.38	2.13

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	


 CARLOS TAPIA CABRERA
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-5 ALTERACIÓN I	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.322	g/cm ³
Humedad fin.:	28.26	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.58	kg/cm ²

ESPECIMEN 2		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.376	g/cm ³
Humedad fin.:	25.13	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.09	kg/cm ²

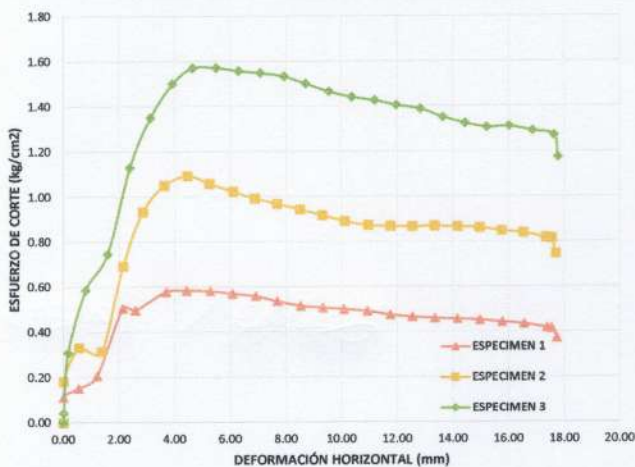
ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.369	g/cm ³
Humedad fin.:	23.43	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.57	kg/cm ²

Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.11	0.24
0.54	0.15	0.32
1.21	0.21	0.43
2.13	0.50	1.02
2.58	0.50	0.99
3.68	0.58	1.14
4.43	0.58	1.13
5.28	0.58	1.11
6.07	0.57	1.07
6.91	0.56	1.04
7.68	0.54	0.98
8.52	0.51	0.93
9.32	0.51	0.90
10.08	0.50	0.87
10.92	0.49	0.84
11.74	0.47	0.80
12.54	0.47	0.77
13.34	0.46	0.75
14.16	0.46	0.73
14.96	0.45	0.71
15.77	0.44	0.68
16.55	0.43	0.66
17.38	0.42	0.62
17.54	0.42	0.62
17.73	0.37	0.55

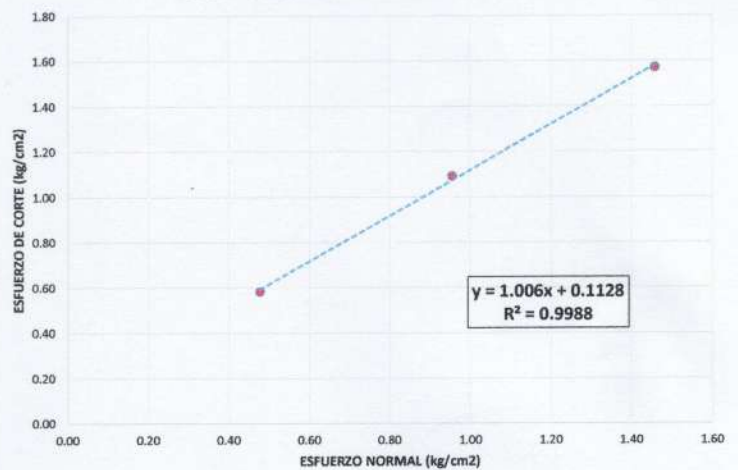
Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.18	0.19
0.56	0.33	0.34
1.37	0.31	0.32
2.14	0.69	0.70
2.85	0.93	0.93
3.62	1.05	1.03
4.46	1.09	1.06
5.25	1.06	1.01
6.10	1.02	0.96
6.88	0.99	0.92
7.68	0.97	0.88
8.49	0.94	0.85
9.31	0.92	0.81
10.11	0.89	0.78
10.95	0.87	0.75
11.75	0.87	0.73
12.53	0.87	0.72
13.33	0.87	0.71
14.15	0.87	0.69
14.96	0.86	0.68
15.74	0.85	0.65
16.52	0.84	0.64
17.32	0.82	0.61
17.55	0.81	0.60
17.69	0.74	0.55

Deforcación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.04	0.03
0.17	0.31	0.21
0.80	0.58	0.40
1.59	0.75	0.51
2.38	1.13	0.76
3.13	1.35	0.89
3.92	1.50	0.98
4.66	1.57	1.01
5.50	1.57	1.00
6.30	1.56	0.97
7.09	1.55	0.95
7.93	1.53	0.93
8.70	1.50	0.90
9.55	1.47	0.86
10.38	1.44	0.83
11.19	1.43	0.81
11.97	1.40	0.79
12.83	1.39	0.76
13.63	1.35	0.73
14.44	1.32	0.70
15.22	1.31	0.68
16.02	1.31	0.67
16.87	1.29	0.65
17.63	1.27	0.63
17.77	1.17	0.58

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.113 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 45.2 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		ASESOR	
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	CARGA ADMISIBLE		C-5 ALTERACIÓN I	
	TEORÍA	TERZAGHI			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
				Yerson Asencio Silva Vásquez	

Densidad seca (g/cm³): 1.356
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.113
 Ángulo de fricción (°): 45.2
 Ángulo de fricción modificado (°): 33.9

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	176.76	52.16
N _q :	179.00	36.05
N _γ :	269.18	35.59

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	15.34	5.11
Cimentación Circular	14.61	4.87

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-5 ALTERACIÓN 2	
NORMA	NTP 339.171			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.404	g/cm ³
Humedad fin.:	26.11	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.63	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.369	g/cm ³
Humedad fin.:	23.33	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.91	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

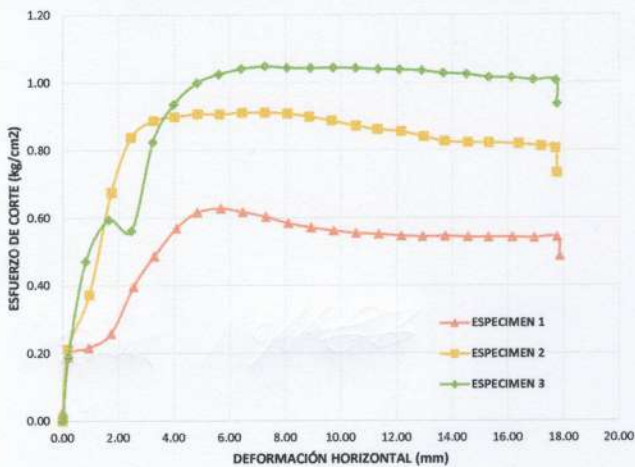
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.406	g/cm ³
Humedad fin.:	24.21	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.05	kg/cm ²

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.03	0.06
0.21	0.19	0.39
0.93	0.22	0.45
1.73	0.26	0.52
2.53	0.40	0.80
3.28	0.49	0.96
4.08	0.57	1.11
4.84	0.62	1.19
5.68	0.63	1.19
6.46	0.62	1.15
7.29	0.60	1.11
8.10	0.58	1.06
8.92	0.57	1.02
9.74	0.56	0.99
10.54	0.55	0.96
11.35	0.55	0.94
12.17	0.55	0.91
12.93	0.54	0.90
13.73	0.55	0.88
14.56	0.54	0.86
15.30	0.54	0.85
16.16	0.54	0.83
16.94	0.54	0.81
17.76	0.54	0.80
17.86	0.49	0.72

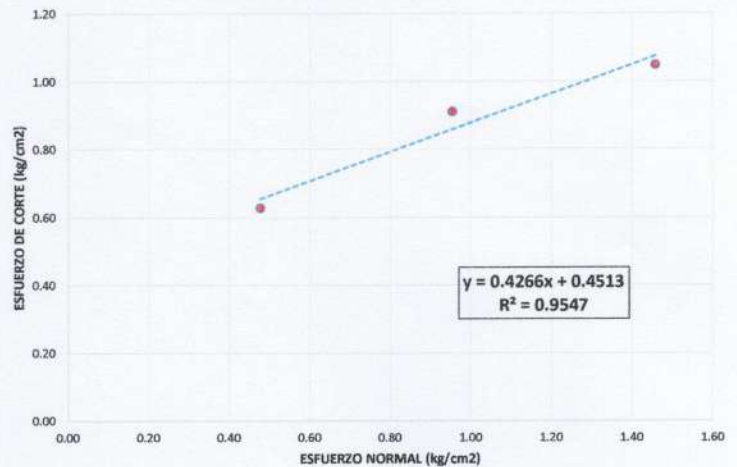
Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.01	0.01
0.19	0.21	0.22
0.95	0.37	0.38
1.74	0.68	0.69
2.45	0.84	0.84
3.25	0.89	0.88
4.01	0.90	0.88
4.85	0.91	0.87
5.64	0.91	0.86
6.44	0.91	0.85
7.26	0.91	0.84
8.07	0.91	0.82
8.85	0.90	0.80
9.67	0.89	0.78
10.53	0.87	0.75
11.31	0.86	0.73
12.15	0.85	0.71
12.97	0.84	0.69
13.71	0.83	0.67
14.56	0.82	0.65
15.31	0.82	0.64
16.38	0.82	0.62
17.19	0.81	0.61
17.70	0.81	0.60
17.75	0.73	0.54

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.02	0.01	0.01
0.20	0.19	0.13
0.82	0.47	0.32
1.65	0.59	0.40
2.47	0.56	0.38
3.23	0.82	0.54
3.97	0.93	0.61
4.83	1.00	0.64
5.61	1.02	0.65
6.40	1.04	0.65
7.26	1.05	0.64
8.05	1.04	0.63
8.89	1.04	0.62
9.73	1.04	0.61
10.52	1.04	0.60
11.33	1.04	0.59
12.09	1.04	0.58
12.90	1.03	0.57
13.67	1.03	0.55
14.51	1.02	0.54
15.31	1.01	0.53
16.12	1.01	0.52
16.91	1.01	0.51
17.72	1.01	0.50
17.76	0.94	0.46

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.451 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 23.1 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 116759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-5 ALTERACIÓN 2
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL: SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.393
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.451
 Ángulo de fricción (°): 23.1
 Ángulo de fricción modificado (°): 15.9

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	Para falla General	Para falla local
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	21.90	13.59
N _q :	10.34	4.87
N _γ :	7.52	2.86

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	6.57	2.19
Cimentación Circular	6.51	2.17

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759



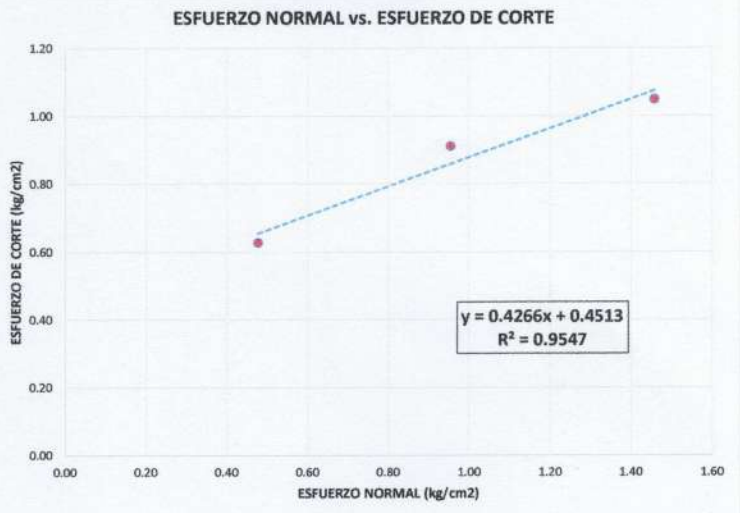
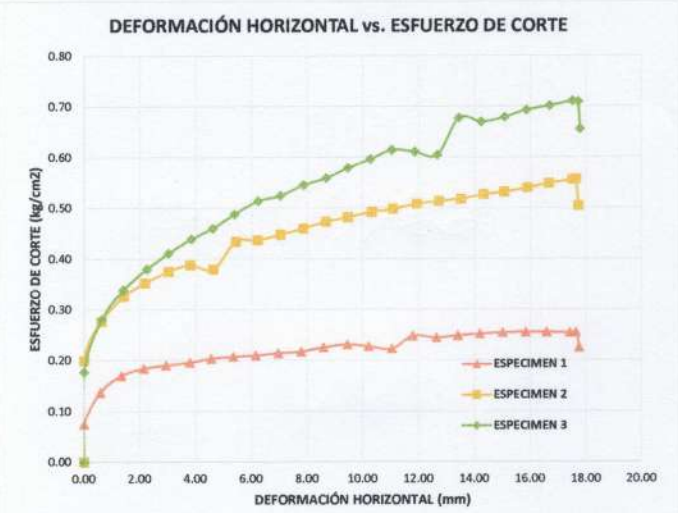
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-5 ALTERACIÓN 3	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1,50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.264	g/cm ³	Densidad seca:	1.365	g/cm ³	Densidad seca:	1.339	g/cm ³
Humedad fin.:	30.11	%	Humedad fin.:	25.53	%	Humedad fin.:	25.31	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.26	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.56	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.71	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.07	0.16
0.58	0.14	0.28
1.34	0.17	0.35
2.14	0.18	0.37
2.93	0.19	0.38
3.78	0.20	0.38
4.56	0.20	0.39
5.35	0.21	0.40
6.16	0.21	0.39
6.96	0.21	0.40
7.78	0.22	0.40
8.58	0.23	0.41
9.44	0.23	0.41
10.21	0.23	0.40
11.04	0.22	0.38
11.79	0.25	0.42
12.63	0.24	0.40
13.40	0.25	0.40
14.20	0.25	0.40
15.01	0.25	0.40
15.84	0.26	0.39
16.58	0.26	0.39
17.42	0.25	0.38
17.64	0.25	0.38
17.76	0.23	0.33

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.20	0.21
0.62	0.28	0.29
1.42	0.33	0.33
2.17	0.35	0.36
3.01	0.37	0.37
3.80	0.39	0.38
4.64	0.38	0.37
5.44	0.43	0.41
6.22	0.44	0.41
7.04	0.45	0.41
7.86	0.46	0.42
8.67	0.47	0.42
9.46	0.48	0.43
10.31	0.49	0.43
11.08	0.50	0.43
11.93	0.51	0.43
12.72	0.51	0.42
13.50	0.52	0.42
14.33	0.53	0.42
15.07	0.53	0.42
15.90	0.54	0.42
16.66	0.55	0.42
17.50	0.56	0.41
17.64	0.56	0.41
17.72	0.50	0.37

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.18	0.12
0.64	0.28	0.19
1.41	0.34	0.23
2.25	0.38	0.26
3.02	0.41	0.27
3.84	0.44	0.29
4.61	0.46	0.30
5.39	0.49	0.31
6.24	0.51	0.32
7.04	0.52	0.32
7.88	0.55	0.33
8.68	0.56	0.33
9.47	0.58	0.34
10.27	0.60	0.35
11.04	0.61	0.35
11.86	0.61	0.34
12.67	0.60	0.33
13.44	0.68	0.37
14.25	0.67	0.36
15.09	0.68	0.36
15.86	0.69	0.36
16.69	0.70	0.35
17.51	0.71	0.35
17.71	0.71	0.35
17.79	0.66	0.32



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.062 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 24.8 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 2% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189798

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	CARGA ADMISIBLE		C-5 ALTERACIÓN 3	
	TEORÍA	TERZAGHI			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm³): 1.323
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.062
 Ángulo de fricción (°): 24.8
 Ángulo de fricción modificado (°): 17.1

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_y$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_y$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_y$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_y$



Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	24.77	14.65
N _q :	12.44	5.51
N _y :	9.47	3.36

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	2.15	0.72
Cimentación Circular	2.08	0.69

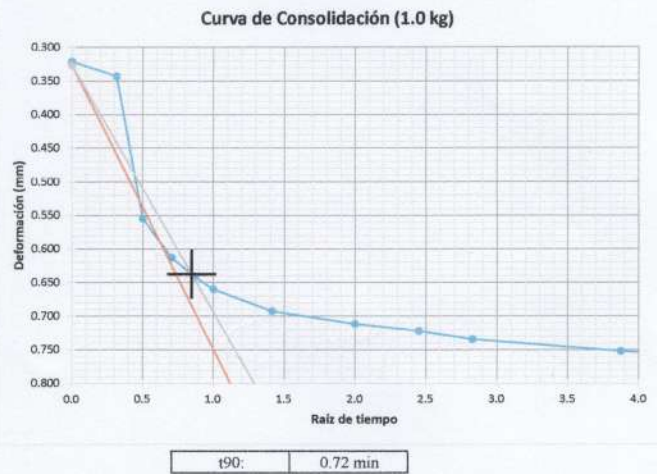
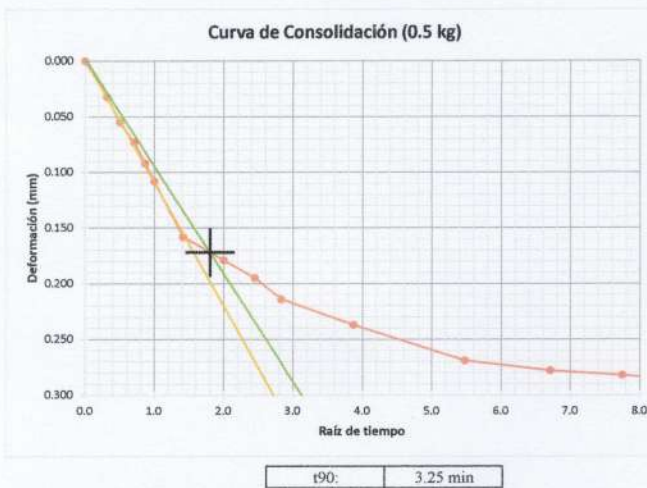
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189766

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-5 NATURAL		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	


		C - Nº 5 - CARGA								
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa								
			17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9	
		kg								
		0.5	1	2	4	8	16	32		
		kg/cm ²								
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32		
		Incrementos kg/cm ²								
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318		
		Deformación (mm)								
		0.0	0.00	0.000	0.321	0.833	1.574	2.457	3.459	4.284
		0.1	0.32	0.032	0.343	1.181	1.630	3.102	3.467	4.315
		0.25	0.50	0.055	0.555	1.287	2.184	3.181	3.926	4.583
		0.5	0.71	0.073	0.613	1.328	2.238	3.205	3.967	4.608
		0.75	0.87	0.092	0.641	1.372	2.268	3.225	3.995	4.641
		1	1.00	0.108	0.660	1.397	2.290	3.241	4.019	4.659
		2	1.41	0.158	0.693	1.440	2.337	3.289	4.076	4.727
		4	2.00	0.179	0.712	1.464	2.358	3.316	4.095	4.783
		6	2.45	0.195	0.722	1.478	2.368	3.342	4.125	4.819
		8	2.83	0.214	0.734	1.490	2.374	3.355	4.134	4.840
		15	3.87	0.237	0.752	1.499	2.385	3.384	4.177	4.884
		30	5.48	0.269	0.769	1.511	2.403	3.401	4.203	4.921
		45	6.71	0.278	0.781	1.518	2.415	3.409	4.221	4.939
		60	7.75	0.282	0.788	1.523	2.424	3.415	4.232	4.948
		120	10.95	0.300	0.807	1.546	2.437	3.431	4.262	4.979
		180	13.42	0.312	0.810	1.559	2.443	3.445	4.273	4.996
		240	15.49	0.314	0.818	1.564	2.448	3.451	4.274	5.004

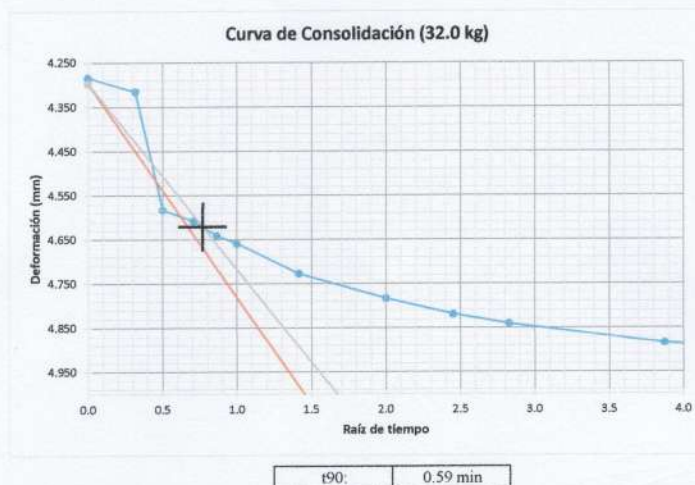
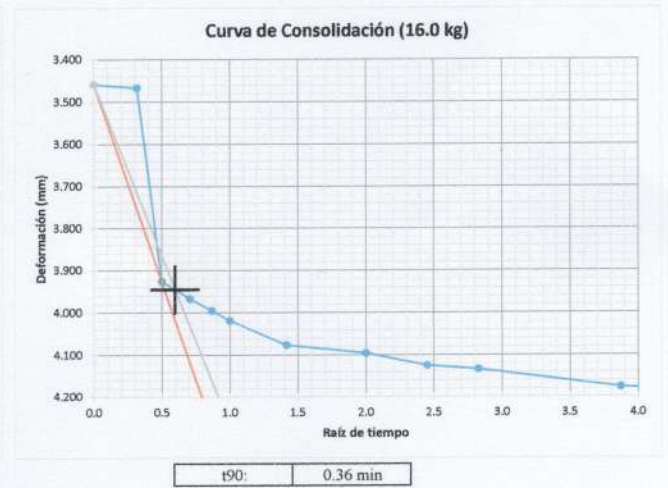
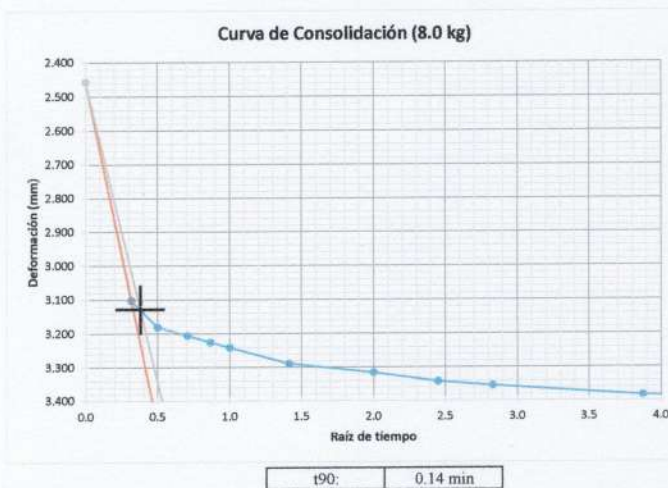
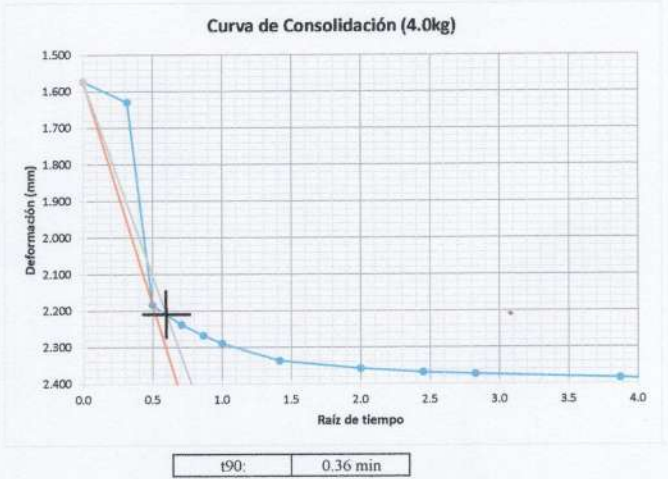
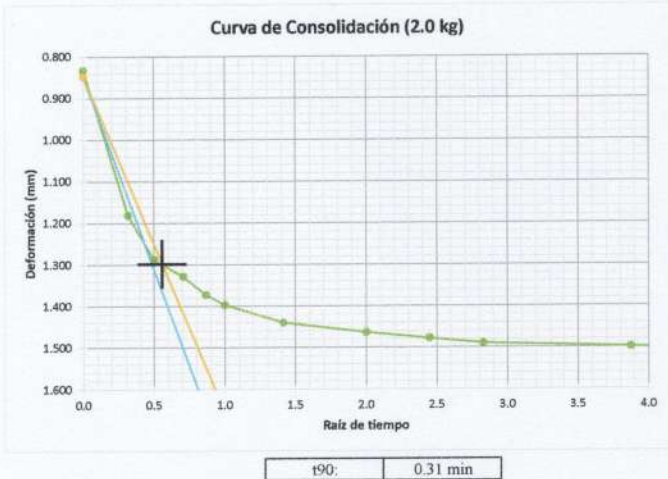
DESCARGA (mm)		
	Incio	Final
32 a 16	5.004	4.967
16 a 8	4.967	4.906
8 a 4	4.906	4.843
4 a 2	4.842	4.779
2 a 1	4.776	4.717
1 a 0	4.715	4.029

Masa de anillo (g)	Inicio	Final
	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	107.3	108.8
Masa muestra seca (g)	-	88.4
Altura (mm)	20.0	1.602
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.50	



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL.		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
<i>[Signature]</i>	TÉCNICO DEL LABORATORIO	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
	<i>[Signature]</i>	
	SANTIAGO TAPIA CABRERA	
	INGENIERO CIVIL	
	REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 186750	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	C-5 NATURAL	
	NORMA	NTP 339 154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DEL LABORATORIO	
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-5 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

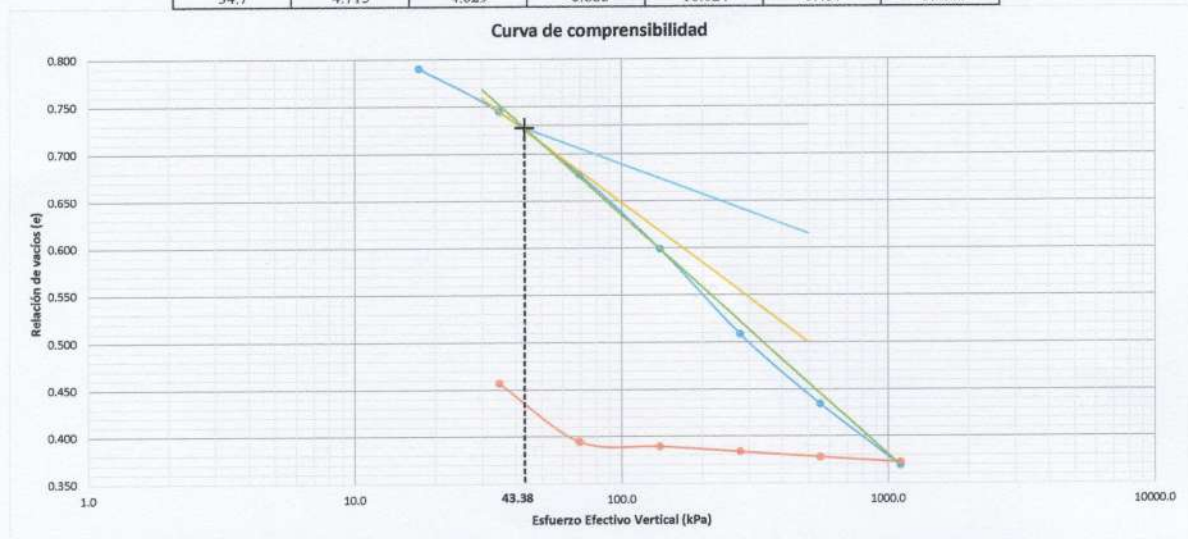
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.602
Humedad	21.38%	23.08%
Relación de vacíos (e)	0.818	0.457
Saturación	65.27%	100.00%

Densidad seca:	1.374 g/cm3
Peso seco unitario:	13.46 KN/m3
Volumen sólidos:	35.38 cm3
Altura de sólidos (Hs):	1.10 cm

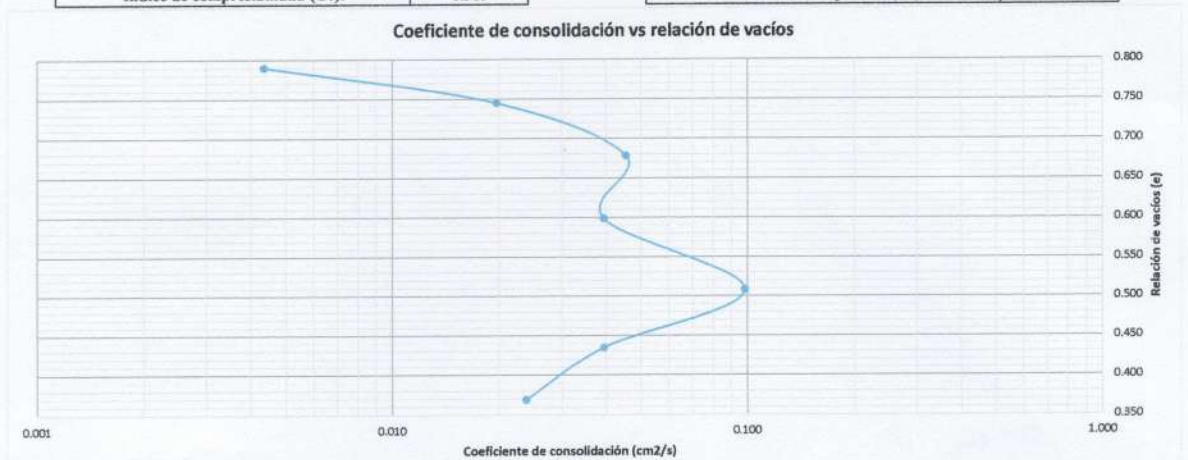
Gs:	2.50
T90:	0.848
Volumen (cm3)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm2

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)	t90	Cv (cm2/s)
17.4	0.000	0.314	0.314	19.686	0.790	1.57%	3.25 min	0.004
34.7	0.321	0.818	0.497	19.189	0.745	2.49%	0.72 min	0.020
69.3	0.833	1.564	0.731	18.458	0.678	3.66%	0.31 min	0.045
138.8	1.574	2.448	0.874	17.584	0.599	4.37%	0.36 min	0.039
277.4	2.457	3.451	0.994	16.590	0.508	4.97%	0.14 min	0.098
555.0	3.459	4.274	0.815	15.775	0.434	4.08%	0.36 min	0.039
1109.9	4.284	5.004	0.720	15.055	0.369	3.60%	0.59 min	0.024

DESCARGA						
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)
1109.9	5.004	4.967	-0.037	15.092	0.372	-0.19%
555.0	4.967	4.906	-0.061	15.153	0.378	-0.31%
277.4	4.906	4.843	-0.063	15.216	0.384	-0.32%
138.8	4.842	4.779	-0.063	15.279	0.389	-0.32%
69.3	4.776	4.717	-0.059	15.338	0.395	-0.30%
34.7	4.715	4.029	-0.686	16.024	0.457	-3.43%



Presión de preconsolidación (Pc):	43.38 kPa	=	0.44 kg/cm2
Índice de compresibilidad (Cc):	0.313		Índice de recompresión (Cr): 0.019



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 108758

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-5 NATURAL		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.313
Índice de recompresión (Cr):	0.019
Presión de preconsolidación:	0.44 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.818

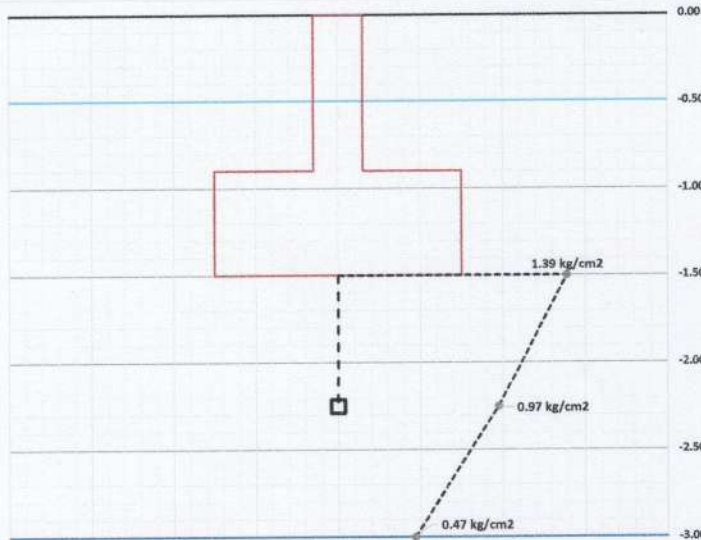
OCR:	1.95
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.50 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
Nº Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	0.50 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.06 kg/cm ²
2	2.50 m	NO	1373.95 kg/m ³	0.17 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.227 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	mI	nI	Ic	Δσ'₀*go*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	191.5 mm
--	----------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 180750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA						
	PROTOCOLO						
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL			C-5 ALTERACIÓN 1		
	NORMA	NTP 339.154					
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025						
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP		
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m		
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez		
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		

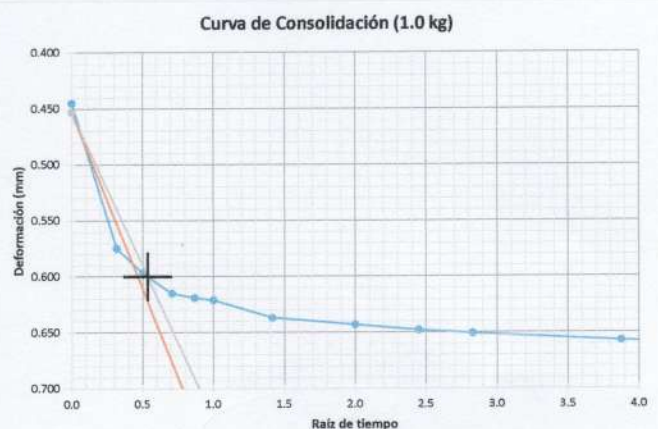
		C - Nº 5 - CARGA						
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa						
		17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
		kg						
		0.5	1	2	4	8	16	32
		kg/cm ²						
		0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm ²						
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318
		Deformación (mm)						
		0.0	0.00	0.000	0.445	0.722	1.077	1.799
0.1	0.32	0.179	0.575	0.901	1.351	2.213	3.050	3.755
0.25	0.50	0.204	0.597	0.933	1.552	2.267	3.268	4.178
0.5	0.71	0.238	0.615	0.954	1.581	2.329	3.349	4.307
0.75	0.87	0.248	0.619	0.969	1.604	2.363	3.405	4.362
1	1.00	0.257	0.621	0.979	1.615	2.383	3.436	4.418
2	1.41	0.275	0.637	1.006	1.666	2.430	3.505	4.545
4	2.00	0.294	0.643	1.023	1.679	2.465	3.560	4.588
6	2.45	0.306	0.648	1.032	1.685	2.481	3.580	4.629
8	2.83	0.313	0.651	1.036	1.689	2.490	3.600	4.647
15	3.87	0.325	0.657	1.044	1.692	2.500	3.613	4.670
30	5.48	0.332	0.663	1.051	1.705	2.509	3.621	4.685
45	6.71	0.334	0.666	1.054	1.705	2.515	3.630	4.689
60	7.75	0.336	0.666	1.055	1.712	2.517	3.634	4.691
120	10.95	0.340	0.682	1.068	1.721	2.527	3.638	4.708
180	13.42	0.344	0.684	1.078	1.731	2.531	3.646	4.712
240	15.49	0.346	0.691	1.077	1.733	2.535	3.648	4.714

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	4.714	4.697
16 a 8	4.697	4.638
8 a 4	4.638	4.579
4 a 2	4.579	4.534
2 a 1	4.532	4.474
1 a 0	4.473	4.302

Masa de anillo (g)	Inicio	Final
Masa muestra húmeda (g)	72.8	72.8
Masa muestra seca (g)	-	91.3
Altura (mm)	20.0	1.594
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.68	



t₉₀: 0.29 min




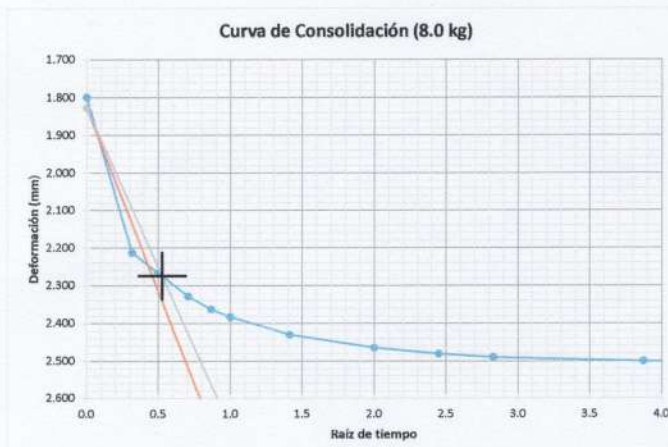
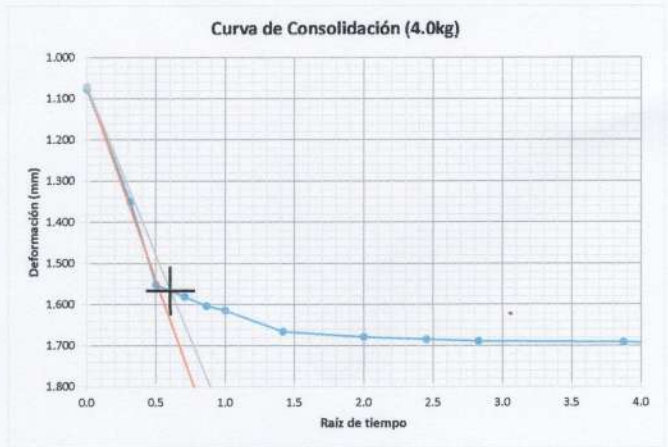
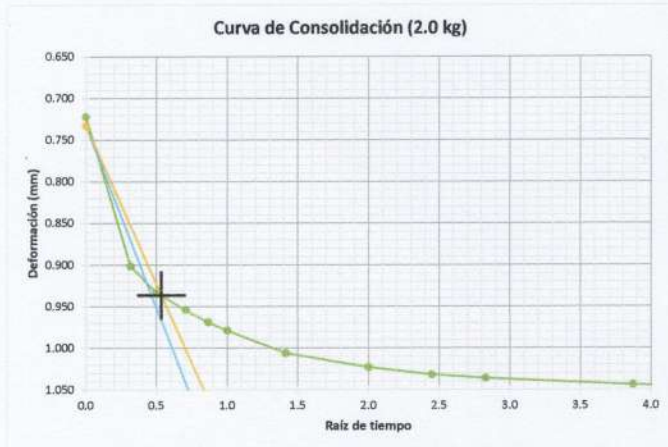
t₉₀: 0.29 min





OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	C-5 ALTERACIÓN 1		
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	 TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-5 ALTERACIÓN I		
NORMA	NTP 339.154				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 5	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

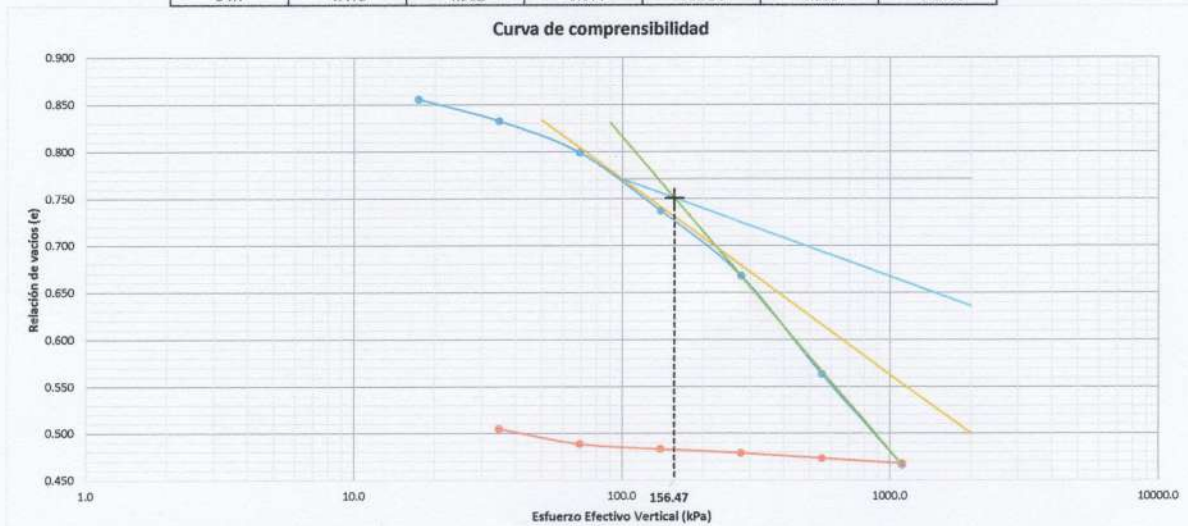
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.594
Humedad	25.19%	30.67%
Relación de vacíos (e)	0.888	0.505
Saturación	75.99%	100.00%

Densidad seca:	1.419 g/cm ³
Peso seco unitario:	13.91 KN/m ³
Volumen sólidos:	34.07 cm ³
Altura de sólidos (Hs):	1.06 cm

Gs:	2.68
T90:	0.848
Volumen (cm ³)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm ²

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm ² /s)
17.4	0.000	0.346	0.346	19.654	0.856	1.73%	0.29 min	0.049
34.7	0.445	0.691	0.246	19.408	0.832	1.23%	0.29 min	0.049
69.3	0.722	1.077	0.355	19.053	0.799	1.78%	0.29 min	0.049
138.8	1.077	1.733	0.656	18.397	0.737	3.28%	0.37 min	0.038
277.4	1.799	2.535	0.736	17.661	0.668	3.68%	0.28 min	0.051
555.0	2.546	3.648	1.102	16.559	0.563	5.51%	0.34 min	0.041
1109.9	3.682	4.714	1.032	15.527	0.466	5.16%	1.00 min	0.014

DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	4.714	4.697	-0.017	15.544	0.468	-0.08%	
555.0	4.697	4.638	-0.059	15.603	0.473	-0.30%	
277.4	4.638	4.579	-0.059	15.662	0.479	-0.30%	
138.8	4.579	4.534	-0.045	15.707	0.483	-0.23%	
69.3	4.532	4.474	-0.058	15.765	0.489	-0.29%	
34.7	4.473	4.302	-0.171	15.936	0.505	-0.86%	



Presión de preconsolidación (Pc):	156.47 kPa	=	1.60 kg/cm ²
Índice de compresibilidad (Cc):	0.451		Índice de recompresión (Cr): 0.017



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	ASESOR
<i>Silva Vasquez Yerson Asencio</i> SILVA VASQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-5 ALTERACIÓN 1		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 5	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel DF:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.451
Índice de recompresión (Cr):	0.017
Presión de preconsolidación:	1.60 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.888

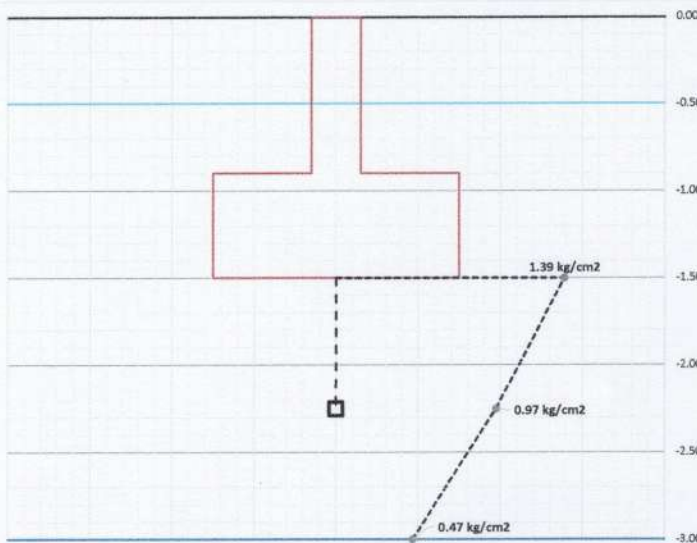
OCR:	3.89
------	------

Esesor de estrato (Hc):	2.50 m
-------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	0.50 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.06 kg/cm ²
2	2.50 m	NO	1419.03 kg/m ³	0.35 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.410 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	m1	n1	Ic	Δσ'-qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	11.9 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186750

CALICATA N°6
ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-6 NATURAL
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	06/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Calicata	N° 6			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	84.5	100.0	85.7	90.1
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	798.5	769.8	797.3	788.5
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	686.6	651.1	675.3	671.0
Masa de muestra seca (g)	602.1	551.1	589.6	580.9
Masa del agua (g)	111.9	118.7	122.0	117.5
Contenido de humedad (%)	18.58%	21.54%	20.69%	20.27%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 20.27%

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 160758



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-6 E-1
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.90 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	06/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Calicata	N° 6			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Masa de tara (g)	122.7	114.0	96.1	110.9
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	946.6	1128.1	1049.3	1041.3
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	838.3	998.8	922.4	919.8
Masa de muestra seca (g)	715.6	884.8	826.3	808.9
Masa del agua (g)	108.3	129.3	126.9	121.5
Contenido de humedad (%)	15.13%	14.61%	15.36%	15.04%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 15.04%

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	LABORATORIO	ASESOR
	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 100790



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA NATURAL	C-6 E-2
NORMA	NTP 339.127	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.00 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	06/05/2025				

COORDENADAS UTM

ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Calicata	N° 6			
	M1	M2	M3	Promedio
Muestra				
Masa de tara (g)	86.9	84.6	81.9	84.5
Masa de tara + masa de muestra húmeda (g)	674.8	620.9	633.6	643.1
Masa de tara + masa de muestra seca (g)	609.8	562.3	570.6	580.9
Masa de muestra seca (g)	522.9	477.7	488.7	496.4
Masa del agua (g)	65.0	58.6	63.0	62.2
Contenido de humedad (%)	12.43%	12.27%	12.89%	12.53%

CONTENIDO DE HUMEDAD : 12.53%

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



PROTOCOLO

ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-6 NATURAL

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	Nº 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	09/05/2025				

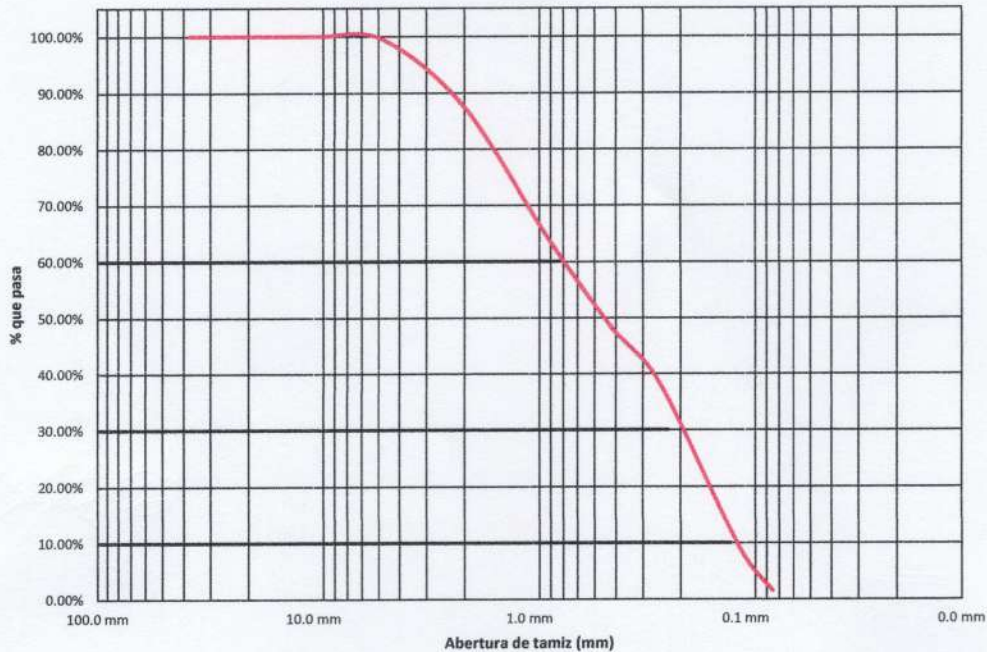
COORDENADAS UTM

ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 978.4 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	5.5 g	0.56%	0.56%	99.44%
No 10	2.0 mm	117.2 g	11.98%	12.54%	87.46%
No 20	0.84 mm	222.9 g	22.78%	35.32%	64.68%
No 40	0.42 mm	159.8 g	16.33%	51.66%	48.34%
No 60	0.25 mm	98.4 g	10.06%	61.71%	38.29%
No 140	0.106 mm	287.2 g	29.35%	91.07%	8.93%
No 200	0.075 mm	73.1 g	7.47%	98.54%	1.46%
Cozoleta		14.3 g	1.46%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.56%	% ARENA	97.98%	% FINOS	1.46%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 200	1.46%	Total de masa del suelo:	978.4 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla Nº 4	99.44%		
Límite líquido	41.64%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.60
Índice de plasticidad	3.24%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	6.24
D10	0.117 mm		
D60	0.732 mm		
D30	0.226 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASCENCIO	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
<i>Cruzado Tapia César Yair</i> CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-6 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	09/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 790.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	5.6 g	0.71%	0.71%	99.29%
No 10	2.0 mm	102.7 g	13.00%	13.71%	86.29%
No 20	0.84 mm	187.1 g	23.68%	37.39%	62.61%
No 40	0.42 mm	145.3 g	18.39%	55.78%	44.22%
No 60	0.25 mm	88.4 g	11.19%	66.97%	33.03%
No 140	0.106 mm	182.8 g	23.14%	90.11%	9.89%
No 200	0.075 mm	55.8 g	7.06%	97.18%	2.82%
Cozoleta		22.3 g	2.82%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	0.71%	% ARENA	96.47%	% FINOS	2.82%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	2.82%	Total de masa del suelo:	790.0 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	99.29%		
Limite líquido	41.67%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.67
Índice de plasticidad	6.04%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	7.35
D10	0.107 mm		
D60	0.789 mm		
D30	0.239 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i>	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i>	<i>Carlos Tapia Cabrera</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 108758



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
PROTOCOLO		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-6 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

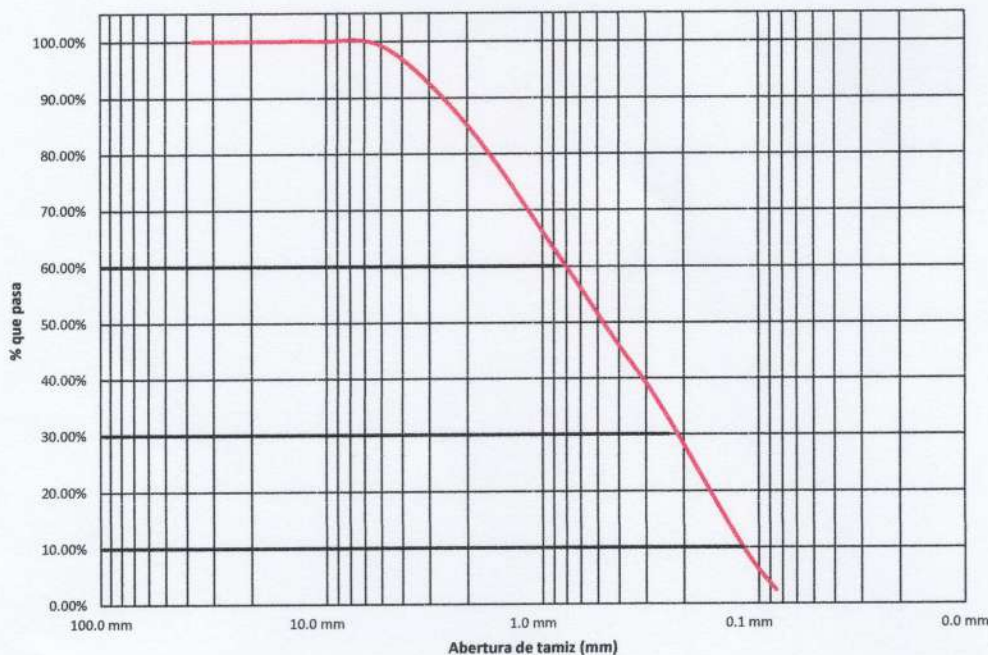
CALICATA:	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	09/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 804.5 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	9.8 g	1.22%	1.22%	98.78%
No 10	2.0 mm	109.9 g	13.66%	14.88%	85.12%
No 20	0.84 mm	166.6 g	20.71%	35.59%	64.41%
No 40	0.42 mm	139.7 g	17.36%	52.95%	47.05%
No 60	0.25 mm	101.5 g	12.62%	65.57%	34.43%
No 140	0.106 mm	197.5 g	24.55%	90.12%	9.88%
No 200	0.075 mm	60.7 g	7.55%	97.66%	2.34%
Cozoleta		18.8 g	2.34%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.22%	% ARENA	96.44%	% FINOS	2.34%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	2.34%	Total de masa del suelo:	804.5 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.78%		
Límite líquido	40.69%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.69
Índice de plasticidad	7.81%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	6.94
D10	0.107 mm		
D60	0.745 mm		
D30	0.234 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL	C-6 ALTERACIÓN 3		
	NORMA	NTP 339.128			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA	Nº 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	1.50 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		RESPONSABLES:		César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		REVISADO POR:		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	09/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 839.1 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	16.7 g	1.99%	1.99%	98.01%
No 10	2.0 mm	131.1 g	15.62%	17.61%	82.39%
No 20	0.84 mm	163.0 g	19.43%	37.04%	62.96%
No 40	0.42 mm	145.9 g	17.39%	54.43%	45.57%
No 60	0.25 mm	105.0 g	12.51%	66.94%	33.06%
No 140	0.106 mm	207.4 g	24.72%	91.66%	8.34%
No 200	0.075 mm	50.4 g	6.01%	97.66%	2.34%
Cozoleta		19.6 g	2.34%	100.00%	0.00%



CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.99%	% ARENA	95.67%	% FINOS	2.34%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	2.34%	Total de masa del suelo:	839.1 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.01%		
Límite líquido	39.83%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.59
Índice de plasticidad	8.44%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	6.22
D10	0.125 mm		
D60	0.777 mm		
D30	0.240 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 188183



PROTOCOLO

ENSAYO

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL

C-6 E-1

NORMA

NTP 339.128

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	0.95 m
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez.
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO:	09/05/2025				

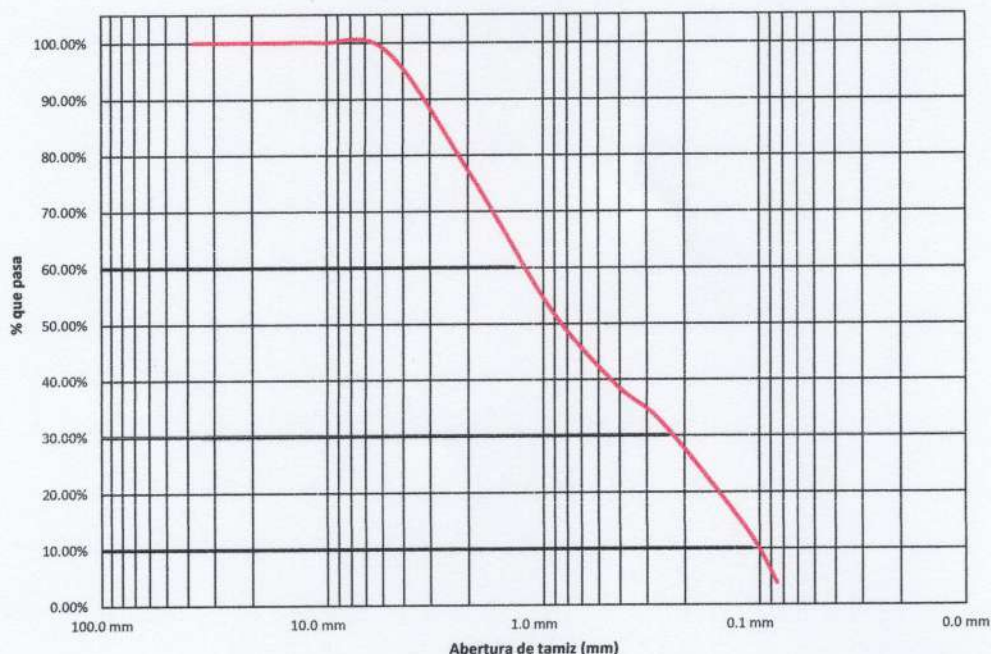
COORDENADAS UTM

ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 810.1 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	11.9 g	1.47%	1.47%	98.53%
No 10	2.0 mm	172.0 g	21.23%	22.70%	77.30%
No 20	0.84 mm	197.9 g	24.43%	47.13%	52.87%
No 40	0.42 mm	110.5 g	13.64%	60.77%	39.23%
No 60	0.25 mm	59.1 g	7.30%	68.07%	31.93%
No 140	0.106 mm	145.1 g	17.91%	85.98%	14.02%
No 200	0.075 mm	82.8 g	10.22%	96.20%	3.80%
Cozoleta		30.8 g	3.80%	100.00%	0.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.47%	% ARENA	94.73%	% FINOS	3.80%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	3.80%	Total de masa del suelo:	810.1 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.53%		
Límite líquido	44.32%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.48
Índice de plasticidad	18.43%	$C_u = D_{60} / D_{10} =$	12.52
D10	0.098 mm		
D60	1.226 mm		
D30	0.239 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO

ASESOR

SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO

CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOSCARLOS TAPIA CABRERA
INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 198759

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO DE MUESTRA NATURAL			C-6 E-2	
NORMA	NTP 339.128				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA	N° 6	NÚMERO DE ESTRATOS:	2	PROFUNDIDAD:	2.00 m
UBICACIÓN :	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			RESPONSABLES:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
FECHA DE ENSAYO :	09/05/2025				

COORDENADAS UTM	
ESTE	786 231.4
NORTE	9 295 252.0

Masa seca de muestra ensayada (g): 733.0 g

Malla	Abertura	Masa retenida parcial	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1 1/2 pulg	37.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1 pulg	25.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/4 pulg	19.0 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
1/2 pulg	15.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
3/8 pulg	9.5 mm	0.0 g	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.75 mm	7.6 g	1.04%	1.04%	98.96%
No 10	2.0 mm	150.1 g	20.48%	21.51%	78.49%
No 20	0.84 mm	173.7 g	23.70%	45.21%	54.79%
No 40	0.42 mm	101.6 g	13.86%	59.07%	40.93%
No 60	0.25 mm	55.5 g	7.57%	66.64%	33.36%
No 140	0.106 mm	131.7 g	17.97%	84.61%	15.39%
No 200	0.075 mm	79.6 g	10.86%	95.47%	4.53%
Cozoleta		33.2 g	4.53%	100.00%	0.00%


CURVA GRANULOMÉTRICA



% GRAVA	1.04%	% ARENA	94.43%	% FINOS	4.53%
---------	-------	---------	--------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200	4.53%	Total de masa del suelo:	733.0 g
Porcentaje de suelo que pasa la malla N°4	98.96%		
Límite líquido	39.96%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60}) =$	0.49
Índice de plasticidad	14.43%	$cu = D_{60}/D_{10} =$	11.92
D10	0.095 mm		
D60	1.133 mm		
D30	0.230 mm		
Tipo de suelo	SP		

OBSERVACIONES: ESTRATO 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		ASESOR
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-6 NATURAL

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

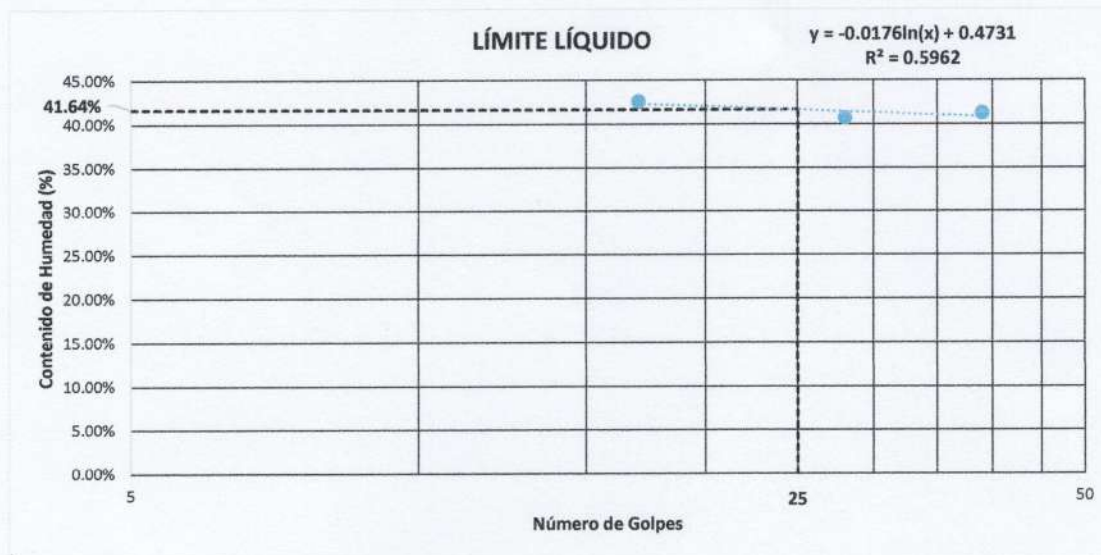
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.7	37.6	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.4	45.2	46.5
Masa tara + suelo seco (g)	43.1	43.0	43.9
Número de golpes	17	28	39
Masa de suelo seco (g)	5.4	5.4	6.3
Masa agua (g)	2.3	2.2	2.6
Humedad (%)	42.59%	40.74%	41.27%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.7	41.3	41.0
Masa tara + suelo seco (g)	39.8	40.2	40.0
Masa de suelo seco (g)	2.4	2.8	2.6
Masa agua (g)	0.9	1.1	1.0
Humedad (%)	37.50%	39.29%	38.39%



Límite líquido : 41.64%

Límite Plástico : 38.39%

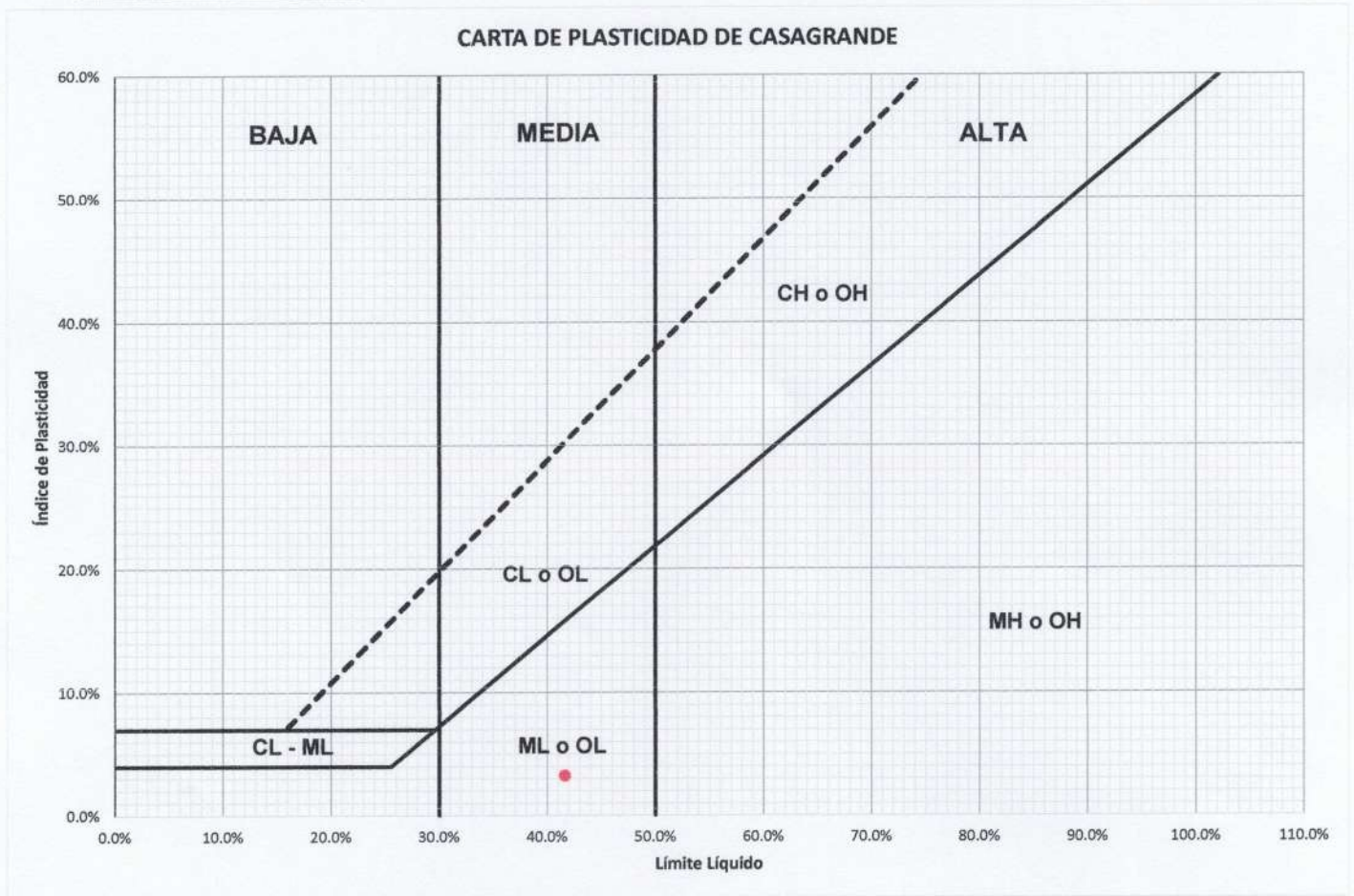
Índice de Plasticidad : 3.24%




OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECNCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-6 NATURAL
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 6	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO: 13/05/2025		REVISADO POR: Yerson Asencio Silva Vásquez	
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

LL	IP
41.64%	3.24%



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 100750



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-6 ALTERACIÓN 1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

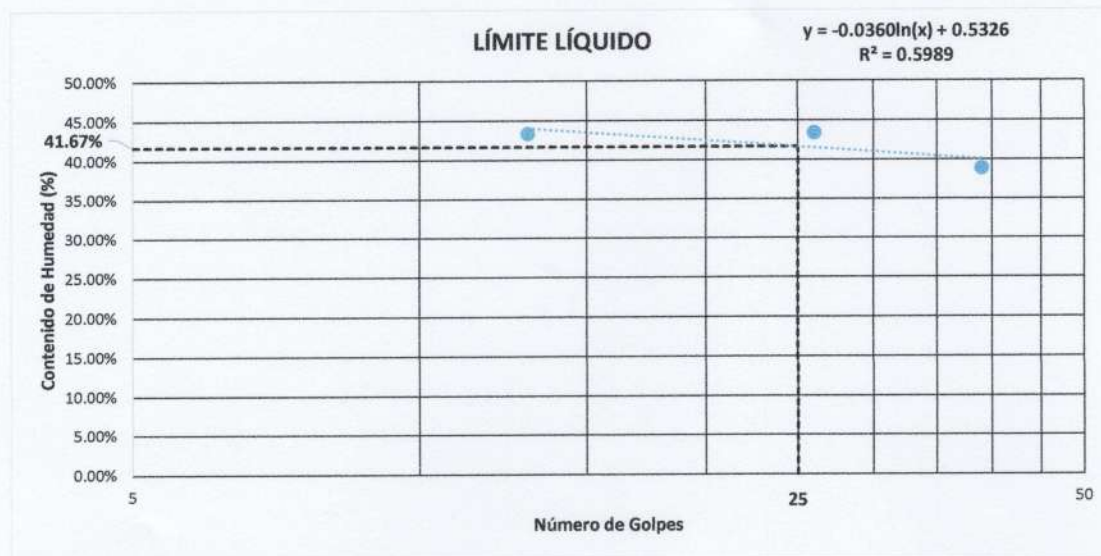
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.7	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.8	45.3	45.1
Masa tara + suelo seco (g)	43.2	43.0	43.0
Número de golpes	13	26	39
Masa de suelo seco (g)	6.0	5.3	5.4
Masa agua (g)	2.6	2.3	2.1
Humedad (%)	43.33%	43.40%	38.89%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	41.4	40.6	41.0
Masa tara + suelo seco (g)	40.3	39.8	40.1
Masa de suelo seco (g)	2.9	2.4	2.7
Masa agua (g)	1.1	0.8	1.0
Humedad (%)	37.93%	33.33%	35.63%



Límite líquido : 41.67%

Límite Plástico : 35.63%

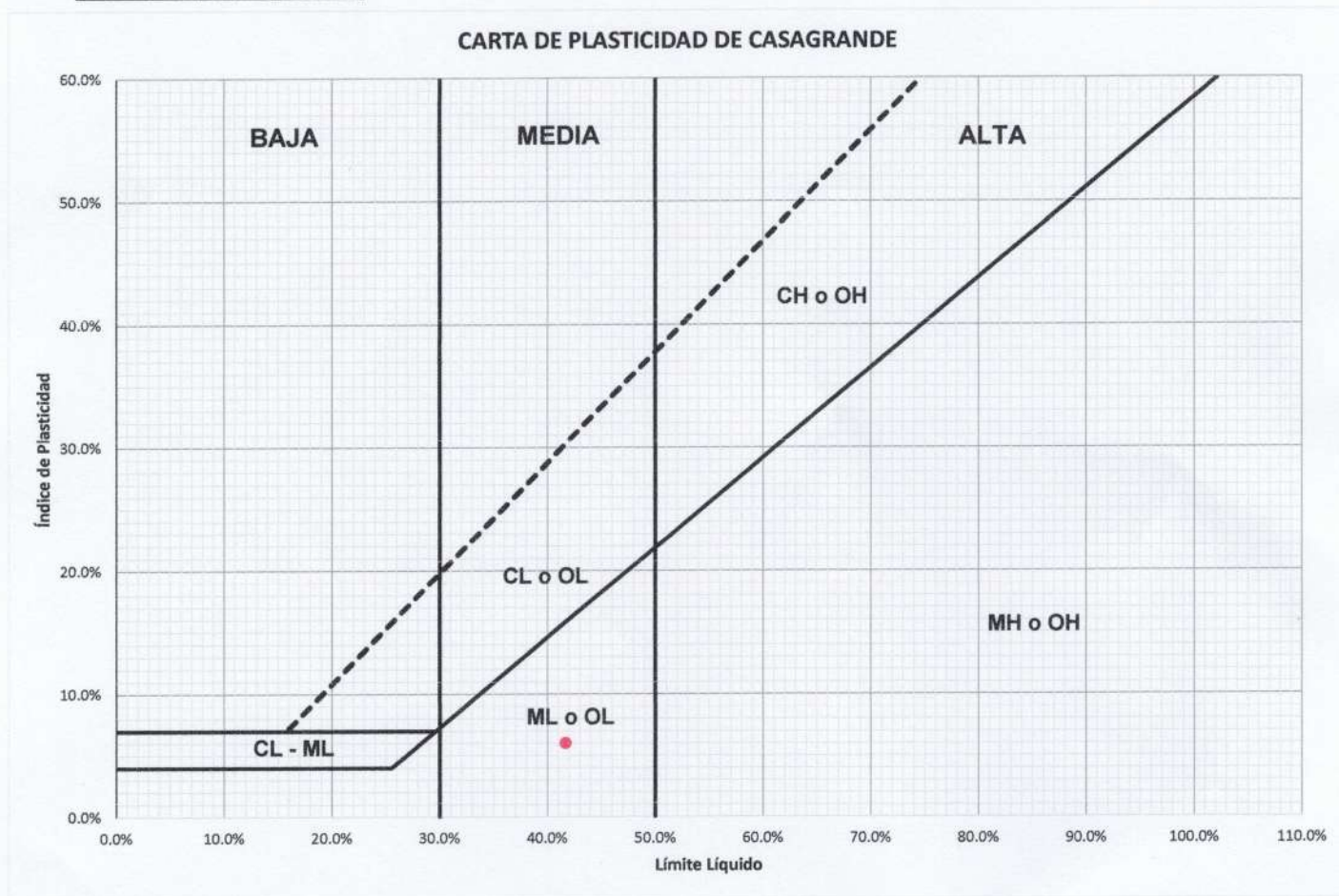
Índice de Plasticidad : 6.04%



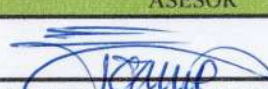
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TECNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-6 ALTERACIÓN 1	
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
41.67%	6.04%



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA CENTRO DE INVESTIGACIONES Y LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENICIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 198756



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-6 ALTERACIÓN 2

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

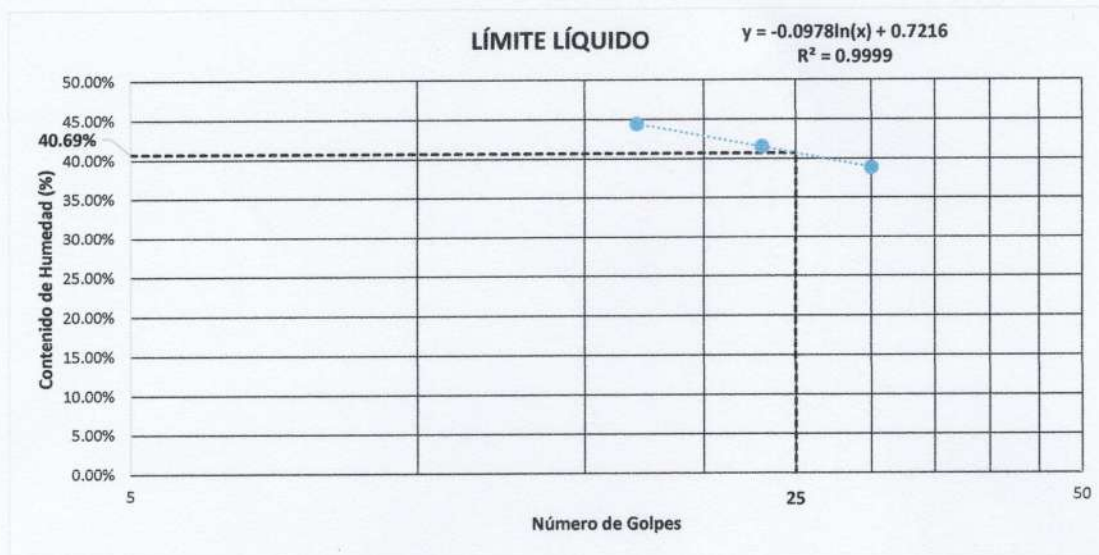
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.5	37.7	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.3	46.9	45.1
Masa tara + suelo seco (g)	42.9	44.2	43.0
Número de golpes	17	23	30
Masa de suelo seco (g)	5.4	6.5	5.4
Masa agua (g)	2.4	2.7	2.1
Humedad (%)	44.44%	41.54%	38.89%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.2	37.3	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.1	41.7	41.9
Masa tara + suelo seco (g)	40.9	40.6	40.8
Masa de suelo seco (g)	3.7	3.3	3.5
Masa agua (g)	1.2	1.1	1.2
Humedad (%)	32.43%	33.33%	32.88%



Límite líquido : 40.69%

Límite Plástico : 32.88%

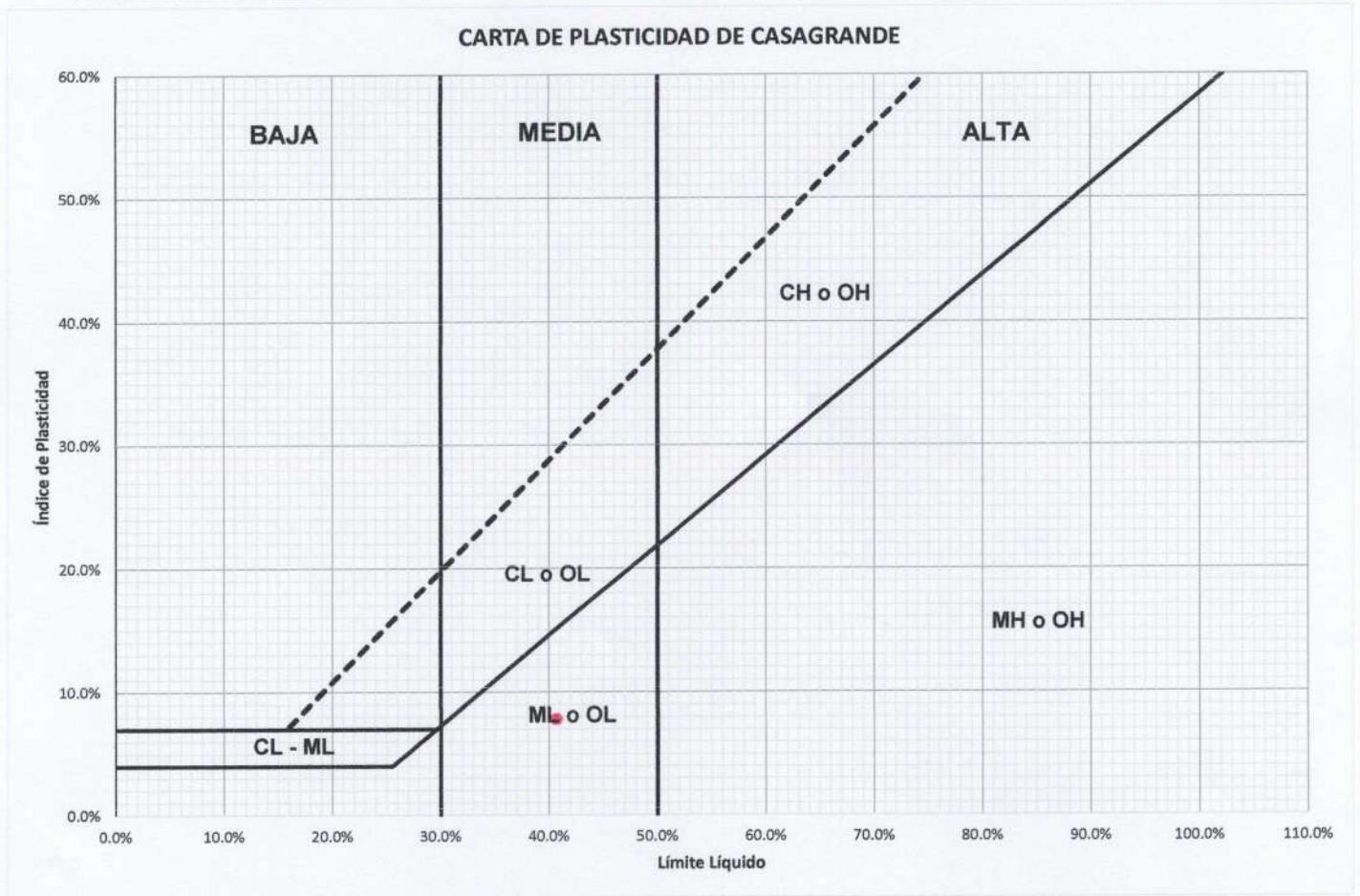
Índice de Plasticidad : 7.81%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

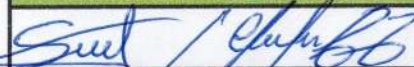


RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO		ASESOR	
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 146756	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-6 ALTERACIÓN 2
	NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA: N° 6	N° ESTRATOS: 2	TIPO DE MATERIAL: SP	
UBICACIÓN: CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD: 1.50 m	
FECHA DE MUESTREO: 01/04/2025		RESPONSABLE: César Yair Cruzado Tapia	
		Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO: 13/05/2025		REVISADO POR: Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
40.69%	7.81%



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180750



PROTOCOLO

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-6 ALTERACIÓN 3

NORMA NTP 339.129

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

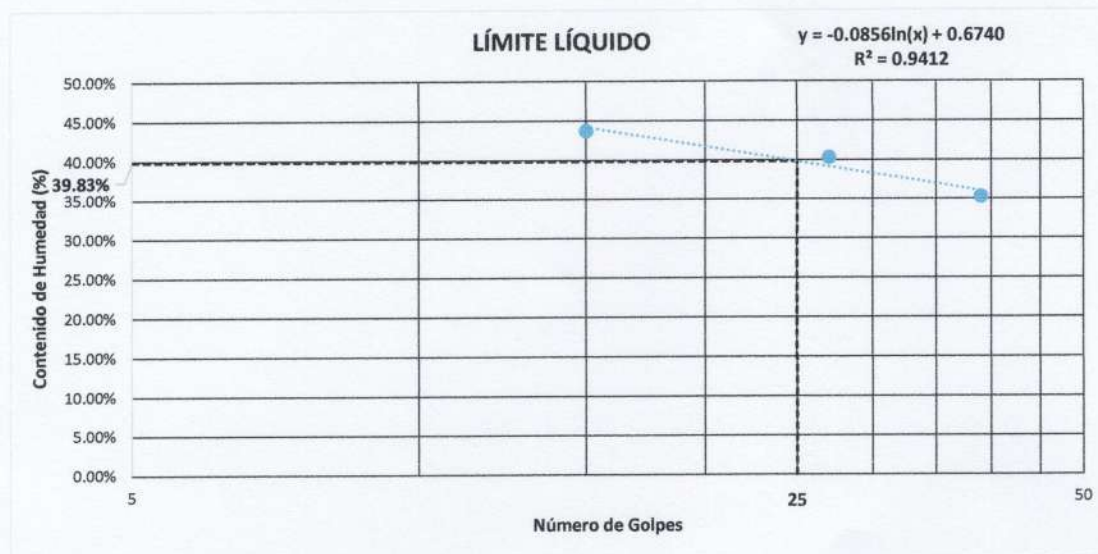
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.2	37.7	37.3
Masa tara + suelo húmedo (g)	46.4	45.7	44.2
Masa tara + suelo seco (g)	43.6	43.4	42.4
Número de golpes	15	27	39
Masa de suelo seco (g)	6.4	5.7	5.1
Masa agua (g)	2.8	2.3	1.8
Humedad (%)	43.75%	40.35%	35.29%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.3	37.8	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	42.4	42.3	42.4
Masa tara + suelo seco (g)	41.1	41.3	41.2
Masa de suelo seco (g)	3.8	3.5	3.7
Masa agua (g)	1.3	1.0	1.2
Humedad (%)	34.21%	28.57%	31.39%




Límite líquido : 39.83%

Límite Plástico : 31.39%

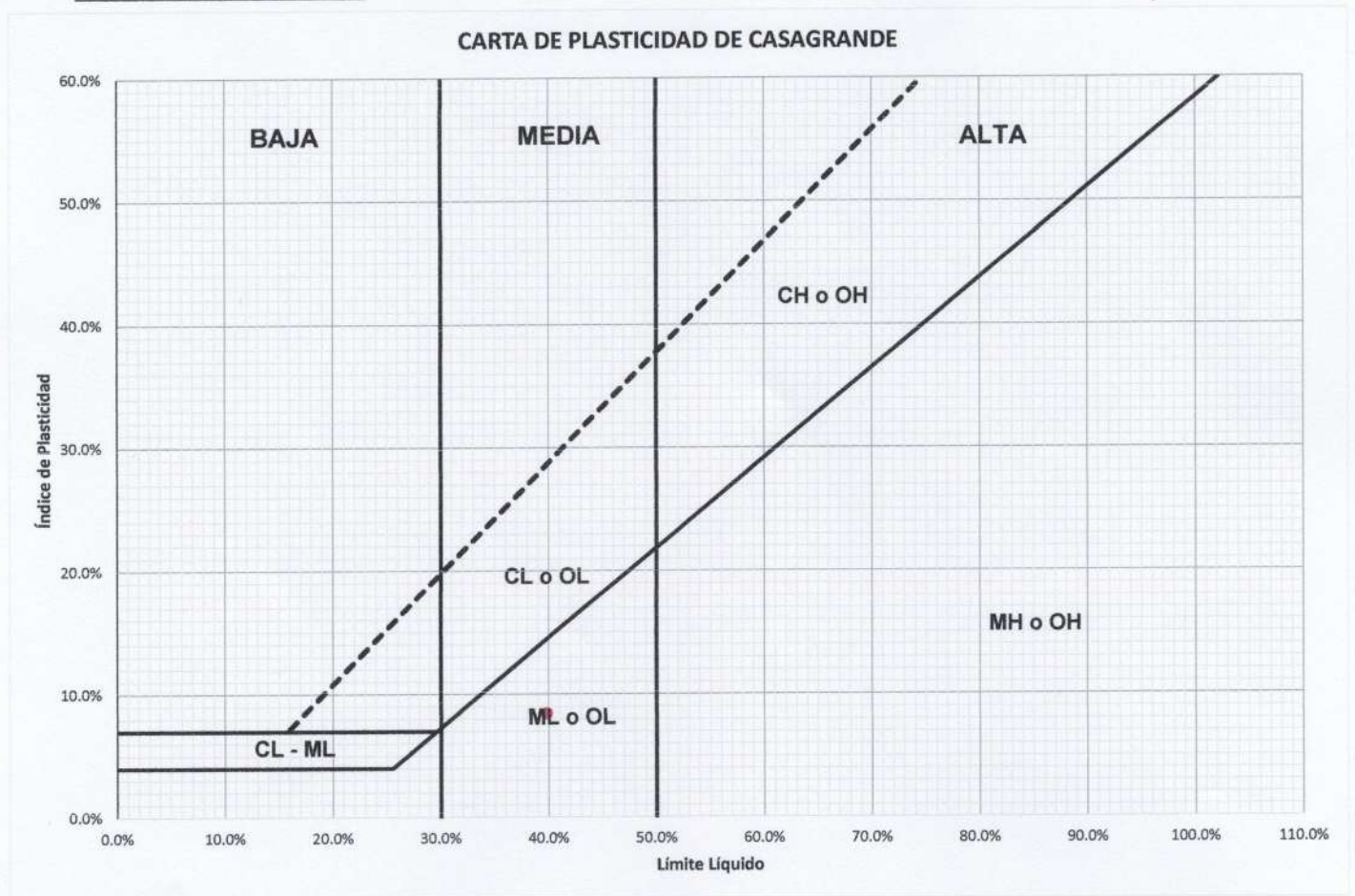
Índice de Plasticidad : 8.44%

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

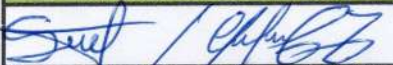


RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186799

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-6 ALTERACIÓN 3	
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
39.83%	8.44%



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA LABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 196759



PROTOCOLO

ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

C-6 E-1

NORMA

NTP 339.129

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

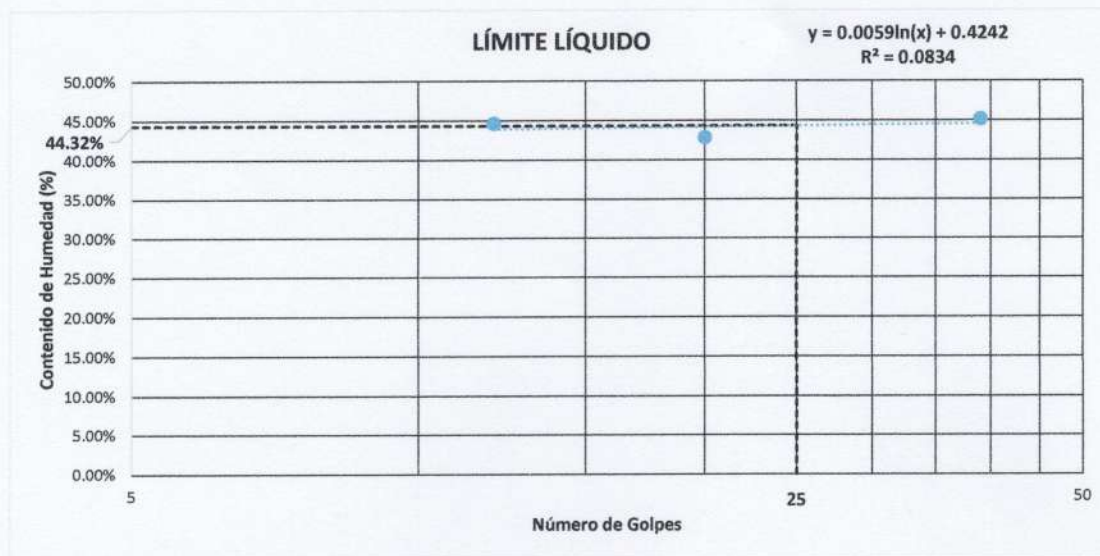
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.95 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.4
Masa tara + suelo húmedo (g)	45.4	44.4	46.4
Masa tara + suelo seco (g)	42.9	42.3	43.6
Número de golpes	12	20	39
Masa de suelo seco (g)	5.6	4.9	6.2
Masa agua (g)	2.5	2.1	2.8
Humedad (%)	44.64%	42.86%	45.16%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.4	37.7	37.6
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.5	42.3	41.4
Masa tara + suelo seco (g)	39.9	41.3	40.6
Masa de suelo seco (g)	2.5	3.6	3.1
Masa agua (g)	0.6	1.0	0.8
Humedad (%)	24.00%	27.78%	25.89%



Límite líquido : 44.32%

Límite Plástico : 25.89%

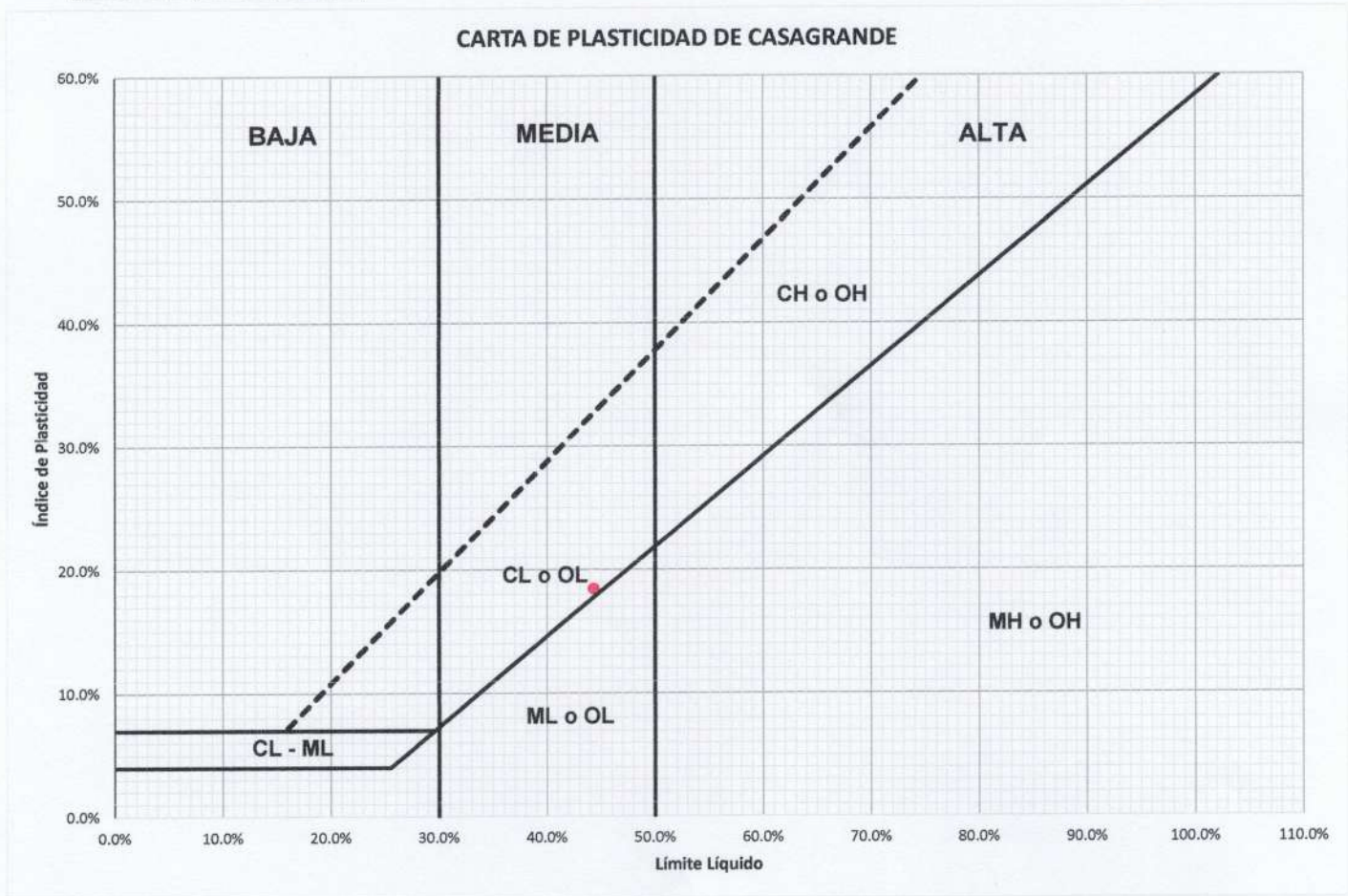
Índice de Plasticidad : 18.43%

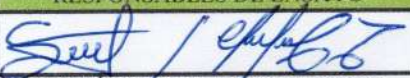


OBSERVACIONES: ESTRATO 1

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CÉSAR YAIR TAPIA CRUZADO INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 188750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		C-6 E-1	
	NORMA	NTP 339.129			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	0.95 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
44.32%	18.43%



OBSERVACIONES: ESTRATO 1		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 48876



PROTOCOLO

ENSAYO: LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMA: NTP 339.129

C-6 E-2

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

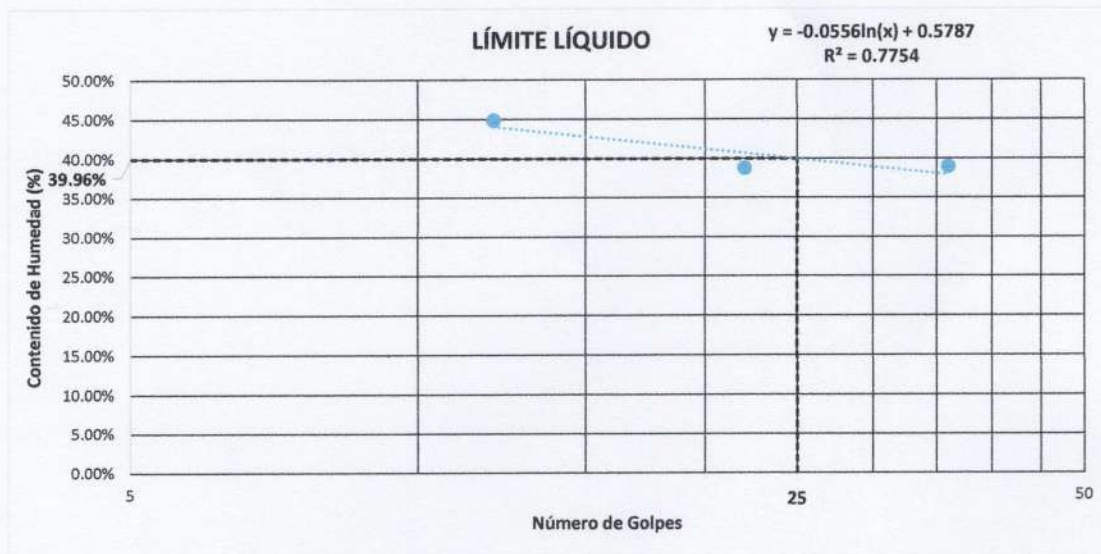
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	2.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Límite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Masa de tara (g)	37.3	37.4	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	44.4	44.2	45.7
Masa tara + suelo seco (g)	42.2	42.3	43.4
Número de golpes	12	22	36
Masa de suelo seco (g)	4.9	4.9	5.9
Masa agua (g)	2.2	1.9	2.3
Humedad (%)	44.90%	38.78%	38.98%

Límite Plástico

Muestra N°	1	2	Prom
Masa de tara (g)	37.5	37.5	37.5
Masa tara + suelo húmedo (g)	40.7	40.7	40.7
Masa tara + suelo seco (g)	40.1	40.0	40.1
Masa de suelo seco (g)	2.6	2.5	2.6
Masa agua (g)	0.6	0.7	0.7
Humedad (%)	23.08%	28.00%	25.54%



Límite líquido : 39.96%

Límite Plástico : 25.54%

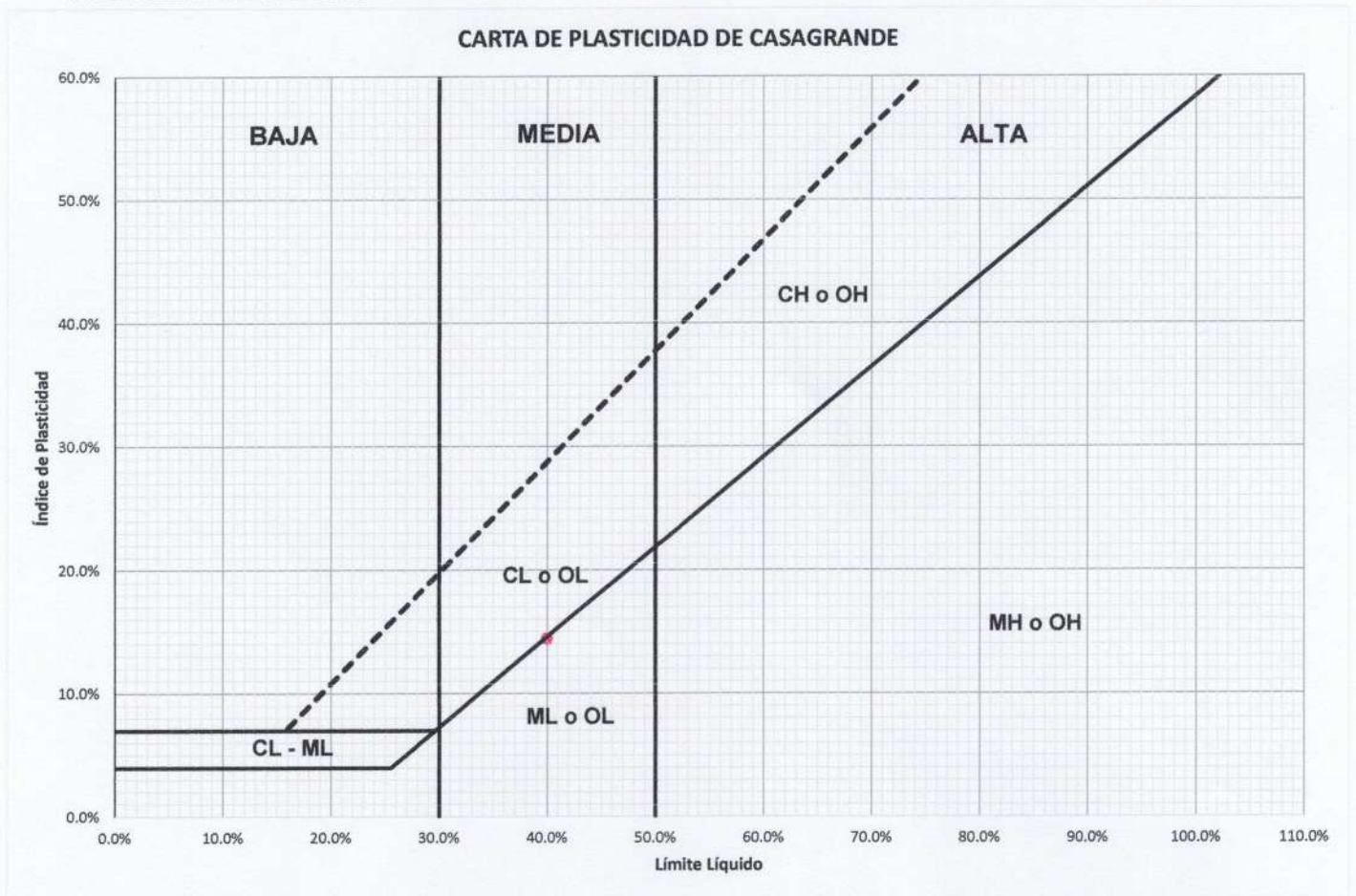
Índice de Plasticidad : 14.43%

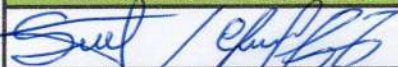


OBSERVACIONES: ESTRATO 2

RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA	C-6 E-2	
	NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:		PROFUNDIDAD:	2.00 m	
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

LL	IP
39.96%	14.43%



OBSERVACIONES: ESTRATO 2		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DEL LABORATORIO	ASESOR
		
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	SAILIS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 10875



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-6 NATURAL
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	12/05/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 6	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	30.1
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.3
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	386.5
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.53
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL 1.50 m

RESPONSABLES DE ENSAYO	ENCARGADO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL <small>REGISTRO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 11589</small>



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-6 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	12/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 6	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.2
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	636.6
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	666.5
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.47
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 100750



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	C-6 ALTERACIÓN 2
NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025	

CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	12/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 6	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	50.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	650.4
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	680.5
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Especifica (Gs):	2.51
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	ENCARGO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189740



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

C-6 ALTERACIÓN 3

NORMA

NTP 339.131

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	13/05/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

GRAVEDAD ESPECÍFICA

CALICATA N° 6	
Temperatura de la muestra en el horno	110°C
Masa de muestra seca (g).....(a)	35.0
Masa de la fiola + agua destilada (g).....(b)	368.4
Masa de la fiola + agua destilada + muestra seca (g).....(c)	389.6
Temperatura (°C).....(T)	17°
Factor K	1.0004

$$G_s = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) * k$$

Gravedad Específica (Gs):	2.54
---------------------------	------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-6 NATURAL
NORMA	NTP 339.171		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		PROFUNDIDAD:
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:
			SP
			1.50 m
			César Yair Cruzado Tapia
			Yerson Asencio Silva Vásquez
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.469	g/cm ³
Humedad fin.:	27.13	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.63	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.365	g/cm ³
Humedad fin.:	28.48	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.69	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

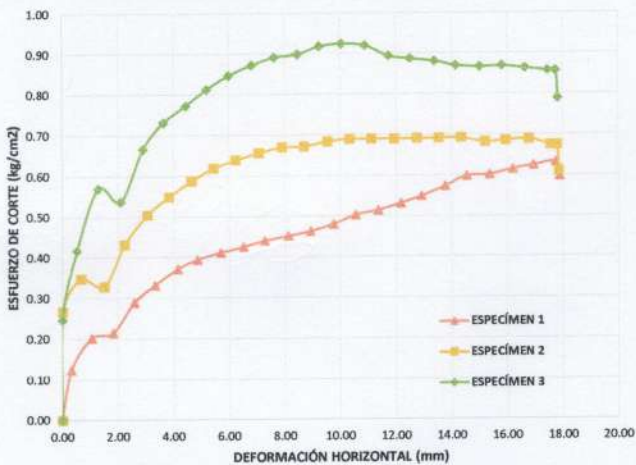
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.329	g/cm ³
Humedad fin.:	28.32	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.92	kg/cm ²

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.01
0.32	0.12	0.26
1.05	0.20	0.42
1.83	0.21	0.44
2.59	0.29	0.58
3.33	0.33	0.66
4.15	0.37	0.72
4.86	0.39	0.76
5.71	0.41	0.78
6.51	0.43	0.80
7.28	0.44	0.81
8.13	0.45	0.82
8.93	0.46	0.83
9.76	0.48	0.84
10.55	0.50	0.87
11.36	0.51	0.87
12.17	0.53	0.89
12.92	0.55	0.90
13.76	0.57	0.93
14.54	0.60	0.95
15.37	0.60	0.94
16.20	0.62	0.94
16.95	0.62	0.94
17.75	0.63	0.93
17.88	0.60	0.88

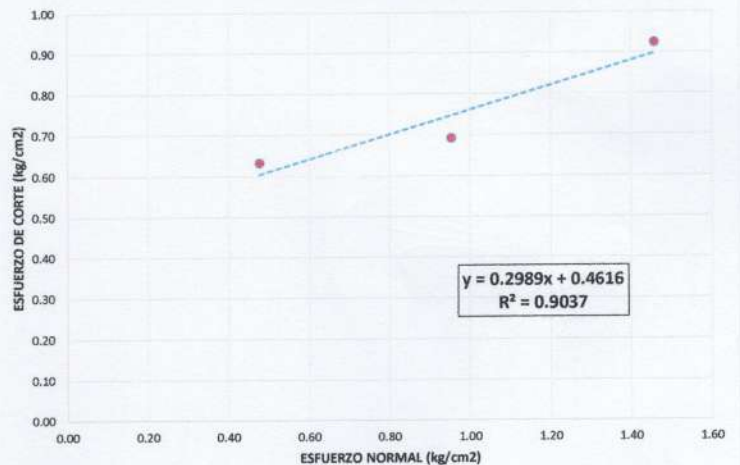
Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.02	0.27	0.28
0.68	0.35	0.36
1.51	0.33	0.33
2.24	0.43	0.44
3.07	0.50	0.50
3.83	0.55	0.54
4.66	0.59	0.57
5.45	0.62	0.59
6.24	0.64	0.60
7.07	0.66	0.61
7.90	0.67	0.61
8.69	0.67	0.60
9.54	0.68	0.60
10.34	0.69	0.60
11.12	0.69	0.59
11.94	0.69	0.58
12.75	0.69	0.57
13.54	0.69	0.56
14.35	0.69	0.55
15.21	0.68	0.53
15.95	0.69	0.53
16.78	0.69	0.52
17.55	0.67	0.50
17.79	0.67	0.50
17.85	0.61	0.45

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.25	0.17
0.53	0.42	0.29
1.30	0.57	0.39
2.10	0.54	0.36
2.91	0.67	0.44
3.64	0.73	0.48
4.46	0.77	0.50
5.20	0.81	0.52
5.99	0.85	0.53
6.83	0.87	0.54
7.63	0.89	0.54
8.46	0.90	0.54
9.25	0.92	0.54
10.05	0.92	0.54
10.89	0.92	0.53
11.74	0.89	0.50
12.51	0.89	0.49
13.38	0.88	0.48
14.16	0.87	0.46
15.02	0.87	0.45
15.82	0.87	0.45
16.64	0.86	0.44
17.45	0.86	0.42
17.74	0.86	0.42
17.82	0.79	0.39

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:

Cohesión (c): 0.462 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 16.6 °

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES DE ENSAYO

TÉCNICO DE LABORATORIO

SILVA VÁSQUEZ YERSON ASÊNCIO
 CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CARLOS TAPIA CABRERA
 INGENIERO CIVIL
 INSTITUTO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-6 NATURAL
TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	SP
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	10/04/2025		REVISADO POR:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
				Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.388
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.462
 Ángulo de fricción (°): 16.6
 Ángulo de fricción modificado (°): 11.2

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	14.20	10.28
Nq:	5.23	3.04
Nγ:	3.14	1.50

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	4.87	1.62
Cimentación Circular	4.84	1.61

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CORTE DIRECTO		C-6 ALTERACIÓN 1	
	NORMA	NTP 339.171			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.247	g/cm ³
Humedad fin.:	29.06	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.66	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.307	g/cm ³
Humedad fin.:	26.89	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.10	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

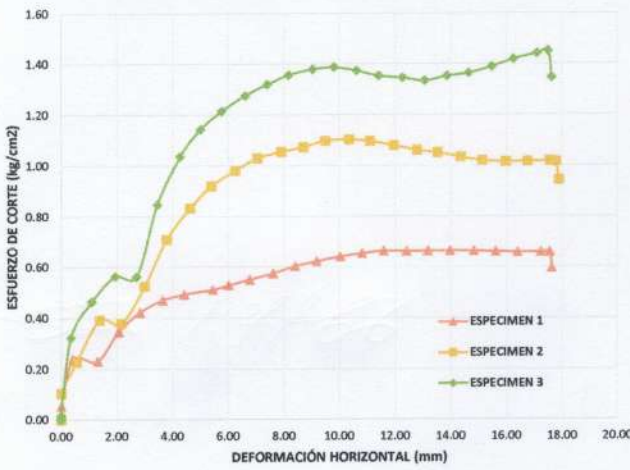
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.314	g/cm ³
Humedad fin.:	26.00	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.45	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.05	0.11
0.42	0.24	0.50
1.30	0.23	0.47
2.06	0.35	0.70
2.82	0.42	0.84
3.64	0.47	0.93
4.41	0.49	0.96
5.45	0.51	0.98
6.01	0.53	1.00
6.78	0.55	1.02
7.61	0.58	1.05
8.40	0.60	1.09
9.18	0.62	1.10
10.03	0.64	1.12
10.80	0.65	1.12
11.59	0.66	1.12
12.41	0.66	1.10
13.17	0.66	1.08
13.97	0.66	1.07
14.83	0.66	1.05
15.61	0.66	1.02
16.40	0.66	1.00
17.23	0.66	0.98
17.55	0.66	0.98
17.63	0.60	0.88

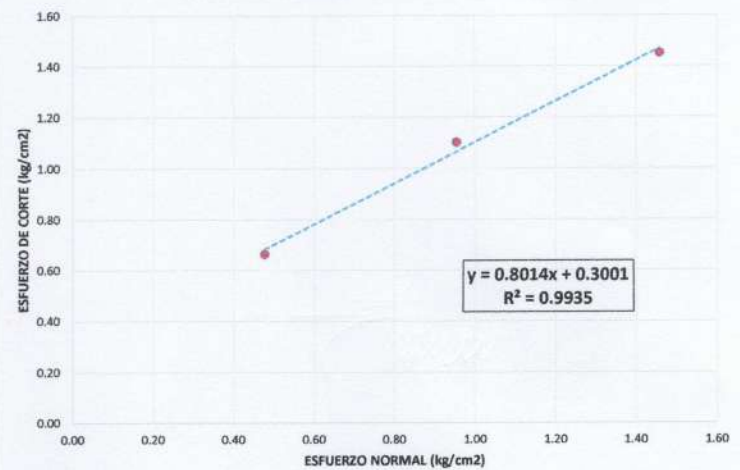
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.10	0.11
0.56	0.23	0.24
1.38	0.39	0.40
2.16	0.38	0.38
3.00	0.52	0.52
3.78	0.71	0.70
4.64	0.83	0.81
5.40	0.92	0.88
6.25	0.98	0.92
7.06	1.03	0.95
7.90	1.05	0.96
8.69	1.07	0.96
9.49	1.10	0.97
10.35	1.10	0.96
11.10	1.10	0.94
11.95	1.08	0.91
12.79	1.06	0.88
13.52	1.05	0.85
14.36	1.03	0.82
15.13	1.02	0.80
15.98	1.02	0.78
16.76	1.02	0.77
17.56	1.02	0.75
17.78	1.01	0.75
17.89	0.94	0.69

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.02	0.01
0.35	0.32	0.22
1.10	0.46	0.32
1.94	0.56	0.38
2.70	0.56	0.37
3.45	0.85	0.56
4.27	1.04	0.67
5.01	1.14	0.73
5.78	1.21	0.77
6.62	1.27	0.79
7.42	1.32	0.81
8.18	1.36	0.82
9.04	1.38	0.82
9.82	1.39	0.81
10.62	1.37	0.79
11.41	1.35	0.77
12.27	1.34	0.75
13.07	1.33	0.73
13.88	1.35	0.73
14.66	1.36	0.72
15.49	1.39	0.72
16.27	1.42	0.72
17.12	1.44	0.72
17.51	1.45	0.72
17.64	1.35	0.66

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.300 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 38.7 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO	CARLOS TAPIA CABRERA	
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	INGENIERO CIVIL	
	REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189756	

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO	CARGA ADMISIBLE		C-6 ALTERACIÓN I	
	TEORÍA	TERZAGHI			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Densidad seca (g/cm³): 1.289
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.300
 Ángulo de fricción (°): 38.7
 Ángulo de fricción modificado (°): 28.1

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	83.31	31.86
Nq:	67.74	18.01
N _γ :	79.52	14.99

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	12.93	4.31
Cimentación Circular	12.64	4.21

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO
SILVA VÁSQUEZ YÉRSÓN ASECNCIO		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
		ASESOR
		CARLOS TAPIA CABRERA
		INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 180746

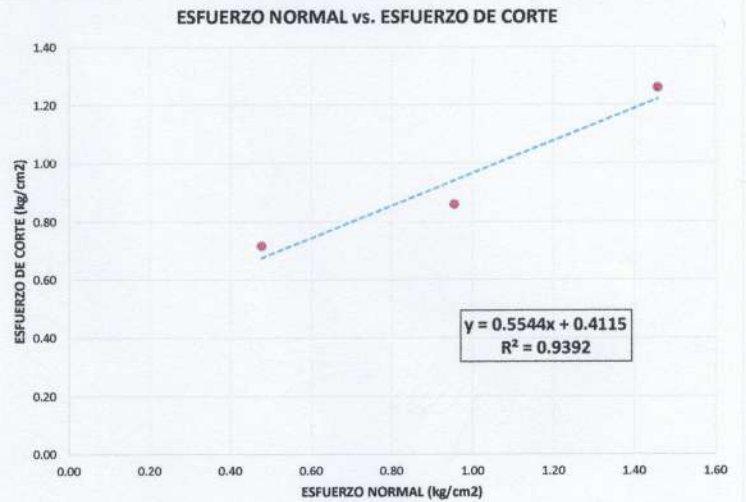
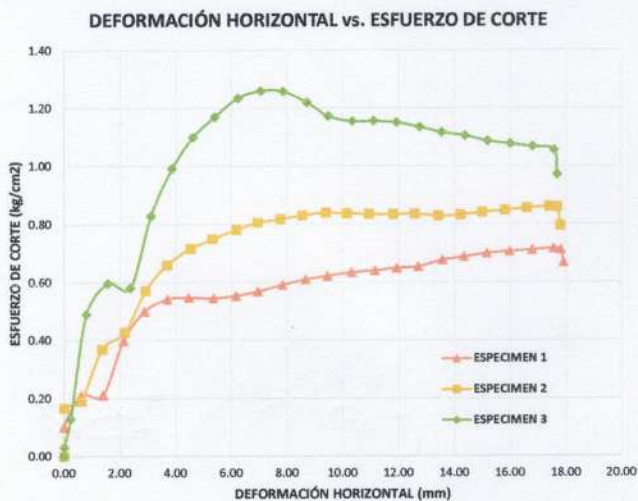
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-6 ALTERACIÓN 2	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm	Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm	Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²	Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.143	g/cm ³	Densidad seca:	1.335	g/cm ³	Densidad seca:	1.353	g/cm ³
Humedad fin.:	30.86	%	Humedad fin.:	28.10	%	Humedad fin.:	26.59	%
Carga:	1.75	kg	Carga:	3.50	kg	Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²	Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.72	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.86	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.26	kg/cm ²

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.10	0.21
0.61	0.21	0.44
1.40	0.21	0.44
2.12	0.40	0.80
2.88	0.50	1.00
3.70	0.54	1.06
4.48	0.55	1.06
5.36	0.54	1.04
6.16	0.55	1.04
6.95	0.57	1.05
7.84	0.59	1.08
8.66	0.61	1.09
9.45	0.62	1.10
10.31	0.63	1.10
11.15	0.64	1.09
11.93	0.65	1.09
12.70	0.65	1.08
13.57	0.68	1.10
14.34	0.69	1.10
15.15	0.70	1.10
15.98	0.71	1.09
16.78	0.71	1.07
17.55	0.72	1.06
17.81	0.71	1.05
17.91	0.67	0.98

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.17	0.18
0.61	0.19	0.20
1.36	0.37	0.38
2.18	0.43	0.43
2.92	0.57	0.57
3.69	0.66	0.65
4.54	0.72	0.69
5.33	0.75	0.72
6.18	0.78	0.73
6.94	0.81	0.75
7.75	0.82	0.75
8.54	0.83	0.75
9.39	0.84	0.74
10.14	0.84	0.73
10.94	0.84	0.72
11.80	0.83	0.70
12.57	0.84	0.69
13.41	0.83	0.67
14.22	0.83	0.67
15.00	0.84	0.66
15.81	0.85	0.65
16.59	0.86	0.65
17.40	0.86	0.64
17.69	0.86	0.63
17.79	0.80	0.59

Deformación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.01	0.03	0.02
0.24	0.13	0.09
0.80	0.49	0.34
1.58	0.60	0.41
2.38	0.58	0.39
3.11	0.83	0.55
3.87	0.99	0.65
4.63	1.10	0.71
5.41	1.17	0.74
6.24	1.23	0.77
7.05	1.26	0.78
7.85	1.26	0.76
8.71	1.22	0.73
9.48	1.17	0.69
10.34	1.15	0.67
11.10	1.16	0.66
11.92	1.15	0.64
12.75	1.13	0.62
13.54	1.12	0.60
14.39	1.10	0.59
15.20	1.09	0.57
16.00	1.08	0.55
16.80	1.07	0.54
17.58	1.05	0.52
17.69	0.97	0.48



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.411 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 29 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-6 ALTERACIÓN 2
	TEORÍA		TERZAGHI		
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.277
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.411
 Ángulo de fricción (°): 29
 Ángulo de fricción modificado (°): 20.3

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
Nc:	34.24	18.05
Nq:	19.98	7.68
N _γ :	17.04	5.16

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	qu	qadm
Cimentación Cuadrada	8.30	2.77
Cimentación Circular	8.20	2.73

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 10% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO		Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
		ASESOR
		CARLOS TAPIA CABRERA
		INGENIERO CIVIL
		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 188789

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CORTE DIRECTO		C-6 ALTERACIÓN 3	
NORMA		NTP 339.171			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

ESPECIMEN 1		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.339	g/cm ³
Humedad fin.:	29.98	%
Carga:	1.75	kg
Esf. Normal:	0.48	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.34	kg/cm ²

ESPECIMEN 2		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.215	g/cm ³
Humedad fin.:	29.26	%
Carga:	3.50	kg
Esf. Normal:	0.95	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.44	kg/cm ²

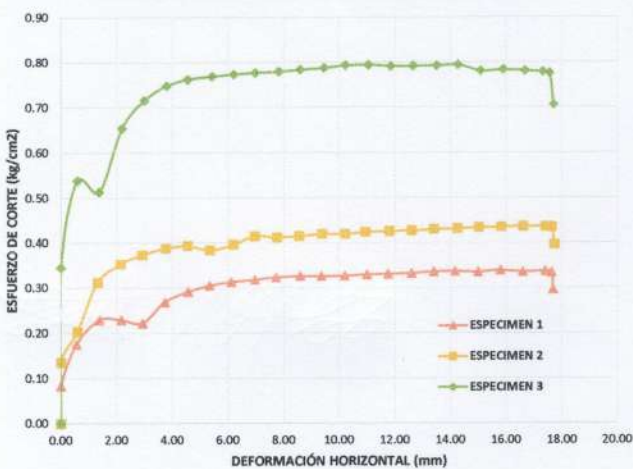
ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	20.00	mm
Lado de caja:	60.00	mm
Área inicial:	36.00	cm ²
Densidad seca:	1.397	g/cm ³
Humedad fin.:	27.93	%
Carga:	5.25	kg
Esf. Normal:	1.46	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.79	kg/cm ²

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.08	0.18
0.55	0.18	0.36
1.38	0.23	0.47
2.15	0.23	0.46
2.92	0.22	0.44
3.72	0.27	0.53
4.57	0.29	0.56
5.34	0.31	0.58
6.12	0.31	0.59
6.96	0.32	0.59
7.72	0.32	0.59
8.60	0.33	0.59
9.35	0.33	0.58
10.20	0.33	0.57
11.00	0.33	0.56
11.75	0.33	0.56
12.59	0.33	0.55
13.39	0.34	0.55
14.16	0.34	0.54
14.99	0.33	0.53
15.79	0.34	0.52
16.59	0.34	0.51
17.40	0.34	0.50
17.63	0.33	0.49
17.68	0.30	0.44

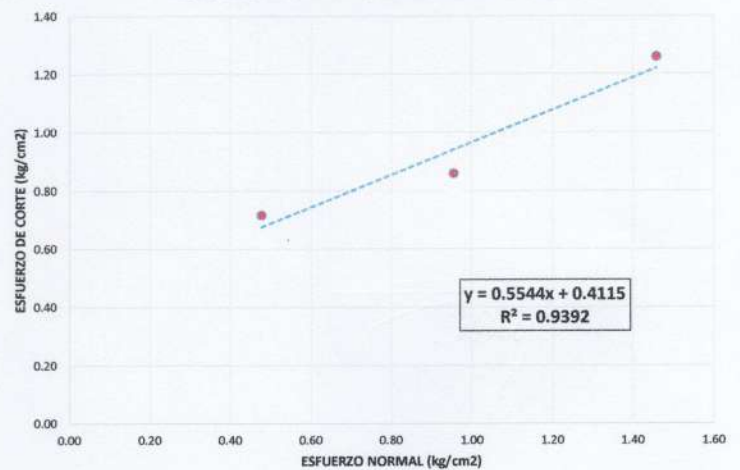
Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.14	0.14
0.59	0.20	0.21
1.31	0.31	0.32
2.14	0.35	0.36
2.92	0.37	0.37
3.77	0.39	0.38
4.55	0.39	0.38
5.35	0.38	0.37
6.19	0.40	0.37
6.96	0.41	0.38
7.76	0.41	0.38
8.55	0.41	0.37
9.38	0.42	0.37
10.20	0.42	0.37
10.94	0.42	0.36
11.80	0.43	0.36
12.60	0.43	0.35
13.39	0.43	0.35
14.25	0.43	0.35
15.02	0.43	0.34
15.82	0.43	0.34
16.61	0.44	0.33
17.40	0.44	0.32
17.63	0.43	0.32
17.72	0.40	0.29

Defromación horizontal (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00
0.00	0.34	0.24
0.58	0.54	0.37
1.38	0.51	0.35
2.20	0.65	0.44
3.00	0.72	0.47
3.80	0.75	0.49
4.56	0.76	0.49
5.43	0.77	0.49
6.21	0.77	0.48
6.98	0.78	0.48
7.83	0.78	0.47
8.60	0.78	0.47
9.46	0.79	0.46
10.23	0.79	0.46
11.06	0.79	0.45
11.85	0.79	0.44
12.65	0.79	0.44
13.51	0.79	0.43
14.27	0.79	0.42
15.09	0.78	0.41
15.90	0.78	0.40
16.68	0.78	0.39
17.32	0.78	0.39
17.56	0.78	0.38
17.71	0.71	0.35

DEFORMACIÓN HORIZONTAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



RESULTADOS:
 Cohesión (c): 0.074 kg/cm²
 Áng. Fricción (φ): 25 °

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
 CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	CÁLCULO		CARGA ADMISIBLE		C-6 ALTERACIÓN 3
	TEORÍA		TERZAGHI		
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					
PROYECTO					
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	01/04/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia	
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2025		REVISADO POR:	Yerson Asencio Silva Vásquez	
					Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Densidad seca (g/cm³): 1.317
 Cohesión de suelo (kg/cm²): 0.074
 Ángulo de fricción (°): 25
 Ángulo de fricción modificado (°): 17.3

Profundidad de Cimentación (Df): 1.50 m
 Ancho de Cimentación (B): 1.50 m

SEGÚN FÓRMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Fórmulas de capacidad de Carga:

	<i>Para falla General</i>	<i>Para falla local</i>
Cimentación corrida	$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$	$q_u = \frac{2}{3}c'N'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$
Cimentación Circular	$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$	$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de seguridad: 3

	General	Local
N _c :	25.13	14.84
N _q :	12.72	5.62
N _γ :	9.74	3.45

Capacidad de carga (Df = 1.5 m)

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentación Cuadrada	2.34	0.78
Cimentación Circular	2.27	0.76

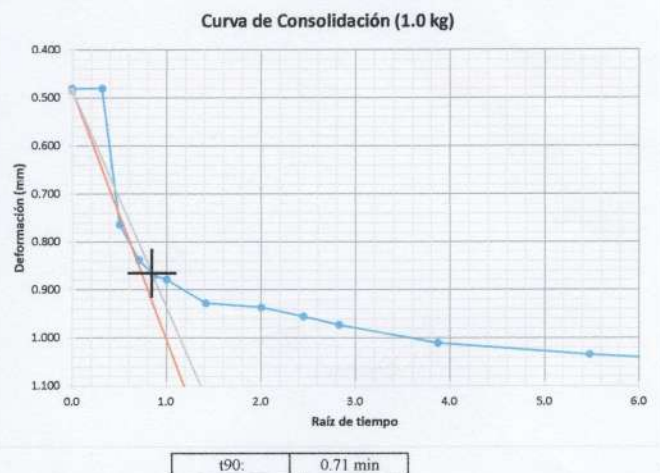
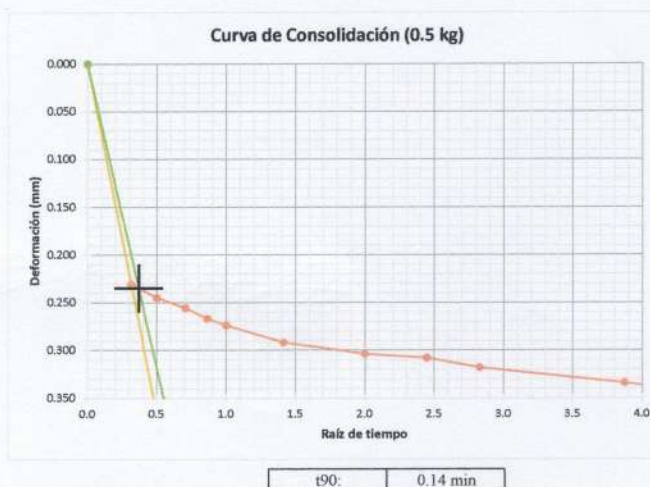
OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 15% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
RESPONSABLES DE ENSAYO		ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO		CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		INGENIERO CIVIL
Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 170758
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-6 NATURAL
NORMA	NTP 339.154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		RESPONSABLE:
			REVISADO POR:

		C - Nº 6 - CARGA							
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa							
			17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
			kg						
			0.5	1	2	4	8	16	32
			kg/cm ²						
	0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32		
		Incrementos kg/cm ²							
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318	
		Deformación (mm)							
0.0	0.00	0.000	0.480	1.092	2.142	3.022	3.693	4.346	
0.1	0.32	0.231	0.481	1.189	2.371	3.191	3.675	4.352	
0.25	0.50	0.245	0.764	1.737	2.592	3.244	3.822	4.423	
0.5	0.71	0.256	0.838	1.800	2.670	3.262	3.852	4.450	
0.75	0.87	0.267	0.870	1.838	2.698	3.275	3.870	4.467	
1	1.00	0.274	0.879	1.862	2.732	3.291	3.886	4.485	
2	1.41	0.292	0.928	1.934	2.773	3.331	3.937	4.537	
4	2.00	0.304	0.937	1.978	2.819	3.366	3.972	4.579	
6	2.45	0.308	0.956	2.017	2.840	3.399	4.012	4.614	
8	2.83	0.318	0.973	2.027	2.859	3.414	4.041	4.634	
15	3.87	0.334	1.011	2.054	2.901	3.464	4.107	4.717	
30	5.48	0.364	1.035	2.069	2.945	3.538	4.193	4.819	
45	6.71	0.394	1.048	2.084	2.974	3.574	4.239	4.867	
60	7.75	0.408	1.055	2.088	2.982	3.601	4.265	4.900	
120	10.95	0.444	1.081	2.106	2.996	3.660	4.309	4.953	
180	13.42	0.471	1.085	2.116	3.007	3.683	4.325	4.978	
240	15.49	0.474	1.088	2.129	3.015	3.690	4.333	4.987	

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	4.987	4.922
16 a 8	4.922	4.545
8 a 4	4.843	4.736
4 a 2	4.730	4.628
2 a 1	4.627	4.546
1 a 0	4.545	4.379

Masa de anillo (g)	Inicio	Final
Masa muestra húmeda (g)	72.8	72.8
Masa muestra seca (g)	-	82.2
Altura (mm)	20.0	1.596
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.53	



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA TÉCNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>Silva Vásquez Yerson Asencio</i> SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	<i>Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia</i> Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	<i>Carlos Tapia Cabrera</i> CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL



PROTOCOLO

ENSAYO

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

C-6 NATURAL

NORMA

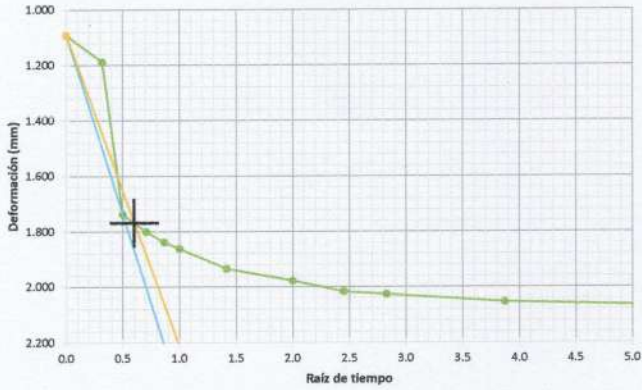
NTP 339.154

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025

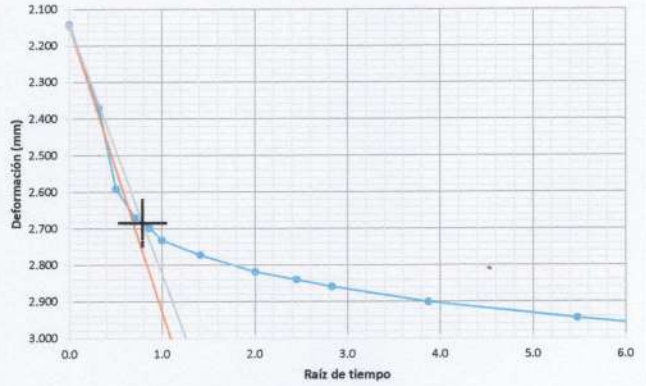
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA			PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025			RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Curva de Consolidación (2.0 kg)



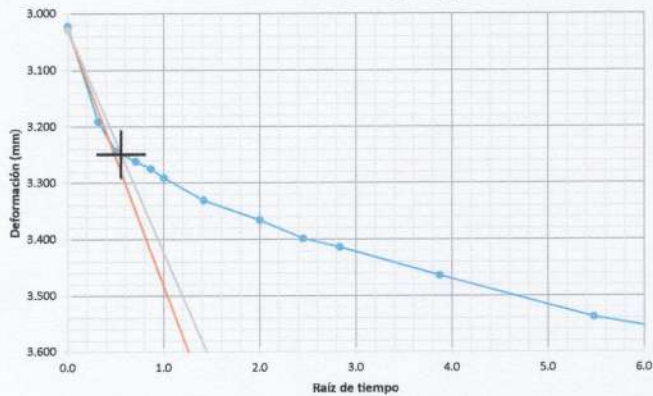
t90: 0.36 min

Curva de Consolidación (4.0kg)



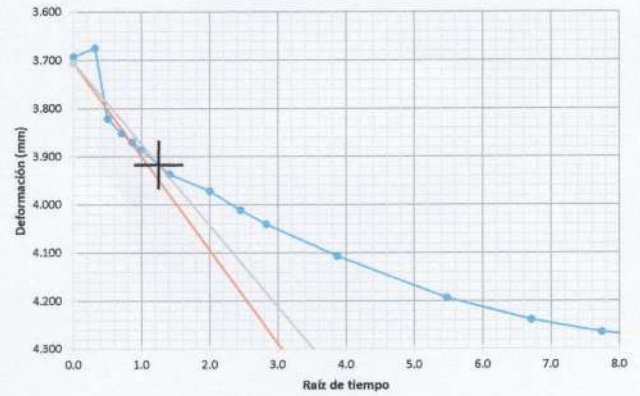
t90: 0.63 min

Curva de Consolidación (8.0 kg)



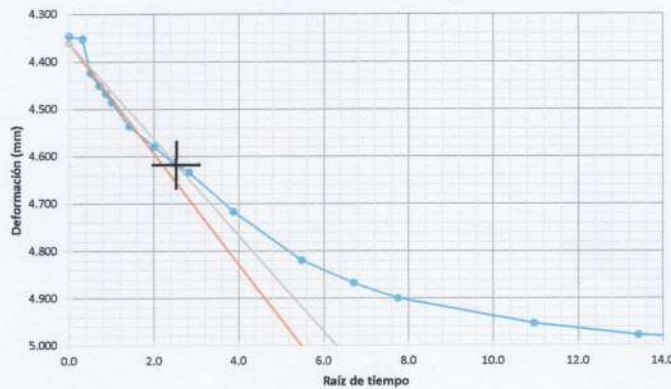
t90: 0.31 min

Curva de Consolidación (16.0 kg)



t90: 1.58 min

Curva de Consolidación (32.0 kg)



t90: 6.41 min

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL

RESPONSABLES DE ENSAYO




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
TÉCNICO DE LABORATORIO



CARLOS TAPIA CABRERA
INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIADO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189759

SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-6 NATURAL	
	NORMA	NTP 339.154			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

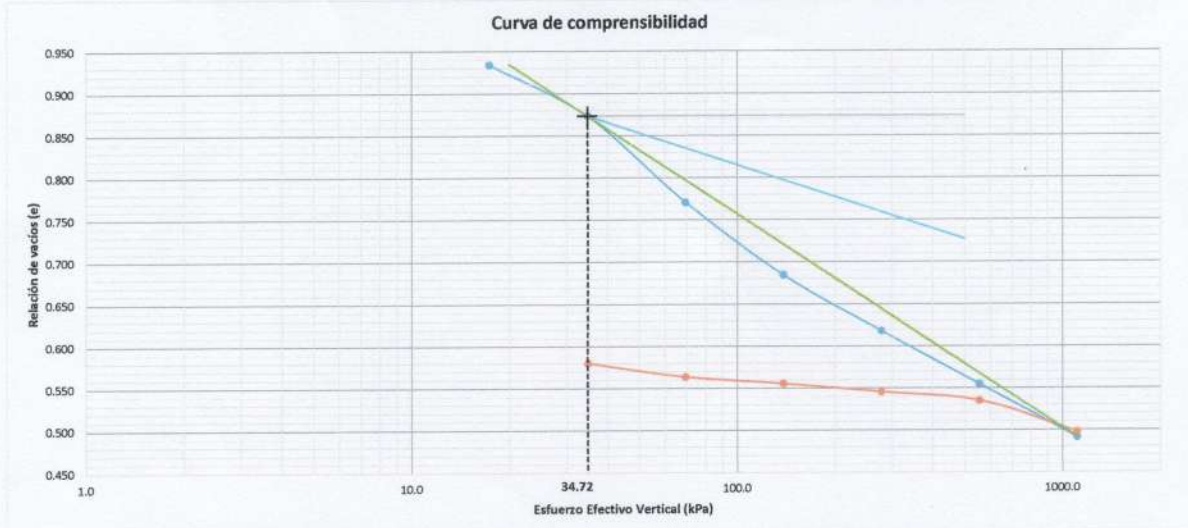
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.596
Humedad	27.13%	29.68%
Relación de vacíos (e)	0.981	0.580
Saturación	70.00%	100.00%

Densidad seca:	1.278 g/cm3
Peso seco unitario:	12.52 KN/m3
Volumen sólidos:	32.48 cm3
Altura de sólidos (Hs):	1.01 cm

Gs:	2.53
T90:	0.848
Volumen (cm3)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm2




CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	t90	Cv (cm2/s)
17.4	0.000	0.474	0.474	19.526	0.934	2.37%	0.14 min	0.103
34.7	0.480	1.088	0.608	18.918	0.873	3.04%	0.71 min	0.020
69.3	1.092	2.129	1.037	17.881	0.771	5.19%	0.36 min	0.039
138.8	2.142	3.015	0.873	17.008	0.684	4.37%	0.63 min	0.022
277.4	3.022	3.69	0.668	16.340	0.618	3.34%	0.31 min	0.045
555.0	3.693	4.333	0.640	15.700	0.555	3.20%	1.58 min	0.009
1109.9	4.346	4.987	0.641	15.059	0.491	3.21%	6.41 min	0.002

DESCARGA							
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	ΔH (mm)	H (mm)	e	ε (%)	
1109.9	4.987	4.922	-0.065	15.124	0.498	-0.32%	
555.0	4.922	4.545	-0.377	15.501	0.535	-1.89%	
277.4	4.843	4.736	-0.107	15.608	0.546	-0.53%	
138.8	4.73	4.628	-0.102	15.710	0.556	-0.51%	
69.3	4.627	4.546	-0.081	15.791	0.564	-0.41%	
34.7	4.545	4.379	-0.166	15.957	0.580	-0.83%	



Presión de preconsolidación (Pc):	34.72 kPa	=	0.35 kg/cm2
Índice de compresibilidad (Cc):	0.311		Índice de recompresión (Cr): 0.051



OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
RESPONSABLES DE ENSAYO		TÉCNICO DE LABORATORIO
 SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
		ASESOR  CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-6 NATURAL		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	02/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel DF:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.311
Índice de recompresión (Cr):	0.051
Presión de preconsolidación:	0.35 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.981

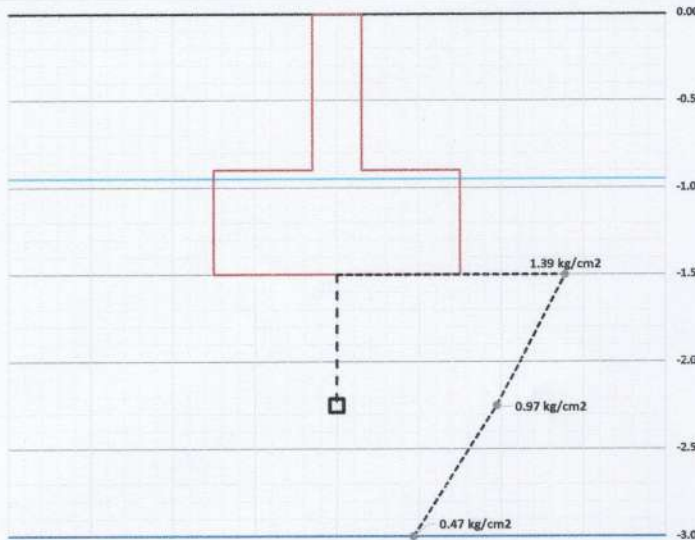
OCR:	1.50
------	------

Esesor de estrato (Hc):	2.05 m
-------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	0.95 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.10 kg/cm ²
2	2.05 m	NO	1277.59 kg/m ³	0.13 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.236 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	mI	nI	Ic	Δσ'-qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Sc(p):	179.1 mm
--	----------

OBSERVACIONES: MUESTRA NATURAL		
RESPONSABLES DE ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENCIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA DABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 186724

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-6 ALTERACIÓN I
NORMA	NTP 339.154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025		
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:
			SP
			1.50 m
			César Yair Cruzado Tapia
			Yerson Asencio Silva Vásquez
			Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

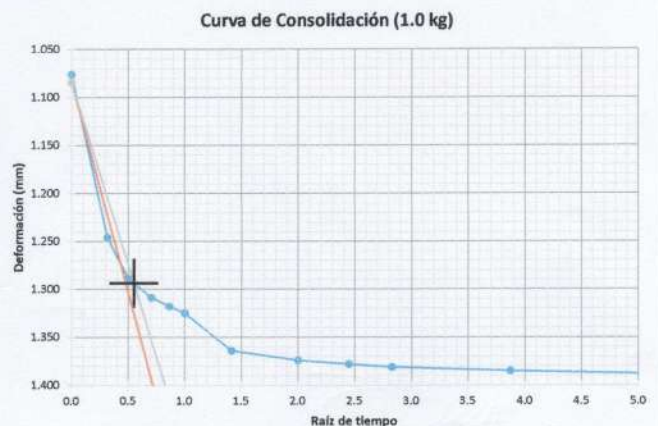
		C - Nº 6 - CARGA							
TIEMPO (min)	\sqrt{t}	kPa							
			17.4	34.7	69.3	138.8	277.4	555.0	1109.9
			kg						
			0.5	1	2	4	8	16	32
			kg/cm ²						
			0.18	0.35	0.71	1.42	2.83	5.66	11.32
		Incrementos kg/cm ²							
		0 - 0.177	0.177 - 0.354	0.354 - 0.707	0.707 - 1.415	1.415 - 2.829	2.829 - 5.659	5.659 - 11.318	
		Deformación (mm)							
0.0	0.00	0.000	1.076	1.412	1.948	2.607	3.342	4.285	
0.1	0.32	0.633	1.246	1.622	2.380	3.015	3.612	4.462	
0.25	0.50	0.727	1.289	1.773	2.465	3.093	3.877	4.639	
0.5	0.71	0.775	1.309	1.823	2.513	3.143	3.945	4.764	
0.75	0.87	0.809	1.318	1.838	2.522	3.165	3.983	4.801	
1	1.00	0.838	1.325	1.856	2.541	3.189	4.010	4.886	
2	1.41	0.880	1.364	1.885	2.556	3.228	4.072	4.961	
4	2.00	0.899	1.374	1.894	2.570	3.258	4.129	5.007	
6	2.45	0.909	1.378	1.897	2.578	3.271	4.166	5.046	
8	2.83	0.918	1.381	1.900	2.584	3.276	4.177	5.115	
15	3.87	0.928	1.385	1.905	2.592	3.279	4.209	5.191	
30	5.48	0.934	1.389	1.909	2.597	3.286	4.235	5.217	
45	6.71	0.936	1.391	1.913	2.597	3.298	4.244	5.226	
60	7.75	0.937	1.391	1.916	2.599	3.301	4.248	5.233	
120	10.95	0.942	1.397	1.941	2.601	3.314	4.258	5.241	
180	13.42	0.944	1.400	1.948	2.609	3.318	4.267	5.247	
240	15.49	0.947	1.405	1.948	2.611	3.331	4.274	5.250	

DESCARGA (mm)		
	Inicio	Final
32 a 16	5.250	5.211
16 a 8	5.210	5.112
8 a 4	5.111	5.028
4 a 2	5.026	4.935
2 a 1	4.934	4.852
1 a 0	4.848	4.475

Masa de anillo (g)	Inicio	Final
	72.8	72.8
Masa muestra húmeda (g)	111.7	128.4
Masa muestra seca (g)	-	103.2
Altura (mm)	20.0	1.567
Diámetro (mm)	64.0	64.0
Gravedad específica	2.47	



t₉₀: 0.28 min



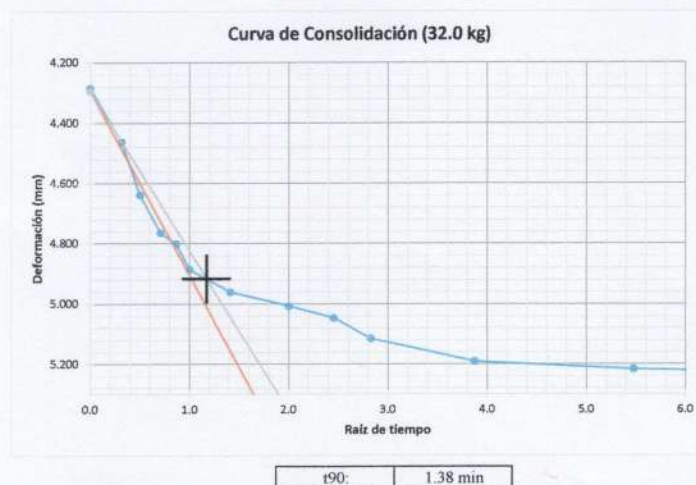
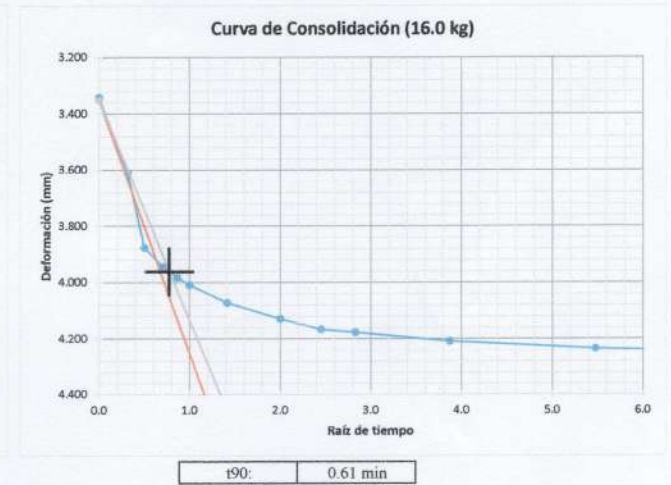
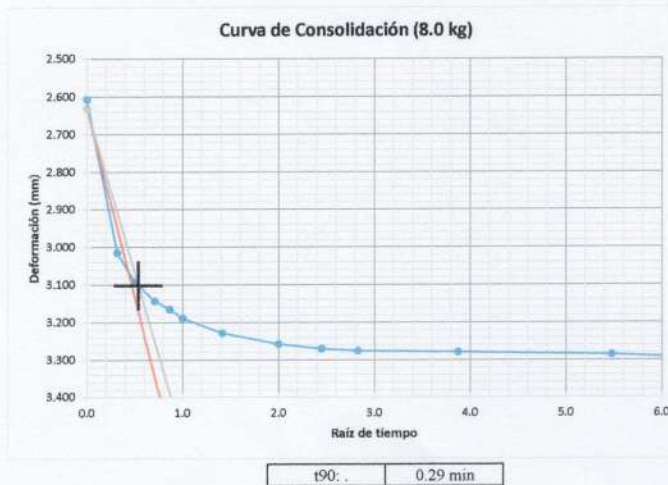
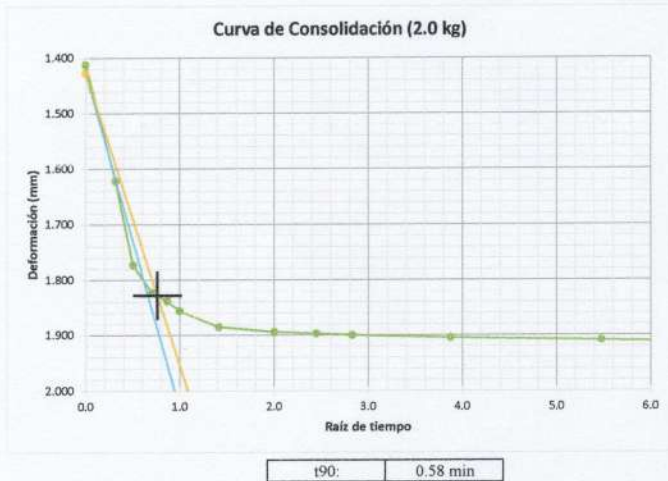
t₉₀: 0.30 min

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	SANTOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL

REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 189759

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL	C-6 ALTERACIÓN I	
	NORMA	NTP 339.154		
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	SP
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		PROFUNDIDAD:	1.50 m
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez
			REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO 8% CLORURO DE CALCIO		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA		
TÉCNICO DE LABORATORIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	Ing. Walter Manuel Vc: 32 Tapia	asesor
	TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASECIO		CARLOS TAPIA CABRERA
CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR		INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO		CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL		C-6 ALTERACIÓN I	
NORMA		NTP 339.154			
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025			
CALICATA:	Nº 6	Nº ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

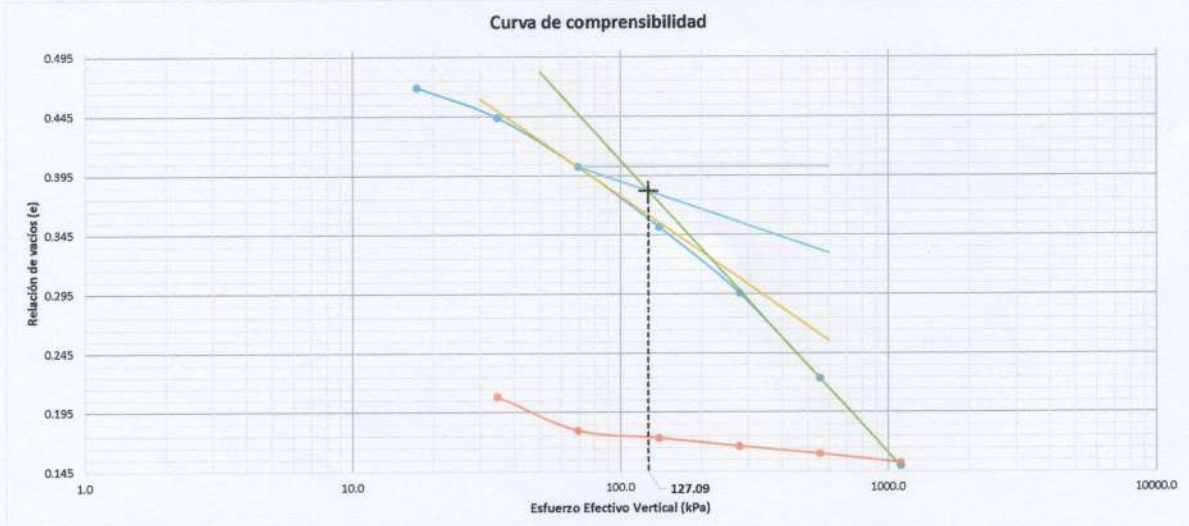
	Inicial	Final
Altura (cm)	2.0	1.567
Humedad	8.24%	24.42%
Relación de vacíos (e)	0.542	0.208
Saturación	37.57%	100.00%

Densidad seca:	1.604 g/cm3
Peso seco unitario:	15.72 KN/m3
Volumen sólidos:	41.72 cm3
Altura de sólidos (Hs):	1.30 cm

Gs:	2.47
T90:	0.848
Volumen (cm3)	64.34
Diámetro:	6.40 cm
Área:	32.17 cm2

CARGA								
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)	t90	Cv (cm2/s)
17.4	0.000	0.947	0.947	19.053	0.469	4.74%	0.28 min	0.051
34.7	1.076	1.405	0.329	18.724	0.444	1.65%	0.30 min	0.047
69.3	1.412	1.948	0.536	18.188	0.403	2.68%	0.58 min	0.024
138.8	1.948	2.611	0.663	17.525	0.351	3.32%	0.29 min	0.049
277.4	2.607	3.331	0.724	16.801	0.296	3.62%	0.29 min	0.049
555.0	3.342	4.274	0.932	15.869	0.224	4.66%	0.61 min	0.023
1109.9	4.285	5.25	0.965	14.904	0.149	4.83%	1.38 min	0.010

DESCARGA						
Esfuerzo (kPa)	do (mm)	d (mm)	Δu (mm)	H (mm)	e	ϵ (%)
1109.9	5.25	5.211	-0.039	14.943	0.152	-0.19%
555.0	5.21	5.112	-0.098	15.041	0.160	-0.49%
277.4	5.111	5.028	-0.083	15.124	0.166	-0.42%
138.8	5.026	4.935	-0.091	15.215	0.173	-0.46%
69.3	4.934	4.852	-0.082	15.297	0.180	-0.41%
34.7	4.848	4.475	-0.373	15.670	0.208	-1.87%



Presión de preconsolidación (Pc):	127.09 kPa	=	1.30 kg/cm2
Índice de compresibilidad (Cc):	0.487		Índice de recompresión (Cr): 0.023



OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO Y 8% CLORURO DE CALCIO

RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DE LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 178939

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
CÁLCULO	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL		C-6 ALTERACIÓN 1		
TEORÍA	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA				
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025				
CALICATA:	N° 6	N° ESTRATOS:	2	TIPO DE MATERIAL:	SP
UBICACIÓN:	CHOROPAMPA/CHOTA/CAJAMARCA		PROFUNDIDAD:	1.50 m	
FECHA DE MUESTREO:	06/03/2025		RESPONSABLE:	César Yair Cruzado Tapia Yerson Asencio Silva Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	16/06/2025		REVISADO POR:	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	

Lado (B):	1.50 m
Largo (L):	1.50 m
Profundidad (Df):	1.50 m
Nivel Freático (Nf):	-

Carga de cimentación:	35.0 Tn
Esfuerzo de cimentación:	1.56 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo suelo nivel Df:	0.165 kg/cm ²
Esfuerzo neto cimentación (qo):	1.39 kg/cm ²

Índice de compresibilidad (Cc):	0.487
Índice de recompresión (Cr):	0.023
Presión de preconsolidación:	1.30 kg/cm ²
Relación de vacíos inicial (eo):	0.542

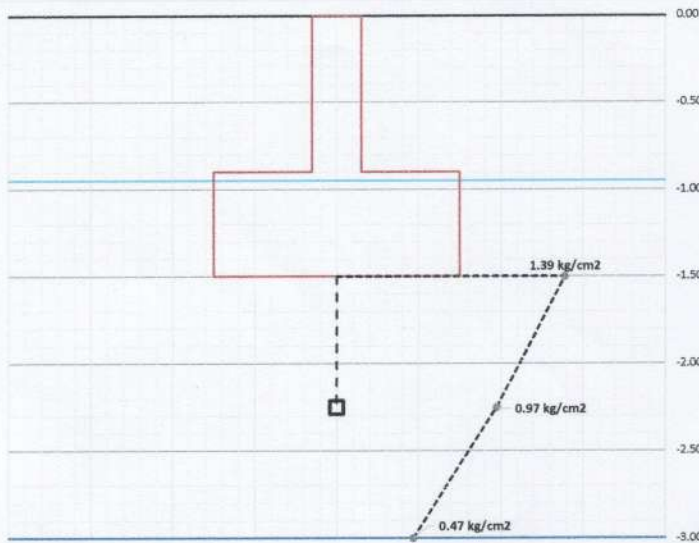
OCR:	2.99
------	------

Espesor de estrato (Hc):	2.05 m
--------------------------	--------

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2

DETERMINACIÓN DE ESFUERZO EFECTIVO PROMEDIO				
N° Estrato	Espesor	Nf	Densidad	σ'₀
1	0.95 m	NO	1102.35 kg/m ³	0.10 kg/cm ²
2	2.05 m	NO	1603.98 kg/m ³	0.33 kg/cm ²
Esfuerzo efectivo promedio:				0.434 kg/cm ²

INCREMENTO DE ESFUERZO EFECTIVO				
Z	mI	nI	Ic	Δσ'-qo*Ic
0.00 m	1.0	0.0	1.000	1.39 kg/cm ²
0.75 m	1.0	1.0	0.701	0.97 kg/cm ²
1.50 m	1.0	2.0	0.336	0.47 kg/cm ²
Δσ'prom:				0.959 kg/cm ²



SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO
$S_{c(p)} = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 1
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} \leq \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_0}$

SUELO PRECONSOLIDADO - CASO 2
$\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom} > \sigma'_c$
$S_{c(p)} = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_c}$

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA $S_c(p)$:	34.5 mm
--	---------

OBSERVACIONES: MUESTRA ALTERADA 4% CEMENTO + 8% CLORURO DE CALCIO		
RESPONSABLES DE ENSAYO	TECNICO DEL LABORATORIO	ASESOR
SILVA VÁSQUEZ YERSON ASENSIO CRUZADO TAPIA CÉSAR YAIR	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CARLOS TAPIA CABRERA INGENIERO CIVIL
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 189750		

Anexo N° 4. Diseño y Costos de Zapata en Suelo Natural y Alterado

**DISEÑO, METRADOS Y COSTOS
DE ZAPATA AISLADA EN SUELO
NATURAL**

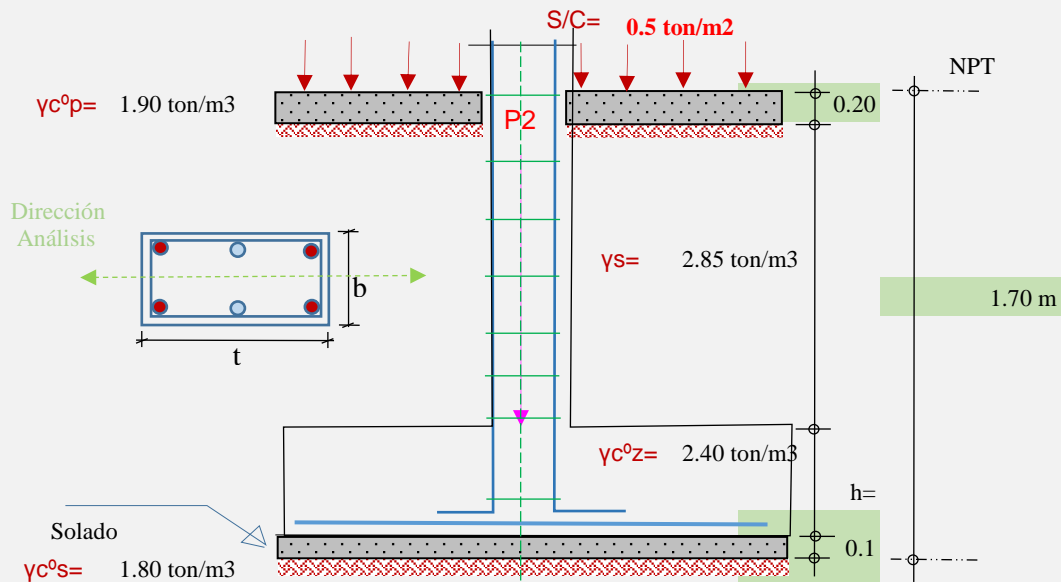


"MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"

DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS

Tesisistas: Yerson Asencio Silva Vásquez, César Yair Cruzado Tapia				
Observaciones: Muestra natural				
Concreto	F'c=	210 kg/cm ²	qa=	0.88 ton/m ³
Fluencia Acero	Fy=	4200 kg/cm ²	γ ^o p=	1.90 ton/m ³
Peso de carga muerta	Pcm=	28.39 ton	γ ^s =	2.85 ton/m ³
Peso de carga viva	Pcv=	7.16 ton	γ ^o z=	2.40 ton/m ³
Momento Carga Muerta	Mcm=	1.81 ton-m	γ ^o s=	1.80 ton/m ³
Momento Carga Viva	Mcv=	0.51 ton-m	Df=	1.50 m

Columna detalles	b=	25 cm	Refuerzo	2	Ø 5/8"
	t=	25 cm		2	Ø 5/8"



I. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	db=	1.59 cm
	Ab=	1.979 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	36.8 cm	Ld max	36.81 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	26.7 cm	Ld asumido	40.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.0 cm	Ld=	$Ld = Ld \text{ asumido} + 10cm$ 50.00 cm

Altura de la zapata	h=	60.00 cm	$h = Ld + 10cm$
---------------------	----	----------	-----------------

Capacidad portante neta del terreno (qn)	
$qn = qa - (\gamma c^o s \times hs) - (\gamma c^o z \times hz) - (\gamma s \times hs) - (\gamma c^o p \times hp) - s/c$	qn= 0.402 kg/cm ²

Área de la zapata	$A = \frac{PT}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$	A= 8.842 m ²
-------------------	--	-------------------------

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$8.842 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$8.842 = 0.0625 + 0.5m + 0.5m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1m + -8.8 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

	m=	1.36		
$L = t + 2m$	L=	2.97 m	L=	2.20 m
$B = b + 2m$	B=	2.97 m	B=	2.20 m
Cálculo del área definido	$A_z = B \times L$		Az=	4.8 m ²

II. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$				
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$		Ps=	36 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$		Ms=	2.3 ton-m
	$C = L/2$		C=	1.1
Cálculo de Inercia	$I = (B * L^3)/12$		I=	1.952 m ⁴
Presión máxima	$q_{máx} = \frac{P_s}{A_z} + \frac{M_s * c}{I}$		qmáx=	0.865 kg/cm ²
Verificación	0.865 < 0.88		qmáx < qa	OK

CARGAS DE DISEÑO (P_u, M_u)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$		Pu=	51.9 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$		Mu=	3.40 ton-m
$M = F * d \Rightarrow M_u = P_u * e$	$e = M_u / P_u$		e=	0.066 m
			L/6=	0.367 m
Verificación Presión del suelo			e < L/6	

Forma Trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

$q_1 =$	12.64 ton/m ²
$q_2 =$	8.81 ton/m ²

III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE				
Presion a una dist. d cara de columna	d=	50.00 cm	q'	11.8 ton/m ²
Fuerza cortante ultima			Vu=	12.778 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d$		$\phi V_c =$	71.812 ton
Verificación			$V_u < \phi V_c =$	CONFORME $V_u \leq \phi V_c$

IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO				
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 * (t + d) + 2 * (b + d)$		$b_o =$	3.00 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$		$B_o =$	1
Área del punzonamiento			$A_p =$	0.56 m ²
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$		$A'_p =$	4.28 m ²
Cálculo de presion a distancia de corte izquierdo			q''	10.1 ton/m ²
Cálculo de presion a distancia de corte derecho			q'''	11.38 ton/m ²
Fuerza cortante última	$V_u = q_u * A'_p$		Vu =	45.878 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento			$\phi V_c =$	301.167 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) * \sqrt{f'c} * b_o * d$		$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME

V. DISEÑO DE REFUERZO LONGTUDINAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	1.225	q''''	10.94 ton/m ²	
Distancia L	0.98	F1=	10.6695	F2=	0.8281
Cálculo de momento último			Mu=	5.740 ton-m	

Datos de diseño:

b=	100	d=	50.00 cm	Mu=	5.740 ton-m
β=	0.85	f'c=	210 kg/cm2	fy=	4200 kg/cm2

Cálculo

Zona sísmica				Zona	No sísmica
Cuantía y acero mínimo	Pmin=	0.002415229		Asmin=	12.08 cm2
Cuantía y acero balanceada	Pb=	0.02125		Asb=	106.25 cm2
Cuantía y acero máxima 0.75 pb	Pmáx=	0.0159375		Asmáx=	79.69 cm2
	w1=	1.682679491		w2=	0.012235763
Cuantía y acero de diseño	Pd=	0.000611788		Asd=	3.06 cm2
Área de acero a usar				Asd=	12.08 cm2

Acero a seleccionar Ø 5/8" As= 1.98 cm2 db= 1.59 cm

Número de varillas:	Nº varillas=	13 und	$N = \frac{Asd \cdot B}{As \cdot \emptyset}$
Distribución de Acero:	S=	16.1 cm	

Acero Longitudinal: 13 Ø 5/8" @ 0.161 m $S = \frac{B - 2r - \emptyset - 10}{N - 1}$

VI. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	1.225	q'''	10.94312581	$Mu = \frac{ql^2}{2}$	
Cálculo de momento último distancia L=	0.975	Mu=	5.201 ton-m		

Datos de diseño:

b=	100	d=	50.00 cm	Mu=	5.201 ton-m
β=	0.85	f'c=	210 kg/cm2	fy=	4200 kg/cm2

Cálculo

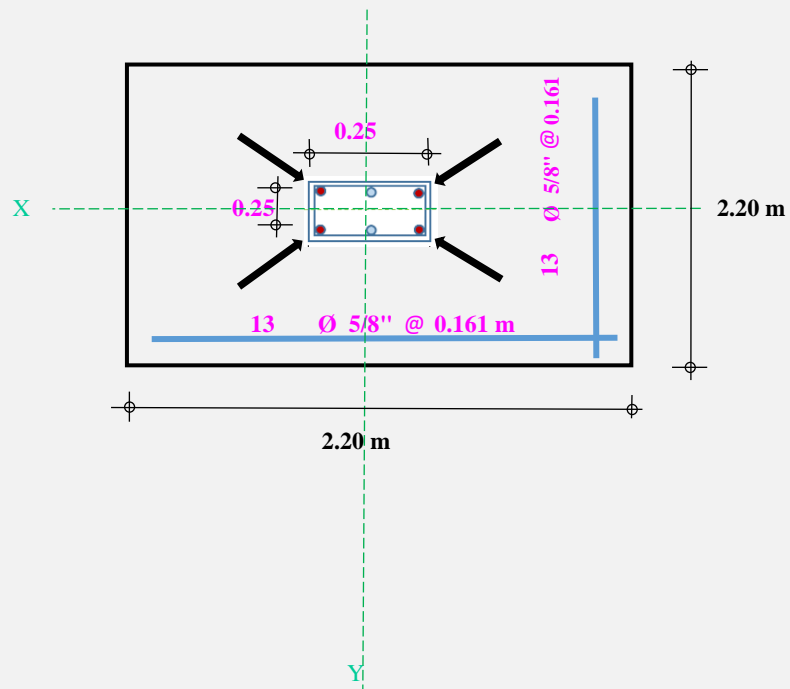
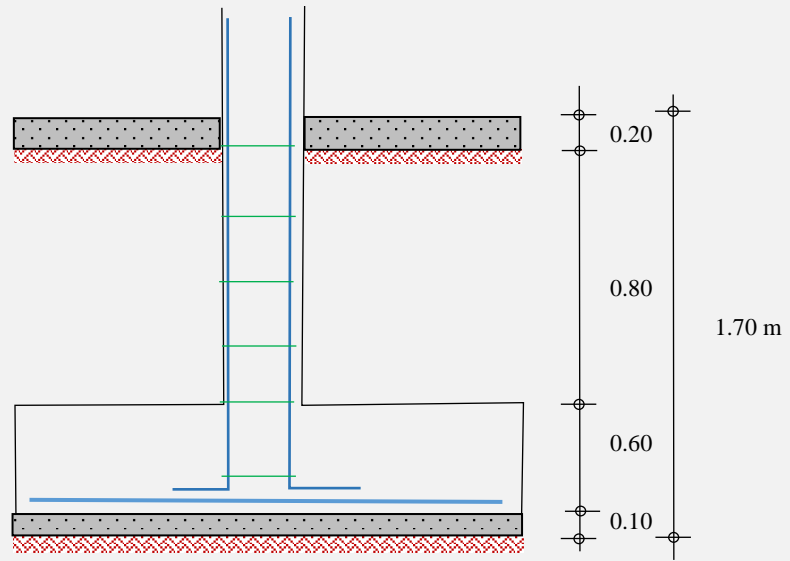
Zona sísmica				Zona	No sísmica
Cuantía y acero mínimo	Pmin=	0.002415229		Asmin=	12.08 cm2
Cuantía y acero balanceada	Pb=	0.02125		Asb=	106.25 cm2
Cuantía y acero máxima 0.75 pb	Pmáx=	0.0159375		Asmáx=	79.69 cm2
	w1=	1.683834549		w2=	0.011080705
Cuantía y acero de diseño	Pd=	0.000554035		Asd=	2.77 cm2
Área de acero a usar				Asd=	12.08 cm2

Acero a seleccionar Ø 5/8" As= 1.98 cm2 db= 1.59 cm

Número de varillas:	Nº varillas=	13 und	$N = \frac{Asd \cdot L}{As \cdot \emptyset}$
Distribución de Acero:	S=	16.1 cm	

Acero Longitudinal: 13 Ø 5/8" @ 0.161 m $S = \frac{L - 2r - \emptyset - 10}{N - 1}$

VII. DETALLE FINAL



RESUMEN DE METRADOS



“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”

UBICACIÓN:	DISTRITO DE CHOTA	FECHA: DIC-2025	
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO
01	ZAPATAS AISLADAS (SUELO NATURAL)		
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.84
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL	m2	4.84
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m3	7.26
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	3.39
01.02.03	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL	m2	4.84
01.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4.84
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
01.03.01	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM	m2	4.84
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	5.28
01.04.02	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60	kg	82.72
01.04.03	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	2.90
01.05	FLETE TERRESTRE		
01.05.01	FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	gbl	1.00

PLANILLA DE METRADOS



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS
COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”**

UBICACIÓN:		DISTRITO DE CHOTA					FECHA: DIC - 2025			
01	ZAPATAS AISLADAS (SUELO NATURAL)									
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES									
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						TOTAL (M2)		4.84 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		2.2	2.2		4.84	
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL						TOTAL (M2)		4.84 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		2.2	2.2		4.84	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA						TOTAL (M3)		7.26 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		2.2	2.2	1.50	7.26	
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						TOTAL (M3)		3.39 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		2.2	2.2	0.70	3.39	
01.02.03	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL						TOTAL (M2)		4.84 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		2.2	2.2		4.84	
01.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						TOTAL (M3)		4.84 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	VOLUMEN	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.25	3.9				4.84	
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
01.03.01	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM						TOTAL (M2)		4.84 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		2.2	2.2		4.84	
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						TOTAL (M2)		5.28 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	PERIMETRO	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00	8.8			0.60	5.28	
01.04.02	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60						TOTAL (KG)		82.72 KG	
	DESCRIPCION	UND	Ø	N° EST.	N° VECES	L VAR	L TOTAL	PESO/m	PARCIAL	
		KG		1.00	1.00			82.72	82.72	
01.04.03	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2						TOTAL (M3)		2.90 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		2.2	2.2	0.60	2.90	
01.05	FLETE TERRESTRE									
01.05.01	FLETE TERRESTRE						TOTAL (GLB)		1.00 GLB	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	GLB	1.00	1.00					1.00	

METRADO DE ACERO



“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”

01.04.02

ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60

Item	Descripcion		Croquis	Cada Elemento			Longitud Total por Diametro				
	Zapata	Cant.		Cant.	Ø	Long	2	3	4	5	6
	Z1	1	 2.05	13	5	2.05	0.00	0.00	0.00	26.65	0.00
			 2.05	13	5	2.05	0.00	0.00	0.00	26.65	0.00

	Resumen Total por Diametro				
	2 (1/4")	3(3/8")	4 (1/2")	5 (5/8")	6 (3/4")
TOTAL (m)	0.00	0.00	0.00	53.30	0.00
FACTOR DE CONVERSION (Kg/m)	0.25	0.56	0.99	1.55	2.24
TOTAL (Kg)	0.00	0.00	0.00	82.72	0.00
TOTAL (Kg)	82.72				



PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : Copia de "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"
: ZAPATA AISLADA EN SUELO NATURAL

PROPIETARIO : YERSONN ASENCIO SILVA VÁSQUEZ, CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA
UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CHOTA DIST:CHOROPAMPA
FECHA PROYECTO : 19/11/2025

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					6,378.83
1.1	ZAPATAS AISLADAS (SUELO NATURAL)					6,378.83
1.1.1	TRABAJOS PRELIMINARES					83.49
1.1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	4.84	8.28	40.08	
1.1.1.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m ²	4.84	8.97	43.41	
1.1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,281.33
1.1.2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	7.26	71.77	521.05	
1.1.2.2	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m ³	3.39	128.90	436.97	
1.1.2.3	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL	m ²	4.84	15.18	73.47	
1.1.2.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	4.84	51.62	249.84	
1.1.3	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					238.66
1.1.3.1	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM	m ²	4.84	49.31	238.66	
1.1.4	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					2,275.35
1.1.4.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	5.28	52.23	275.77	
1.1.4.2	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	82.72	6.01	497.15	
1.1.4.3	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m ³	2.90	518.08	1,502.43	
1.1.5	FLETE TERRESTRE					2,500.00
1.1.5.1	FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	gbl	1.00	2,500.00	2,500.00	

Costo Directo			6,378.83
Gastos Generales	10%		637.88
Utilidad	5.00%		318.94
Parcial			7,335.65
I.G.V.	18.00%		1,320.42
TOTAL :			8,656.07

[Son: ocho mil seiscientos cincuenta y seis Nuevos Soles con siete céntimos]



Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"
 : ZAPATAS AISLADAS EN SUELO NATURAL

PROPIETARIO : YERSON ASENCIO SILVA VÁSQUEZ, CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA
 UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CHOTA DIST:CHOROPAMPA
 FECHA PROYECTO : 19/11/2025

Partida: 1.1.1.1 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento:100 m²/Día

Costo unitario por m² **8.28**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						5.13
471060036	Peón	hh	3.0000	0.2400	21.36	5.13
MATERIALES						1.07
380020001	Hormigón	m ³	-	0.0062	37.29	0.23
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	0.0180	29.38	0.53
391060068	Tiza bolsa de 40 kg	und	-	0.0200	1.00	0.02
301060001	Ocre	kg	-	0.0100	12.61	0.13
541060011	Pintura esmalte	gln	-	0.0050	32.00	0.16
EQUIPO						2.08
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.13	0.26
301060048	Nivel Topográfico	hm	1.0000	0.0800	7.77	0.62
491080001	Estación total	hm	1.0000	0.0800	15.00	1.20

Partida: 1.1.1.2 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Rendimiento:40 m²/Día

Costo unitario por m² **8.97**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						8.54
471060036	Peón	hh	2.0000	0.4000	21.36	8.54
EQUIPO						0.43
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	8.54	0.43

Partida: 1.1.2.1 EXCAVACIÓN DE ZANJA

Rendimiento:2.5 m³/Día

Costo unitario por m³ **71.77**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						68.35
471060036	Peón	hh	1.0000	3.2000	21.36	68.35
EQUIPO						3.42
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	68.35	3.42

Partida: 1.1.2.2 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento:15 m³/Día

Costo unitario por m³ **128.90**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						103.41
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.5333	23.00	12.27
471060036	Peón	hh	8.0000	4.2667	21.36	91.14
MATERIALES						0.08
391060004	Agua	m ³	-	0.0800	0.98	0.08
EQUIPO						25.41
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	103.41	5.17
491060058	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP	hm	1.0000	0.5333	37.96	20.24



Partida: 1.1.2.3 NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL

Rendimiento:80 m²/DíaCosto unitario por m² 15.18

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						10.84
471060036	Peón	hh	4.0000	0.4000	21.36	8.54
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.1000	23.00	2.30
EQUIPO						4.34
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	10.84	0.54
491060058	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP	hm	1.0000	0.1000	37.96	3.80

Partida: 1.1.2.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento:100 m³/DíaCosto unitario por m³ 51.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						5.92
471060036	Peón	hh	2.0000	0.1600	21.36	3.42
471060012	Operador de equipo pesado	hh	1.0000	0.0800	31.21	2.50
EQUIPO						45.70
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.92	0.30
491030019	Cargador Sobre Llantas 125 - 155 HP, 3 YD3, 16,584 kg	hm	1.0000	0.0800	208.59	16.69
481060065	Volquete de 15 m ³	hm	1.0000	0.0800	358.83	28.71

Partida: 1.1.3.1 SOLADO F'c = 100 KG/CM2 E = 10 CM

Rendimiento:80 m²/DíaCosto unitario por m² 50.89

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						22.39
471060035	Operario	hh	1.0000	0.1000	29.99	3.00
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.1000	23.00	2.30
471060036	Peón	hh	8.0000	0.8000	21.36	17.09
MATERIALES						22.99
380020001	Hormigón	m ³	-	0.1400	37.29	5.22
391060004	Agua	m ³	-	0.1400	0.98	0.14
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	0.6000	29.38	17.63
EQUIPO						5.51
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	22.39	1.12
481060041	Mezcladora de concreto de 9-11P3	hm	1.7000	0.1700	25.80	4.39

Partida: 1.1.4.1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento:12 m²/DíaCosto unitario por m² 52.23

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						34.23
471060035	Operario	hh	1.0000	0.6667	29.99	19.99
471060036	Peón	hh	1.0000	0.6667	21.36	14.24
MATERIALES						16.29
021060046	Alambre negro recocido N°8	kg	-	0.0300	4.23	0.13
021060047	Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	-	0.2500	6.36	1.59
021060048	Clavos para madera con cabeza de 4"	kg	-	0.2000	6.36	1.27
431060027	Madera nacional para encofrado-carpintería	p2	-	3.8000	3.50	13.30
EQUIPO						1.71
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	34.23	1.71



Partida: 1.1.4.2 ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 6.01

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.12
471060035	Operario	hh	1.0000	0.0400	29.99	1.20
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.0400	23.00	0.92
MATERIALES						3.78
021060006	Alambre negro N° 16	kg	-	0.0250	4.23	0.11
021060041	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	-	1.0400	3.53	3.67
EQUIPO						0.11
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.12	0.11

Partida: 1.1.4.3 ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2

Rendimiento:14 m³/Día

Costo unitario por m³ 518.08

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						138.91
471060035	Operario	hh	1.0000	0.5714	29.99	17.14
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.5714	23.00	13.14
471060036	Peón	hh	6.0000	3.4286	21.36	73.23
471060004	Operador de equipo liviano	hh	2.0000	1.1429	30.97	35.40
MATERIALES						353.40
051060005	Grava	m³	-	0.8500	56.40	47.94
041060005	Arena gruesa	m³	-	0.4500	58.16	26.17
391060004	Agua	m³	-	0.1800	0.98	0.18
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	9.5000	29.38	279.11
EQUIPO						25.77
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	138.91	6.95
491060046	Vibrador de concreto 4 HP, 18 PL (1.25")	hm	1.0000	0.5714	7.14	4.08
481060041	Mezcladora de concreto de 9-11P3	hm	1.0000	0.5714	25.80	14.74

Partida: 1.1.5.1 FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Rendimiento: gbl

Costo unitario por gbl 2,500.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						2,500.00
321060015	Flete Terrestre (Transporte de Materiales)	gbl	-	1.0000	2,500.00	2,500.00

**DISEÑO, METRADOS Y COSTOS
DE ZAPATA AISLADA EN SUELO
ALTERADO**

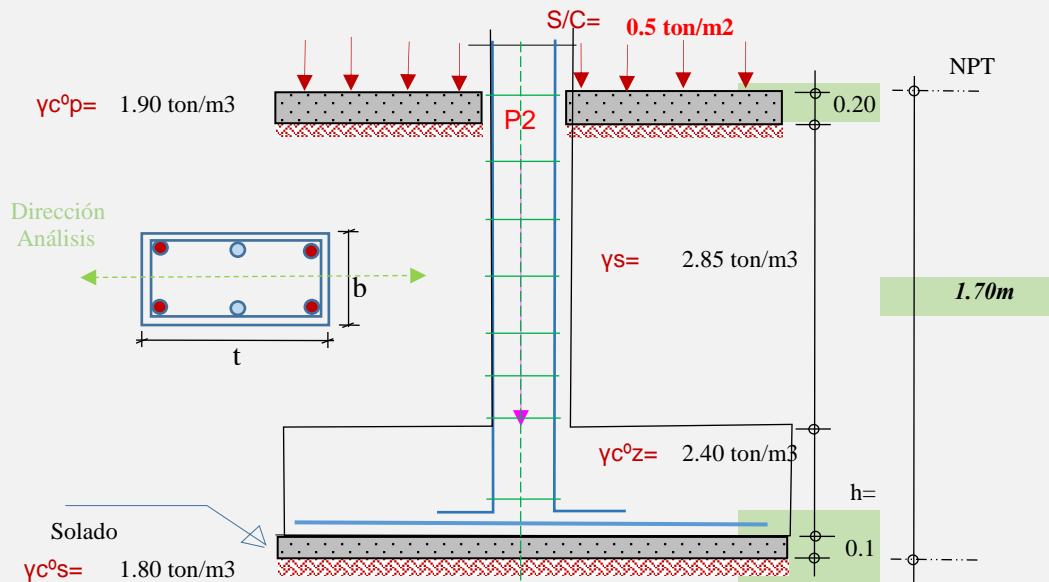


"MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"

DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS

Tesistas: Yerson Asencio Silva Vásquez, César Yair Cruzado Tapia				
Observaciones: Muestra alterada 4% de cemento + 8% de cloruro de calcio				
Concreto	F'c=	210 kg/cm ²	qa=	2.41 ton/m ³
Fluencia Acero	Fy=	4200 kg/cm ²	γ ^o p=	1.90 ton/m ³
Peso de carga muerta	Pcm=	28.39 ton	γ ^s =	2.85 ton/m ³
Peso de carga viva	Pcv=	7.16 ton	γ ^o z=	2.40 ton/m ³
Momento Carga Muerta	Mcm=	1.81 ton-m	γ ^o s=	1.80 ton/m ³
Momento Carga Viva	Mcv=	0.51 ton-m	Df=	1.50 m

Columna detalles	b=	25 cm	Refuerzo	2	Ø 5/8"
	t=	25 cm		2	Ø 5/8"



I. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	db=	1.59 cm
	Ab=	1.979 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	36.8 cm	Ld max	36.81 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	26.7 cm	Ld asumido	40.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.0 cm	Ld=	$Ld = Ld \text{ asumido} + 10cm$ 50.00 cm

Altura de la zapata	h=	60.00 cm	$h = Ld + 10cm$
---------------------	----	----------	-----------------

Capacidad portante neta del terreno (qn)	
$qn = qa - (\gamma c^o s \times hs) - (\gamma c^o z \times hz) - (\gamma s \times hs) - (\gamma c^o p \times hp) - s/c$	qn= 1.989 kg/cm ²

Área de la zapata	$A = \frac{PT}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$	A= 1.787 m ²
-------------------	--	-------------------------

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$1.787 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.787 = 0.0625 + 0.5m + 0.5m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1m + -1.7 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

	m=	0.54		
$L = t + 2m$	L=	1.34 m	L=	1.40 m
$B = b + 2m$	B=	1.34 m	B=	1.40 m
Cálculo del área definido	$A_z = B \times L$		Az=	2.0 m ²

II. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$				
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$		Ps=	36 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$		Ms=	2.3 ton-m
	$C = L/2$		C=	0.7
Cálculo de Inercia	$I = (B * L^3)/12$		I=	0.320 m ⁴
Presión máxima	$q_{max} = \frac{P_s}{A_z} + \frac{M_s * c}{I}$		q _{máx} =	2.321 kg/cm ²
Verificación	2.321 < 2.41		q _{máx} < q _a	OK

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$		Pu=	51.9 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$		Mu=	3.40 ton-m
$M = F * d \Rightarrow Mu = Pu * e$	$e = Mu/Pu$		e=	0.066 m
			L/6=	0.233 m
Verificación Presión del suelo			e < L/6	

Forma Trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

q ₁ =	33.92 ton/m ²
q ₂ =	19.05 ton/m ²

III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE				
Presión a una dist. d cara de columna	d=	50.00 cm	q'	33.1 ton/m ²
Fuerza cortante última			Vu=	3.520 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d$		$\phi V_c =$	45.699 ton
Verificación			Vu < $\phi V_c =$	CONFORME

IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO				
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 * (t + d) + 2 * (b + d)$		b _o =	3.00 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$		B _o =	1
Área del punzonamiento			A _p =	0.56 m ²
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$		A' _p =	1.40 m ²
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo			q''	22.5 ton/m ²
Cálculo de presión a distancia de corte derecho			q'''	30.47 ton/m ²
Fuerza cortante última	$V_u = q_u * A'_p$		Vu =	37.013 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento			$\phi V_c =$	301.167 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) * \sqrt{f'c} * b_o * d$		Vu ≤ ϕV_c	CONFORME

V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	0.825	q''''	27.81 ton/m ²	
Distancia L	0.58	F1=	15.9925	F2=	1.7562
Cálculo de momento último			Mu=	5.271 ton-m	

Datos de diseño:

b=	100	d=	50.00 cm	Mu=	5.271 ton-m
β =	0.85	f'c=	210 kg/cm ²	fy=	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica				Zona	No sísmica	
Cuantía y acero mínimo	Pmin=	0.002415229		Asmin=	12.08 cm ²	
Cuantía y acero balanceada	Pb=	0.02125		Asb=	106.25 cm ²	
Cuantía y acero máxima 0.75 pb	Pmáx=	0.0159375		Asmáx=	79.69 cm ²	
	w1=	1.683685163		w2=	0.011230091	
Cuantía y acero de diseño	Pd=	0.000561505		Asd=	2.81 cm ²	
Área de acero a usar				Asd=	12.08 cm ²	
Acero a seleccionar		\varnothing 5/8"	As=	1.98 cm ²	db=	1.59 cm

Número de varillas:	N° varillas=	9 und
Distribución de Acero:	S=	14.2 cm

Acero Longitudinal: 9 \varnothing 5/8" @ 0.142 m

VI. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna		0.825	q'''	27.81301333	
Cálculo de momento último		distancia L= 0.575	Mu=	4.598 ton-m	

Datos de diseño:

b=	100	d=	50.00 cm	Mu=	4.598 ton-m
β =	0.85	f'c=	210 kg/cm ²	fy=	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica				Zona	No sísmica	
Cuantía y acero mínimo	Pmin=	0.002415229		Asmin=	12.08 cm ²	
Cuantía y acero balanceada	Pb=	0.02125		Asb=	106.25 cm ²	
Cuantía y acero máxima 0.75 pb	Pmáx=	0.0159375		Asmáx=	79.69 cm ²	
	w1=	1.685127861		w2=	0.009787394	
Cuantía y acero de diseño	Pd=	0.00048937		Asd=	2.45 cm ²	
Área de acero a usar				Asd=	12.08 cm ²	
Acero a seleccionar		\varnothing 5/8"	As=	1.98 cm ²	db=	1.59 cm

Número de varillas:	N° varillas=	9 und
Distribución de Acero:	S=	14.2 cm

Acero Longitudinal: 9 \varnothing 5/8" @ 0.142 m

RESUMEN DE METRADOS



“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”

UBICACIÓN:		FECHA:	
DISTRITO DE CHOROPAMPA		DIC-2025	
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO
01	ZAPATAS AISLADAS (SUELO ALTERADO 4%C + 8%CC)		
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1.96
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL	m2	1.96
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m3	2.94
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.57
01.02.03	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL	m2	1.96
01.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.72
01.03	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL		
01.03.01	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL COMBINANDO 8% DE CLORURO DE CALCIO + 4% DE CEMENTO	glb	1.00
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
01.04.01	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM	m2	1.96
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
01.045.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3.36
01.05.02	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60	kg	34.92
01.05.03	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	1.18
01.06	FLETE TERRESTRE		
01.06.01	FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	glb	1.00

PLANILLA DE METRADOS



**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS
COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”**

UBICACIÓN:		DISTRITO DE CHOROPAMPA					FECHA: DIC - 2025			
01	ZAPATAS AISLADAS (SUELO ALTERADO 4%C + 8%CC)									
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES									
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						TOTAL (M2)		1.96 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		1.4	1.4		1.96	
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO NATURAL						TOTAL (M2)		1.96 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		1.4	1.4		1.96	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA						TOTAL (M3)		2.94 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		1.4	1.4	1.50	2.94	
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						TOTAL (M3)		1.57 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		1.4	1.4	0.80	1.57	
01.02.03	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL						TOTAL (M2)		1.96 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		1.4	1.4		1.96	
01.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE						TOTAL (M3)		1.72 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	VOLUMEN	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.25	1.4				1.72	
01.03	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL									
01.03.01	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL COMBINANDO 8% DE CLORURO DE CALCIO + 4% DE CEMENTO						TOTAL (GLB)		1.00 GLB	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
		GLB	1.00	1.00					1.00	
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
01.04.01	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM						TOTAL (M2)		1.96 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00		1.4	1.4		1.96	
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
01.05.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO						TOTAL (M2)		3.36 M2	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	PERIMETRO	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M2	1.00	1.00	5.6			0.60	3.36	
01.05.02	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60						TOTAL (KG)		34.92 KG	
	DESCRIPCION	UND	Ø	N° EST.	N° VECES	L VAR	L TOTAL	PESO/m	PARCIAL	
		KG		1.00	1.00			34.92	34.92	
01.05.03	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2						TOTAL (M3)		1.18 M3	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	M3	1.00	1.00		1.4	1.4	0.60	1.18	
01.06	FLETE TERRESTRE									
01.06.01	FLETE TERRESTRE						TOTAL (GLB)		1.00 GLB	
	DESCRIPCION	UND	N° EST.	N° VECES	AREA	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	
	ZAPATA	GLB	1.00	1.00					1.00	

METRADO DE ACERO



“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025.”

01.05.02

ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GADO 60

Item	Descripcion		Croquis	Cada Elemento			Longitud Total por Diametro				
	Zapata	Cant.		Cant.	Ø	Long	2	3	4	5	6
	Z1	1	 1.25	9	5	1.25	0.00	0.00	0.00	11.25	0.00
			 1.25	9	5	1.25	0.00	0.00	0.00	11.25	0.00

	Resumen Total por Diametro				
	2 (1/4")	3(3/8")	4 (1/2")	5 (5/8")	6 (3/4")
TOTAL (m)	0.00	0.00	0.00	22.50	0.00
FACTOR DE CONVERSION (Kg/m)	0.25	0.56	0.99	1.55	2.24
TOTAL (Kg)	0.00	0.00	0.00	34.92	0.00
TOTAL (Kg)	34.92				



PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : Copia de "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"
: ZAPATAS AISLADAS EN SULO ALTERADO

PROPIETARIO : YERSON ASENCIO SILVA VÁSQUEZ, CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA
UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CHOTA DIST:CHOROPAMPA
FECHA PROYECTO : 19/11/2025

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025					5,483.39
1.1	ZAPATAS AISLADAS (SUELO ALTERADO)					5,483.39
1.1.1	TRABAJOS PRELIMINARES					33.81
1.1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	1.96	8.28	16.23	
1.1.1.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m ²	1.96	8.97	17.58	
1.1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					531.91
1.1.2.1	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	2.94	71.77	211.00	
1.1.2.2	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m ³	1.57	128.90	202.37	
1.1.2.3	NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL	m ²	1.96	15.18	29.75	
1.1.2.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m ³	1.72	51.62	88.79	
1.1.3	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL					1,324.33
1.1.3.1	MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL COMBINANDO 8% CLORURO DE CALCIO + 4% DE CEMENTO	glb	1.00	1,324.33	1,324.33	
1.1.4	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					96.65
1.1.4.1	SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM	m ²	1.96	49.31	96.65	
1.1.5	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					996.69
1.1.5.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	3.36	52.23	175.49	
1.1.5.2	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	34.92	6.01	209.87	
1.1.5.3	ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m ³	1.18	518.08	611.33	
1.1.6	FLETE TERRESTRE					2,500.00
1.1.6.1	FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	gbl	1.00	2,500.00	2,500.00	

Costo Directo			5,483.39
Gastos Generales	10%		548.34
Utilidad	5.00%		274.17
Parcial			6,305.90
I.G.V.	18.00%		1,135.06
TOTAL :			7,440.96

[Son: siete mil cuatrocientos cuarenta Nuevos Soles con noventa y seis céntimos]



Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : Copia de "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS PARA ZAPATAS AISLADAS COMBINANDO CLORURO DE CALCIO Y CEMENTO, CHOROPAMPA, CHOTA, 2025"
 : ZAPATAS AISLADAS EN SUELO ALTERADO

PROPIETARIO : YERSON ASECIO SILVA VÁSQUEZ, CÉSAR YAIR CRUZADO TAPIA
 UBICACION : DPTO:CAJAMARCA PROV:CHOTA DIST:CHOROPAMPA
 FECHA PROYECTO : 19/11/2025

Partida: 1.1.1.1 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento:100 m²/Día

Costo unitario por m² **8.28**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						5.13
471060036	Peón	hh	3.0000	0.2400	21.36	5.13
MATERIALES						1.07
380020001	Hormigón	m ³	-	0.0062	37.29	0.23
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	0.0180	29.38	0.53
391060068	Tiza bolsa de 40 kg	und	-	0.0200	1.00	0.02
301060001	Ocre	kg	-	0.0100	12.61	0.13
541060011	Pintura esmalte	gln	-	0.0050	32.00	0.16
EQUIPO						2.08
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.13	0.26
301060048	Nivel Topográfico	hm	1.0000	0.0800	7.77	0.62
491080001	Estación total	hm	1.0000	0.0800	15.00	1.20

Partida: 1.1.1.2 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Rendimiento:40 m²/Día

Costo unitario por m² **8.97**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						8.54
471060036	Peón	hh	2.0000	0.4000	21.36	8.54
EQUIPO						0.43
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	8.54	0.43

Partida: 1.1.2.1 EXCAVACIÓN DE ZANJA

Rendimiento:2.5 m³/Día

Costo unitario por m³ **71.77**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						68.35
471060036	Peón	hh	1.0000	3.2000	21.36	68.35
EQUIPO						3.42
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	68.35	3.42

Partida: 1.1.2.2 RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento:15 m³/Día

Costo unitario por m³ **128.90**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						103.41
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.5333	23.00	12.27
471060036	Peón	hh	8.0000	4.2667	21.36	91.14
MATERIALES						0.08
391060004	Agua	m ³	-	0.0800	0.98	0.08
EQUIPO						25.41
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	103.41	5.17
491060058	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP	hm	1.0000	0.5333	37.96	20.24



Partida: 1.1.2.3 NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE TERRENO NATURAL

Rendimiento: 80 m²/DíaCosto unitario por m² 15.18

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						10.84
471060036	Peón	hh	4.0000	0.4000	21.36	8.54
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.1000	23.00	2.30
EQUIPO						4.34
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	10.84	0.54
491060058	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP	hm	1.0000	0.1000	37.96	3.80

Partida: 1.1.2.4 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 100 m³/DíaCosto unitario por m³ 51.62

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						5.92
471060036	Peón	hh	2.0000	0.1600	21.36	3.42
471060012	Operador de equipo pesado	hh	1.0000	0.0800	31.21	2.50
EQUIPO						45.70
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.92	0.30
491030019	Cargador Sobre Llantas 125 - 155 HP, 3 YD3, 16,584 kg	hm	1.0000	0.0800	208.59	16.69
481060065	Volquete de 15 m ³	hm	1.0000	0.0800	358.83	28.71

Partida: 1.1.3.1 MEJORAMIENTO DE SUELO NATURAL COMBINANDO 8% CLORURO DE CALCIO + 4% DE CEMENTO

Rendimiento: glb

Costo unitario por glb 1,324.33

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						3.37
471060036	Peón	hh	0.5000	0.0500	21.36	1.07
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.1000	23.00	2.30
MATERIALES						1,316.99
211060015	CLORURO DE CALCIO + CEMENTO	glb	-	1.0000	1,316.99	1,316.99
EQUIPO						3.97
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	3.37	0.17
491060058	Compactador vibratorio tipo plancha 4 HP	hm	1.0000	0.1000	37.96	3.80

Partida: 1.1.4.1 SOLADO F'C = 100 KG/CM2 E = 10 CM

Rendimiento: 80 m²/DíaCosto unitario por m² 49.31

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						20.89
471060035	Operario	hh	0.5000	0.0500	29.99	1.50
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.1000	23.00	2.30
471060036	Peón	hh	8.0000	0.8000	21.36	17.09
MATERIALES						22.99
380020001	Hormigón	m ³	-	0.1400	37.29	5.22
391060004	Agua	m ³	-	0.1400	0.98	0.14
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	0.6000	29.38	17.63
EQUIPO						5.43
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	20.89	1.04
481060041	Mezcladora de concreto de 9-11P3	hm	1.7000	0.1700	25.80	4.39



Partida: 1.1.5.1 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento:12 m²/DíaCosto unitario por m² 52.23

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						34.23
471060035	Operario	hh	1.0000	0.6667	29.99	19.99
471060036	Peón	hh	1.0000	0.6667	21.36	14.24
MATERIALES						16.29
021060046	Alambre negro recocido N°8	kg	-	0.0300	4.23	0.13
021060047	Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	-	0.2500	6.36	1.59
021060048	Clavos para madera con cabeza de 4"	kg	-	0.2000	6.36	1.27
431060027	Madera nacional para encofrado-carpintería	p2	-	3.8000	3.50	13.30
EQUIPO						1.71
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	34.23	1.71

Partida: 1.1.5.2 ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60

Rendimiento:200 kg/Día

Costo unitario por kg 6.01

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.12
471060035	Operario	hh	1.0000	0.0400	29.99	1.20
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.0400	23.00	0.92
MATERIALES						3.78
021060006	Alambre negro N° 16	kg	-	0.0250	4.23	0.11
021060041	Acero corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	-	1.0400	3.53	3.67
EQUIPO						0.11
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.12	0.11

Partida: 1.1.5.3 ZAPATAS CONCRETO F'C = 210 KG/CM2

Rendimiento:14 m³/DíaCosto unitario por m³ 518.08

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						138.91
471060035	Operario	hh	1.0000	0.5714	29.99	17.14
471060037	Oficial	hh	1.0000	0.5714	23.00	13.14
471060036	Peón	hh	6.0000	3.4286	21.36	73.23
471060004	Operador de equipo liviano	hh	2.0000	1.1429	30.97	35.40
MATERIALES						353.40
051060005	Grava	m ³	-	0.8500	56.40	47.94
041060005	Arena gruesa	m ³	-	0.4500	58.16	26.17
391060004	Agua	m ³	-	0.1800	0.98	0.18
211060001	Cemento Portland tipo I (42.5 Kg)	bol	-	9.5000	29.38	279.11
EQUIPO						25.77
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	138.91	6.95
491060046	Vibrador de concreto 4 HP, 18 PL (1.25")	hm	1.0000	0.5714	7.14	4.08
481060041	Mezcladora de concreto de 9-11P3	hm	1.0000	0.5714	25.80	14.74

Partida: 1.1.6.1 FLETE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Rendimiento: gbl

Costo unitario por gbl 2,500.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						2,500.00
321060015	Flete Terrestre (Transporte de Materiales)	gbl	-	1.0000	2,500.00	2,500.00