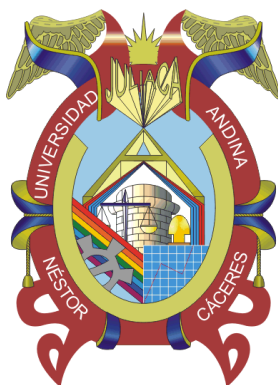




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO
FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS
SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:
MARY LUZ APAZA APAZA

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO
FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS
SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

MARY LUZ APAZA APAZA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE

: 

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

: 

Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

: 

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

: 

Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0155-2025-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 12 de junio del 2025

VISTOS:

El expediente N° 15329 presentado por el (la) Bachiller: **MARY LUZ APAZA APAZA** quien solicita nominación de jurados, fecha y hora de sustentación de tesis, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller: **MARY LUZ APAZA APAZA** con número de DNI 41007089 con número de matrícula 21029010 ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.** para optar el GRADO de: **MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN;**

Que, mediante Resolución N°427-2024 -USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N°2098-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) Titulada: : **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50;**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN.**

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 000150 de fecha: 06 de junio de 2025 se nomina jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que *la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico;*

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO para la sustentación presencial del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), TITULADO: : **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.** del (la) Bach: **MARY LUZ APAZA APAZA**, para optar el GRADO de: **MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

Presidente	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Primer miembro	: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Segundo miembro	: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Asesor	: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

Fecha	: Martes, 17 de junio del 2025
Hora	: 2:00 p.m..
Lugar	: Aula N°310 EPG-UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - el Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución. Regístrese, comuníquese y archívese.


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 ESCUELA DE POSGRADO
 Dr. Juan Benites Noriega
 DIRECTOR (e)





TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02098-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 29 de noviembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-013756 de fecha 07 de noviembre de 2024, el (la) Bach. MARY LUZ APAZA APAZA, con DNI N° 41007089, código de matrícula N° 21029010, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 001013-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 25 de noviembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-013756 el (la) Bach. MARY LUZ APAZA APAZA, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**. Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el GRADO de **MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del **ASESOR Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 001013-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)"** en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, titulado: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**. presentado por el (la) Bach. MARY LUZ APAZA APAZA, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN
JULIACA 2024
Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari
DIRECTOR (a)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERESADO.
#EPG# #UANCV#

Jr. Loreto N° 450 - ☎ (051) 329145 - Pag. Web: www.epg@uancv.edu.pe - Juliaca - Perú

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0427-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 09 de mayo de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-05730 de fecha 03 de mayo de 2024, el (la) Bach. **MARY LUZ APAZA APAZA**, con DNI N° 41007089, código de matrícula 21029010, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; **INFORME N° 0029-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 07 de mayo de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-05730 el (la) Bach. **MARY LUZ APAZA APAZA**, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**. Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN-P 50**, para optar el **GRADO de MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL** con mención en: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la **DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 0029-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024**. presentado por el (la) Bach. **MARY LUZ APAZA APAZA**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al Dr. **RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari
DIRECTOR (e)



INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.academia.edu Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios - UANCV

TITULO	
INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	MARY LUZ APAZA APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41007089
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-8508-3168
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429806
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1482-3669
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024

Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Dirección: CIUDAD DE JULIACA País: PERÚ Departamento: PUNO Provincia: SAN ROMÁN Distrito: JULIACA -15.50025, -70.12876 https://maps.app.goo.gl/wMLAhDjNdW3hPE73A</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	MAYO 2024 - JUNIO 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería del transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 ESCUELA DE POSTGRADO

 Dr. Jesús Mamani Mamani
 DIRECTOR
 DE INVESTIGACIÓN - EPG



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MARY LUZ APAZA APAZA, identificado con DNI Nro. 41007089 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024

Asesorado por: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 23 de Setiembre del 2025

FIRMA (ASESOR)

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios, a mi hija Erika, mi hermano Richard y mis seres queridos, por apoyarme y aconsejarme y por brindarme todo su apoyo en los momentos difíciles.



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a DIOS principio de toda sabiduría, por brindarme la oportunidad de cada día avanzar en la formación y superación profesional, a mi familia por el apoyo y consejos que diariamente me brindaron, a mi asesor ing. Ricardo Maldonado por su paciencia y consejos, a mi amiga Vanessa.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática.....	1
1.2. Formulación del planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación de la investigación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Importancia y alcance de la investigación	5
1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación.....	6
1.7. Hipótesis de estudio	7
1.7.1. Hipótesis general.....	7
1.7.2. Hipótesis específica.....	7
1.8. Variables e indicadores	7



1.8.1.	Conceptualización de variables	7
1.8.2.	Operacionalización de variables	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	9
2.1.1.	A nivel internacional	9
2.1.2.	A nivel nacional	12
2.1.3.	A nivel local	14
2.2.	Bases teóricas	17
2.2.1.	Concreto Reciclado Fino (CRF).....	17
2.2.1.1.	Conceptos de concreto reciclado fino (CRF).....	18
2.2.1.2.	Propiedades del Concreto Reciclado Fino	18
2.2.1.3.	Beneficios y desafíos de la utilización del CRF	18
2.2.2.	Densidad seca máxima.	19
2.2.1.1.	Factores que influyen en el MDS	19
2.2.1.2	Utilización de materiales reciclados en la compactación de suelos	20
2.2.2.3.	Efectos de CRF de las propiedades mecánicas del suelo	21
2.3.	Marco conceptual	21
2.3.1.	Absorción de agua.....	21
2.3.2.	Agregado reciclado.....	21
2.3.3.	Compactación.....	22
2.3.4.	Concreto reciclado fino	22
2.3.5.	Contenido de humedad óptimo.....	22
2.3.6.	Densidad seca.....	22
2.3.7.	Densidad seca máxima (DMS)	22



2.3.8. Ensayo Proctor	23
2.3.9. Granulometría.....	23
2.3.10. Mortero adherido	23
2.3.11. Permeabilidad	23
2.3.12. Plasticidad	23
2.3.13. Reciclaje de concreto (Torres, 2021)	24
2.3.14. Resistencia al corte	24
2.3.15. Suelos cohesivos	24
2.3.16. Sustentabilidad.....	24
2.3.17. Terraplén.....	25
2.3.18. Tamaño de partícula	25
2.3.19. Variación volumétrica	25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación.....	26
3.2. Métodos aplicados a la investigación	26
3.3. Tipo de la investigación	27
3.4. Nivel de la investigación	27
3.4. Diseño de la investigación	27
3.6. Población y muestra	27
3.6.1. Población.....	27
3.6.2. Muestra.....	28
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información	28
3.7.1. Técnicas de investigación.....	28
3.7.2. Instrumentos de la investigación	28



3.8.	Validación y confiabilidad del instrumento de investigación	29
3.8.1.	Validación de instrumentos.....	29
3.8.2.	Confiabilidad del instrumento	29
3.9.	Contraste de la hipótesis de investigación.....	29
3.9.1.	Contraste de hipótesis	29
3.10.	Procedimiento para realizar la investigación	29

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de los datos.....	31
4.1.2.	Excavación de calicatas.	31
4.1.3.	contenido de humedad.	33
4.1.4.	Análisis granulométrico.....	34
4.1.5.	Límite líquido (L.L).....	42
4.1.6.	Límite Plástico (L.L) e Índice de Plasticidad (IP).	43
4.1.7.	Sistema de Clasificación de suelos SUCS y AASHTO.....	46
4.1.8.	Proctor Modificado.....	50
4.2.	Discusión de los resultados.....	61
	CONCLUSIONES.....	65
	RECOMENDACIONES	67
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
	ANEXOS	75



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables de investigación.....	8
Tabla 2	Cantidad de calicatas, Profundidad y estratos muestreados.	33
Tabla 3	Contenido de humedad del suelo cohesivo.	34
Tabla 4	Análisis granulométrico del suelo cohesivo.	35
Tabla 5	Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 04.	37
Tabla 6	Análisis granulométrico de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.	38
Tabla 7	Análisis granulométrico de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.	39
Tabla 8	Proctor Modificado, calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.....	40
Tabla 9	Análisis granulométrico de la calicata 04, suelo cohesivo adicionado CRF.	41
Tabla 10	Límites de consistencia del suelo cohesivo.	43
Tabla 11	Límites de consistencia de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.	43
Tabla 12	Límites de consistencia de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.	44
Tabla 13	Límites de consistencia de la calicata 03, suelo cohesivo adicionando CRF.	45
Tabla 14	Límites de consistencia de la calicata 04, suelo cohesivo adicionando CRF.	45
Tabla 15	Clasificación SUCS y AASHTO del suelo cohesivo.	47
Tabla 16	Clasificación SUCS y AASHTO del concreto reciclado fino CRF.....	48



Tabla 17	Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.	48
Tabla 18	Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.	48
Tabla 19	Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 03, suelo cohesivo adicionando CRF.	49
Tabla 20	Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 04, suelo cohesivo adicionando CRF.	50
Tabla 21	Proctor Modificado del suelo cohesivo.....	51
Tabla 22	Proctor Modificado de la calicata 01, del suelo cohesivo adicionando CRF.	53
Tabla 23	Proctor Modificado de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.	55
Tabla 24	Proctor Modificado de la calicata 03, suelo natural adicionando CRF.	57
Tabla 25	Proctor Modificado de la calicata 04, suelo natural adicionando CRF.	59



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la zona de estudio.	32
Figura 2	Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 01.....	35
Figura 3	Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 02.....	36
Figura 4	Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 03.....	36
Figura 5	Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 04.....	37
Figura 6	Curva Granulométrica del agregado reciclado fino CRF.....	38
Figura 7	Curva Granulométrica de la calicata 01, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.	39
Figura 8	Curva Granulométrica de la calicata 02, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.	40
Figura 9	Curva Granulométrica de la calicata 03, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.	41
Figura 10	Curva Granulométrica de la calicata 04, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.	42
Figura 11	Proctor Modificado de la calicata 01, suelo cohesivo.....	51
Figura 12	Proctor Modificado de la calicata 02, suelo cohesivo.....	52
Figura 13	Proctor Modificado de la calicata 03, suelo cohesivo.....	52
Figura 14	Proctor Modificado de la calicata 04, suelo cohesivo.....	53
Figura 15	Resumen C-01 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.	54
Figura 16	Resumen C-01 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	54
Figura 17	Resumen C-02, Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo.	56



Figura 18	Resumen C-02 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	56
Figura 19	Resumen C-03 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	57
Figura 20	Resumen C-03 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	58
Figura 21	Resumen C-04 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	59
Figura 22	Resumen C-04 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.....	60



RESUMEN

La presente investigación tiene el **objetivo** de determinar la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024. En cuanto a la **metodología** que se ha aplicado es de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, además se cuenta con nivel explicativo y de tipo aplicativo. La población de estudio se centra en los suelos cohesivos de la cual se tiene calicatas de estudio a la cual se debe determinar sus ensayos correspondientes para ver el efecto de la adición en concreto reciclado fino para determinar un valor máximo de densidad seca en 04 calicatas, el cual se determina en ensayos de laboratorio. Entre los principales **resultados** se tiene que al adicionar el 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino se ha reducido el valor de la plasticidad, además se ha tenido el incremento de la densidad seca máxima de 1.846 gr/cm³ y los valores de humedad óptima son de 13.60% para la calicata 01 con una adición de 45% de concreto reciclado fino, para la calicata 02 se tiene una máxima densidad seca de 1.899gr/cm³ y contenido de humedad óptimo de 12.7%, para la calicata 03 se tiene una máxima densidad seca de 1.817 gr/cm³ y contenido de humedad optimo de 14.93% y para la calicata 04 se tiene una máxima densidad seca de 1.870 gr/cm³ y contenido de humedad optimo de 13.32%. Por tanto, se tiene como **conclusión** que la estabilización con la adición de concreto reciclado fino tiene una influencia directa y positiva en las propiedades físicas y mecánicas, en las muestras correspondientes.

Palabras clave: Adición, concreto reciclado fino, densidad seca, suelos cohesivos.



ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the addition of fine recycled concrete on the maximum dry density of cohesive soils, Juliaca 2024. As for the methodology that has been applied, it is a quantitative approach, experimental design, and there is also an explanatory and application level. The study population focuses on cohesive soils of which there are study pits to which their corresponding tests must be determined to see the effect of the addition in fine recycled concrete to determine a maximum value of dry density in 04 pits, which is determined in laboratory tests. Among the main results is that by adding 5%, 15%, 25%, 35% and 45% of fine recycled concrete, the value of plasticity has been reduced, in addition there has been an increase in the maximum dry density of 1,846 gr/cm³ and the optimal moisture values are 13.60% for pit 01 with an addition of 45% recycled concrete and for pit 02 there is a maximum dry density of 1.899gr/cm³ and optimal moisture content of 12.7%, for pit 03 there is a maximum dry density of 1.817 gr/cm³ and optimum moisture content of 14.93% and for pit 04 there is a maximum dry density of 1.870 gr/cm³ and optimum moisture content of 13.32%. Therefore, it is concluded that stabilization with the addition of fine recycled concrete has a direct and positive influence on the physical and mechanical properties of the corresponding samples.

Keywords: Addition, fine recycled concrete, dry density, cohesive soils



INTRODUCCIÓN

En el estudio realizado sobre el tema de “Influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024”, en la cual se tiene el objetivo de determinar la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos.

Entonces a ello se suma la idea que la gestión de residuos, así como temas relacionados con la sostenibilidad son importantes en el rubro de la construcción, para ello se han estudiado y experimentado sobre posibles soluciones, siendo una de las mejores la reutilización de materiales provenientes de actividades de construcción, demolición o escombros, para ello se centra en el concreto reciclado fino, esto en proyectos de la geotécnica. Bajo este esquema se reduce el impacto ambiental, así como se puede potenciar las mejoras correspondientes de las propiedades de los suelos.

Entonces, en la investigación se busca analizar la influencia de estas formulaciones de concreto reciclado fino, en propiedades como la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, para ello se debe de asegurar su alta plasticidad y también su capacidad de retención de agua, lo cual presenta enormes dificultades y a la vez oportunidades para encontrar la formulación correcta que permita potenciar sus propiedades mecánicas como física, es decir con la incorporación de materiales reciclados.

Por lo tanto, las combinaciones de adición de concreto reciclado fino parten por identificar sus propiedades como son plasticidad y la máxima densidad seca, la cual es objeto directo de investigación, otras de las propiedades para el análisis es la estabilidad y también la capacidad de carga de las muestras de suelo correspondiente. Por medio de ensayos de laboratorio y con el soporte de análisis



comparativo, se debe tener las pruebas y soporte científico para el uso de forma eficiente y sostenible de estos materiales reciclados para mejora de los suelos cohesivos, lo cual proporciona una solución práctica para la ingeniería sobre el estado de suelos en la región Puno o en otras localidades.

Para la presente investigación, se ha determinado establecer su ordenamiento por capítulos, siendo estos los siguientes:

Capítulo I: Proporciona el problema de investigación, así como el planteamiento de los mismos por medio de preguntas, en base a ello se obtiene los objetivos y las hipótesis correspondiente, así como la justificación. Seguido de ello se establece los alcances y la importancia, los limitantes y delimitantes del tema de investigación, para luego presentar la operacionalización de variables.

Capítulo II: En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, el cual comprende tres aspectos los antecedentes de investigación, las bases teóricas enfocadas en las variables y el correspondiente marco conceptual, lo cual permite tener mejor entendimiento de la investigación.

Capítulo III: Presenta la metodología de investigación, que parte por aspectos como el enfoque de investigación, el nivel, el diseño de investigación y tipo de estudio realizado. A ello se suma la población de estudio y la muestra respectiva, Luego de ello se proporciona las técnicas e instrumentos de investigación, así como los procedimientos necesarios para realizar el estudio, las correspondientes justificaciones de validación y confiabilidad de los instrumentos y equipos usados en la experimentación.

Capítulo IV: Este capítulo proporciona los resultados encontrados, es decir de los valores de las propiedades y la influencia que se ha tendido de la adición de material reciclado fino en la densidad seca de suelos cohesivos. Finalmente, se hace



una breve comparación con otros resultados, con ello corroborar el efecto o influencia que tiene la experimentación en el presente estudio.

A ello, se añade las conclusiones a la que se ha logrado esto en base a los objetivos propuestos. Luego de ello se añade las recomendaciones, estas se hacen en base a las conclusiones que se han fijado.

Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas, lo cual se enfoca en todo el material utilizado.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

En lo referente al uso de materiales reciclados en el sector de la construcción ha tomado mayor importancia en los últimos años, lo que se ha enfocado en la necesidad de mitigar de alguna forma el impacto ambiental y sobre todo la reducción en el consumo de los recursos naturales. Es decir, el concreto reciclado fino (CRF) cuyo material se ha valorado como un medio alternativo para el uso en otras aplicaciones de la construcción, lo que incluye aquellos conocidos como suelos cohesivos. Es decir, todavía existen brechas sobre conocimiento específico de la influencia de CRF dentro de las propiedades geotécnicas de los suelos cohesivos, siendo una propiedad que toma relevancia la máxima densidad seca (MDS), el cual es indicador del nivel compactación de los suelos, lo que determina su comportamiento en caso de bajas cargas.

Sagástegui (2020), hace su estudio en base a la situación geográfica en el cual expone el problema de los suelos arcillosos, puesto que en estado seco posee buen comportamiento, pero en estado húmedo presente dificultades al absorber agua o hace que su volumen incremente y se presente saturación de estas partículas y que tiendan a colapsar, a ello se centra en la adición de elementos que permitan mejorar estas propiedades.



Villanueva (2023), también aborda el problema de suelos arcillosos y su capacidad de compactación, puesto que para ello propone el uso de cenizas de carbón con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, como la densidad y otros, que permiten estabilizar el suelo, lo cual es recomendado para la pavimentación correspondiente.

ECOASFALT (2021), comenta que, por razones medioambientales y económicas, muchas de las obras o infraestructuras como caminos, carreteras, vías, pistas, y otros, para su construcción es importante usar suelos locales, esto debido a la disponibilidad de material, sumado a ello se puede reutilizar concretos de la misma zona con el previo tratamiento y trituración correspondiente, lo cual permite lograr una estabilización de suelo y sobre todo procesos sostenibles con el medio ambiente.

Quispe (2022), en su investigación hace referencia al uso de cal hidratada como medio para estabilizar el suelo, el cual se suele erosionar con el paso del tiempo, es decir se tiene el problema de erosión de suelos debido a la acción del agua, lo cual afecta la construcción. De la misma manera, Mendieta & Salas (2022), opta por el uso de cascarillas de café como medio de solución para mejora de propiedades del suelo. De la misma manera Canales (2023) hace una reutilización de remanentes de concreto provenientes de camiones mixer de premezclado, esto para añadir en otras nuevas construcciones.

A todo ello, el proceso de estudio de suelos cohesivos y la forma de mejorar sus propiedades mecánicas, para ello se debe de analizar las proporciones de adición de CRF que permita mejorar la densidad del suelo, esto depende de los procesos de compactación por las que va a realizar en el proyecto, en fin, para ello se hace la formulación del estudio, que permita ver las características de los suelos tanto naturales y los de control que serán objeto de experimentación, además con ello conocer las proporciones de cantidad de CRF y suelos naturales.



1.2. Formulación del planteamiento del problema.

1.2.1. *Problema general*

PG. ¿Cuál es la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024?

1.2.2. *Problemas específicos*

PE1. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino y de los suelos cohesivos antes de la mezcla?

PE2. ¿Cuáles son las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos?

PE3. ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades físicas de la mezcla para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos?

1.3. Justificación de la investigación

En lo referente a la parte teórica el uso de concreto reciclado fino en la mejor compactación de suelos cohesivos es por el momento una práctica que se enfoca en los principios de sostenibilidad y sobre todo en la economía circular, puesto que su objetivo es disminuir la dependencia de materiales extraídos directamente de la naturaleza. Entonces, desde el punto de vista teórica, la interacción que se tiene de agregados reciclados y las partículas de suelo cohesivo puede modificarse con la estructura interna del suelo, lo que afecta su nivel de compactación y sobre todo su densidad. Para lo cual se tiene antecedentes que indican que el CRF puede ser mejorado por ciertas propiedades mecánicas de los suelos, como son la estabilidad volumétrica y la resistencia al corte. Pero, para ello, es necesario que se tenga mayor compresión, lo cual puede incrementarse por medio de las adiciones como son el caso de MDS, a la vez mantener algunas de las propiedades como la sensibilidad a los cambios de humedad y sobre todo el comportamiento de la plasticidad, lo cual es característico de los suelos cohesivos.



En lo referente a la justificación aplicada, el estudio tiene un impacto positivo en el medio ambiente, puesto que se tiene la posibilidad de utilizar materiales reciclados en otros proyectos de construcción, lo cual genera beneficios económicos y ambiental de forma directa. A la vez, se ha determinado que el concreto reciclado fino tiene la posibilidad de mejora y se tiene mantenimiento de las propiedades deseadas en lo referente a la densidad de suelos cohesivos, lo cual implica la adopción de obras de buena infraestructura, lo que implica el uso de materiales para la construcción de carreteras y rellenos sanitarios, lo que reduce la demanda de recursos netamente naturales y sobre todo reducir los residuos provenientes de actividades de construcción.

En cuanto a la justificación metodológica, parte por el uso de método de trabajo que parte desde la recolección de muestras de una zona especificada, esto para el suelo cohesivo, además de la obtención de concreto fino por medio de trituración, los cuales proviene de los escombros, todos esto pasan por un análisis granulométrico y pruebas de consistencia de límites de Atterberg para suelo cohesivos, se hace una caracterización física del CRF, luego de ello se ha hace la preparación con adiciones de CRF diferentes para la mezcla correspondiente, además de realizar los ensayos de compactación y análisis de datos y la determinación de resultados y la conclusión, por ello se tiene una metodología incorporada para este tipo de estudios, que permiten utilizar materiales reciclados en la construcción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

OG. Determinar la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024



1.4.2. *Objetivos específicos*

OE1. Reconocer las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino y de los suelos cohesivos antes de la mezcla

OE2. Evaluar las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos

OE3. Analizar el comportamiento de las propiedades físicas de la mezcla para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos

1.5. **Importancia y alcance de la investigación**

La importancia del estudio radica en aspectos como los económicos, ambientales, es decir la adición de CRF permite en el suelo cohesivo los siguiente:

- Reducir de forma importante el impacto negativo en el ambiente por actividades de la construcción, esto debido a que se reutilizan los materiales de diseño, lo que también genera una reducción importante en la demanda de suelos y agregados de procedencia naturales.
- Permite lograr ahorros significativos de materiales en los proyectos de gran envergadura, esto al utilizar un recurso de otra forma, lo cual ya se consideraba como residuo.
- Brindar una solución de forma sostenible para la gestión adecuado de residuos de concreto, que generalmente termina en vertederos.
- Permitir un desarrollo adecuado de técnicas innovadores para procesos de compactación y sobre todo de las mejoras de suelo, lo que a la vez optimiza los procesos de construcción en infraestructuras de este tipo.

Entonces, desde el punto de vista técnico, la investigación permite mejorar y añadir conocimiento del comportamiento de agregados reciclados en los suelos cohesivos, lo que implica mejorar la densidad, asimismo de propiedades como la durabilidad y la estabilidad de las estructuras y sobre todo de la construcción de suelos.



El alcance del estudio se enfoca en la evaluación de CRF lo que implica influencia directa en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, lo que centra al estudio bajo un enfoque experimental, esto incluye lo siguiente:

- La caracterización de suelos de concreto reciclado fino y de suelos cohesivos típicos.
- Los ensayos de compactación que permiten medir los cambios de MDS y en el valor de su contenido óptimo de húmeda.
- La evaluación de diferentes combinaciones de CRF en suelos cohesivos, lo que implica conocer la cantidad y proporciones necesarias de cada material para lograr una mejora de las alteraciones de propiedades mecánica y física de los suelos.

1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

Con relación a las limitaciones de estudio, se deben considerar los siguientes puntos:

- Las variedades de suelo, el estudio se enfocará en un tipo específico de suelo cohesivo, lo que implica limitar la generalización de los resultados, es decir se puede aplicar a otros suelos cohesivos esto con diferentes características químicas y físicas.
- Las condiciones apropiadas de laboratorio, en la cual se tiene control directo de los factores, proporciones y demás, lo cual presenta ligeras variaciones en aplicación en campo, es decir la influencia de factores como el clima, la presencia de agua, la presión de cargas y otros, lo que generalmente altera los resultados.
- La disponibilidad y la homogeneidad que se tiene del concreto reciclado fino, lo que implica lograr una calidad y consistencia del CRF que generalmente tiene variaciones con relación a su procedencia, lo que influye en los resultados. Otro a considerar es el acceso de material de concreto para reciclaje y que sea homogéneo,

En relación a las delimitaciones se tienen:

- El material de estudio es un tipo de suelo cohesivo.



- El material reciclado es de procedencia de las diferentes proyectos y obras en la ciudad de Juliaca, los cuales son recolectado para la presente investigación por iniciativa propia.
- Los ensayos de laboratorio, se realizan para medir la máxima densidad seca, la plasticidad y la clasificación de suelos cohesivos.
- El estudio se realiza en Juliaca

1.7. Hipótesis de estudio

1.7.1. Hipótesis general

HG. La adición de concreto reciclado fino influye directa y significativamente en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024

1.7.2. Hipótesis específica

HE1. Las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino influyen directa y significativamente en el resultado final en los suelos cohesivos antes de la mezcla

HE2. Las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino influye directa y significativamente para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos

HE3. El comportamiento de las propiedades físicas de la mezcla influye directa y significativamente para obtener la máxima densidad seca de los suelos

1.8. Variables e indicadores

1.8.1. Conceptualización de variables

Variable Independiente: Concreto reciclado fino (CRF).

- Definición conceptual, el concreto reciclado fino (CRF) es un tipo de material granular que son resultados de la trituración de concreto en su estado duro, lo que proviene de desechos de construcción y de la demolición. Siendo este material utilizado como sustituto de agregados naturales en otras aplicaciones de construcción (Villacrés, 2023).

- Definición operacional, es la proporción de material particulado de tamaño menor a 4.75 mm, el cual pasa por una malla número 4 que se mezcla con suelo cohesivo de diferente porcentaje en peso de 5%, 10%, 15% y 20% para el análisis de la influencia en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos (Sagástegui, 2020).

Variable Dependiente: Máxima densidad seca

- Definición conceptual, es el mayor valor de densidad que puede alcanzar un suelo cuando se hace una compactación a un contenido óptimo de humedad, esto excluyendo la presencia de agua en los vacíos del suelo (Villanueva, 2023).
- Definición operacional, es el valor que se obtiene a través de ensayos de compactación Proctor estándar sobre las mezclas de suelo cohesivo y el CRF, lo que se expresa en gr/cm³ (Fernando Quispe, 2022).

1.8.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de investigación

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala	Tipo de variable
Concreto reciclado fino (CRF)	Proporción de adición	Porcentaje de CRF en la mezcla	%	Continua
	Tamaño de partículas	Tamaño máximo de partículas (<= 4.75mm)	mm	Continua
	Composición del CRF	Composición química	%	Ordinal
Máxima Densidad Seca (MDS)	Densidad	Máxima Densidad Seca (MDS)	g/cm ³	Continua
	Contenido de humedad	Humedad para MDS	%	Continua

Nota: elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel internacional

En la investigación realizada en Colombia por (Ospina et al., 2020), sobre el tema de: "Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, en el cual se ha tenido el objetivo de evaluar el comportamiento de las mezclas arcillosas con la adición de partículas de acero, lo cual se verá de forma experimental en la calidad de suelo. Por ello se ha tenido el estudio del comportamiento de la mezcla de las escorias de acería con el material de arcilla caolinita, la cual se gradúa en base de 25%, 50% y 75%. En los resultados indica que la escoria funciona de forma efectiva en suelos cohesivos, lo cual reduce la plasticidad a 0%, aumenta el valor de CBR en 378.92%. Como conclusión se tiene que la escoria de acero, mejorara las propiedades mecánicas y físicas de la sub rasante, siendo una de las dosificaciones óptimas la de 25% que permite una moderada reducción de la resistencia a la compresión y el índice de plasticidad, pero a la vez incrementa el valor de CBR y sobre todo la densidad seca.

En la investigación realizada en Colombia por (Cuesta, 2014), en el cual se ha estudiado el tema de: "Evaluación del comportamiento mecánico de un suelo fino al adicionarle 3% de cal y diferentes porcentajes de concreto reciclado". Donde el



objetivo de la investigación es evaluar la estabilidad del suelo en base a la adición de concreto reciclado y cal y ver el comportamiento de las propiedades mecánicas sobre el suelo. La metodología de trabajo tomo instrumentos de medición la de análisis granulométrico por tamizado, límites de consistencia, relación CBR, gravedad específica y demás. Se ha realizado el experimento en base a adiciones de 5%, 10%, 15% y 20% con concreto reciclado y el 3% de cal esto para cada una de las dosificaciones. Dentro de los resultados de densidad seca se han obtenido valores de 1.57 gr/cm³ y 1.63 gr/cm³, siendo el valor de suelo natural de 1.57gr/cm³, con la adición de 20% de concreto reciclado se ha logrado obtener un valor de 1.628 gr/cm³. En conclusión, el incremento de concreto reciclado en la dosificación permite la reducción de límite plástico, pero mejora considerablemente la densidad seca en los resultados finales.

En la investigación realizada en Colombia por (Rosero, 2019), sobre el tema de: "Propuesta de guía de uso de los agregados reciclados en Colombia provenientes de RCD, basado en normativa internacional y en el desarrollo de investigaciones de universidades colombianas", en el cual se tuvo de objetivo determinar el nivel de aprovechamiento que puede tener la reutilización de residuos de la construcción, entre ellos destaca el agregado fino. Es el estudio es una revisión bibliográfica de diferentes autores, para ello se centran en reconocer las principales ideas de los estudios de estos temas afines. Se ha concluido que los residuos deben de pasar por un proceso de limpieza, clasificación y tratamiento, para luego incorporar al resto de materiales como agregado reciclado, estos procesos deben estar realizado en función de contaminar en lo mínimo al medio ambiente, la calidad del agregado depende entonces de la homogeneidad y la proveniencia del material. Se ha determinado valores máximos de densidad seca en 2.60 gr/cm³, además de valores mínimos de



1.90 gr/cm³. La mayoría de estos materiales reciclados han sido de origen natural, lo cual ha preservado sus propiedades y se han realizado estudio específico en laboratorio, para lo cual se ha determinado que el factor de procedencia de material reciclado influye bastante en la densidad seca del producto final.

En la investigación realizada en Colombia por (Rozo, 2017), sobre el tema de: "Estado del arte del aprovechamiento de concreto reciclado", en el cual se ha tenido un estudio de nivel exploratorio, sobre las investigaciones de reciclado de concreto y su aplicación, en dicho estudio se ha logrado determinar que la calidad del concreto tiene efecto directo de las propiedades mecánicas del producto o agregado final, es decir mientras mayor sea el tiempo de concreto demolido este suele presentar reducción de su resistencia, Se ha tenido valores de propiedades de agregado reciclado en lo referente a la resistencia en un 28.3MPa para el material triturado, lo que implica que este valor no depende mucho de las condiciones del tiempo, puesto que los resultados de resistencia a la compresión eran más elevados.

En la investigación realizada en Colombia por (Martínez, 2020), sobre el tema de: "El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana", en el cual se tiene el objetivo de analizar la viabilidad de uso de agregado de materiales reciclado y recurado en obras de construcción civiles nuevas y medir el impacto de estas en el medio ambiente. La investigación es de tipo exploratorio en la cual se introduce la necesidad de reducir el impacto, para ello se hace revisión de diferentes documentos. La investigación concluye con la idea que es factible la reutilización de residuos de materiales de construcción, haciéndola una metodología de gestión de residuos factible. Esto debido a que la adición de estos materiales se asemeja a los agregados naturales, estos pueden ser utilizados nuevamente en actividades de construcción.



2.1.2. A nivel nacional

En la investigación realizada en Jaén por (Chasquero & Hurtado, 2019), sobre el tema de: "Uso del concreto reciclado proveniente de demoliciones para la producción de afirmado", en el cual se tiene el objetivo de determinar el comportamiento de la mezcla de concreto reciclado en el suelo natural esto para llegar a los estándares establecidos por la normativa nacional. Para ello se debe de determinar las propiedades del concreto armado reciclado, el cual es un punto de partida importante, luego de ello se debe de estudiar el suelo con el fin de establecer las comparaciones y la combinación necesaria para llegar a los estándares establecidos. La investigación toma un enfoque cuantitativo, de diseño experimental, las técnicas utilizadas son la observación y en cuanto a los instrumentos se debe tener en cuenta los materiales y los equipos utilizados. Dentro de los resultados se tiene que la combinación de 70%, 60% y 50% de concreto reciclado y 30%, 40 % y 50% de suelo natural, siendo estas las combinaciones que pasan por las pruebas de laboratorio, que son de granulometría, límites permisibles, Proctor y CBR. Se ha tenido valores máximos de MDS, para la combinación de 70% de CR y 30% SN, siendo el valor de 2.120 gr/cm³. Siendo ello evidencia de que la adición de concreto reciclado en medidas estandarizas es posible y viable, lo que permite a la vez reducir el impacto ambiental por residuos generados por actividades de construcción.

En la investigación realizada en Cusco por (Cornejo & Hurtado, 2022a) sobre el tema de: "Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021", en el cual toma el problema sobre la necesidad de estabilización del suelo con la combinación de concreto reciclado y agregado natural, para lo cual hace una medición de las densidades secas del material. La metodología de investigación parte desde la



deducción, es de tipo aplicado, de nivel explicativo, de diseño experimental y en la población se tiene 150 kg de muestra de la vía o carretera objeto de estudio. Dentro de los resultados se tiene que para el ensayo Proctor se tiene valor de 2.03 gr/cm³ de densidad máxima en medio natural, mientras en el tratamiento y las adiciones se ha logrado un valor de 2.2 gr/cm³. Entonces, como conclusión se ha incrementado en el 14.59% en la densidad seca del tratamiento con respecto a la densidad natural de los suelos, es decir que se puede mejorar las propiedades con la adición de materiales recuperado y reutilizado en nuevos proyectos.

En la investigación realizada en Lima por (Torres,2022) sobre el tema de: "Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021", sobre el cual se tiene como objetivo la de determinar la influencia de adición de concreto reciclado para mejorar las propiedades de la subrasante, además de ello se ha de medir propiedades como la plasticidad, la máxima densidad seca y la capacidad portante. La metodología de investigación es de tipo aplicado, de diseño cuasi experimental, para lo cual se ha tenido el estudio en variaciones de 10%, 15% y 20%. La población de estudio se basa en las calicatas de 1.5 m de profundidad, a ello se debe aplicar las mediciones y ensayos correspondientes bajo las 3 dosificaciones establecidas. Dentro de los resultados obtenido se ha tenido valores de 20% de agregado provenientes de concreto reciclado el cual han permitido lograr un valor de densidad de 2.127 gr/cm³. En conclusión, se ha incrementado muchas de las propiedades físicas del suelo, esto con mayor adición de material reciclado.

En la investigación realizada en Lima por (B. Ramos & Rosso, 2023), sobre el estudio de: "Mejoramiento de suelos arenosos para cimentaciones superficiales empleando residuos de construcción y demoliciones (RCD) en el distrito de Ancón,



Lima.”, en el cual se ha tenido el objetivo de determinar la mejora de las capacidades de cimentación por medio del uso de material de reciclaje provenientes de residuos de construcción y demolición. Para este propósito se ha identificado las propiedades físicas empleando para ellos los residuos de construcción, con ello se establecen los parámetros de muestras y con ello la determinación del estrato para mejorar las propiedades. La metodología toma un enfoque cuantitativo, de diseño experimental, las muestras a analizar provienen de las calles donde se realizan las obras, siendo ellas 3 muestras, a las que se añadirá 10 y 20% de material reciclado con el fin de establecer las mejoras correspondientes. En cuanto a resultado se ha logrado establecer una combinación óptima a base de 9.4% de grava, 89% de arena y 1.6% de finos, para mejorar la densidad seca de 1.98 gr/cm³ a 2.06 gr/cm³, lo que permite mejorar el nivel de compactación.

En la investigación realizada en Ayacucho por (E. Quispe, 2022), sobre el tema de: “Formulación de pavimento rígido utilizando Concreto reciclado del distrito de Andrés Avelino Cáceres, Región Ayacucho”, se ha tenido el objetivo de formular la dosificación de concreto reciclado para mejora de capacidad de compactación. Para ello se han realizado las mediciones de características como la durabilidad, las resistencias a la compresión, entre otros. La metodología de investigación se centra en un estudio a nivel explicativo de tipo aplicado, en la cual se tiene un diseño experimental. Dentro de los resultados, se ha obtenido un valor de 2.50gr/cm³ para la densidad de agregado fino, siendo este valor el máximo en el estudio de compactación esto para 25% de material reciclado y 75% de material natural.

2.1.3. A nivel local

En la investigación realizada en Puno por (Miranda & Miranda, 2024) sobre el tema de: “Optimización del diseño de mezcla para la obtención de una adecuada



resistencia del Concreto con agregados reciclados, mediante el método de curado acelerado, Puno – 2021”, en el cual se ha tenido el objetivo de evaluar la influencia que tienen la adición de agregados finos que proviene de concreto reciclado. La metodología parte por un estudio de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. En los resultados se ha centrado en la aplicación de 50% y 75% de agregado grueso reciclado, lo cual implica que 112.93% de mejora. Dentro de las conclusiones, se ha determinado que la adición de elementos reciclados como materiales provenientes de los residuos de construcción, permiten incrementar ciertas propiedades mecánicas del suelo, como la compactación y también como concreto reciclado en agregados como en el caso de concreto rígido, en el cual incrementa la resistencia a la compresión y otras propiedades.

En la investigación realizada en Puno por (Luque, 2019), sobre el tema de: “Influencia del comportamiento del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018”, en el cual se tiene como objetivo analizar sobre la influencia de la adición de PET en el comportamiento de diseño de concreto asfáltico. El estudio se hace bajo enfoques de variaciones de 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15%, esto mediante método seco para determinar la estabilidad del suelo, se ha obtenido como valor óptimo de adición el valor de 6.7%, lo cual permite cumplir con los estándares establecidos por los parámetros Marshall. Como conclusión, se ha determinado que la adición de PET permite una mejora en la estabilidad del suelo.

En la investigación realizada en Puno por (Palli, 2015), sobre el tema de: “Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román”, en el cual se ha tenido el objetivo de determinar la influencia de la estabilización de suelos con cal en las propiedades mecánicas de los



suelos, lo cual debe estabilizarse. La metodología parte de un tipo experimental, en el cual el diseño experimental para realizar las pruebas correspondientes, se ha obtenido un valor de 2.06 gr/cc, para la densidad seca máxima, esto para la adición de cal al 1%. Se concluye que la cal permite combinarse con otras sustancias, lo que hace que incremente el valor de soporte CBR, lo cual genera mejor estabilidad en el suelo.

En la investigación realizada en Puno por (Freddy Quispe, 2014) sobre el tema de: "Estabilización de suelos no aptos con desechos de policloruro de vinilo para su uso en la conformación de la capa base y sub base de pavimentos", en dicho estudio se ha estudiado la mejora de estabilización de suelo por medio de PVC para mejor conformación de Capa Base, en el cual se debe establecer los estudios de varias características, como el análisis granulométrico por tamizado, la abrasión, Proctor, CBR y durabilidad. Dentro de los resultados se ha tenido para los valores de MDS, de 2.14, 2.12 y 2.10 gr/cm³ para adición de 4%, 6% y 8% de desechos de PVC, lo cual implica que se ha tenido mejor resultado con una adición de 4%. Entonces, se concluye que la adición de PCV permite estabilizar el suelo, además de la modificación de propiedades mecánica, esto para la capa subbase.

En la investigación realizada en Puno por (H. Ramos, 2023) sobre el tema de: "Relación entre la reutilización de material compactado y los parámetros de compactación del suelo proveniente de la cantera Challavilqui del distrito de Platería, 2021", en el cual se ha tenido el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas como es las MDS y el contenido de humedades, para ello se hacen estudio de ensayos tipo Proctor. Los resultados se han determinado un 4.6% de mejora de densidad máxima y reducción de 9.3% en lo relacionado con la humedad. Para ello se ha determinado también, que el valor de CBR se ha reducido en 41.56%. Dentro de las conclusiones



se ha tenido un incremento importante en la MDS, es decir que los suelo se han estabilizado de mejor manera con la adición de material reciclado, siendo ello una alternativa sostenible y viable.

2.2. Bases teóricas

En el sector de construcciones el uso de materiales reciclados ha logrado tener una importancia significativa en las últimas décadas esto por la necesidad de reducir el impacto ambiental y la promoción de la sostenibilidad (Villacrés, 2023). Dentro de este contexto, se ha tenido la incorporación de los plásticos reciclados, es especial el uso de tereftalato de polietileno (PET), que es adición en la construcción de infraestructura de concreto como medio de solución para la innovación y para la reducción de desechos y con ello la mejora de algunas de las características del concreto (Sagástegui, 2020).

2.2.1. Concreto Reciclado Fino (CRF)

Es un tipo de material obtenido por medio de un proceso de trituración y el procesamiento de concreto que ya existe, lo cual proviene de actividades de demolición o de otras procedentes de residuos de construcción (ECOASFALT, 2021). Por lo tanto, el material se recicla para convertirlas en partículas de menor tamaño, generalmente con dimensiones de diámetro menor a 4.75 mm, estos pueden ser aplicados como sustitutos de los agregados naturales (Hernandez & Rojas, 2021). El proceso de reciclaje del concreto se puede componer por varias etapas, como es en la trituración primaria y secundaria. luego de ello se hace la clasificación granulométrica, además de la eliminación de impurezas, como el caso de aceros o sobre todo el componente de orgánicos (Torres, 2022).

2.2.1.1. Conceptos de concreto reciclado fino (CRF)

El CRF es en especial la relevancia en el contexto actual, esto debido al creciente enfoque en la sostenibilidad de la construcción (Hallasi, 2018). Esto implica el reciclaje de concreto, para ello se reduce la necesidad de extraer nuevos materiales de canteras, para ello se minimiza el volumen de residuos de construcción que son enviados a vertederos, todo ello también permite generar un equilibrio en el medio ambiente (Bedoya & Dzul, 2015).

2.2.1.2. Propiedades del Concreto Reciclado Fino

El CRF tienen características mecánicas y físicas, las cuales depende de varios factores, como son la calidad de concreto, el grado de trituración (Contreras et al., 2023), además de las propiedades claves de CRF que son:

- Tamaño de partículas, los cuales están relacionados con la granulometría, siendo ello el tamaño de partículas que varía desde micrómetros hasta algunos milímetros, el cual puede ser clasificado como un agregado de tipo fino (B. Ramos & Rosso, 2023). Esta distribución granulométrica puede influir significativamente en el comportamiento mecánico de las mezclas del suelo (E. Quispe, 2022).
- Absorción de agua, el cual implica la porosidad del mortero adherido, en el cual CRF tiende a tener una mayor absorción de agua, lo cual esta comparado con los agregados naturales, lo que puede afectar las propiedades de las mezclas de los suelos (Benavente & Navarro, 2020).
- Resistencia mecánica, en la cual las resistencias de las partículas de CRF es menor, lo que implican también menor calidad del mortero. Todo ello influye en la capacidad de carga sobre los suelos modificados con CRF (Jimbo, 2023).

2.2.1.3. Beneficios y desafíos de la utilización del CRF

Las adiciones de CRF, implica generar ciertos beneficios, como son:

- Beneficios ambientales, para lo cual se constituye con la sostenibilidad del medio ambiente, además de la reducción de consumo de materiales naturales y sobre todo la disminución de los residuos que se tiene en la construcción (Mullisaca, 2021).
- Desafíos técnicos, a ello se tiene el CRF presenta ciertos desafíos, así como la menor resistencia en comparación de los materiales agregados, lo que implica la elevación de absorción de agua, lo que permite el comportamiento del suelo y sobre todo la composición de la mezcla (Ortega & Capcha, 2023).

2.2.2. Densidad seca máxima.

La densidad seca máxima (MDS) es una característica importante en el comportamiento de los suelos compactadas, es decir se define la densidad del suelo en condiciones como el contenido de agua ha sido eliminado en su totalidad, lo que implica que el componente es netamente sólido (Osorio & Cueto, 2023). Es una propiedad fundamental en el diseño y sobre todo la construcción de infraestructuras, lo que implica la influencia directa en la capacidad del suelo con el fin de soportar las cargas, su estabilidad a largo plazo y su comportamiento ante cambios ambientales, como es la presencia de aguas o sobre algunos casos de variación de temperaturas (Miranda & Miranda, 2024).

Otro, aspecto de MDS es su resultado por el método Proctor, este ensayo mide la relación entre la densidad seca y el valor de contenido de humedad que tiene el suelo bajo condiciones de compactación (Villacrés, 2023). A la vez, este ensayo permite determinar el nivel de contenido de agua óptima que debe tener el suelo con el fin de alcanzar su máxima compactación, lo que maximiza su capacidad de carga (Quispe, 2022).

2.2.2.1. Factores que influyen en el MDS

Dentro de los factores que influyen en el valor de MDS son:

- Naturaleza del suelo, en el cual los suelos cohesivos, como las arcillas, tienden a tener una MDS menor en comparación con los suelos granulares debido a su estructura y alta capacidad de retención de agua (Cornejo & Hurtado, 2022b).
- Contenido de humedad, en el cual la relación entre el contenido de humedad y la MDS es crítica, el agua actúa como lubricante entre partículas del suelo, para ello se debe considerar el exceso de agua que implica la reducción de la densidad seca esto al ocupar el espacio en los vacíos del suelo (Quispe, 2022).
- Método de compactación, para ello se considera la energía aplicada en el proceso de compactación lo que influye en la MDS, si las técnicas de compactación son intensas estas mejoran el nivel de densidad seca lo que reduce los vacíos en el suelo (Hernandez & Rojas, 2021).

2.2.2.2 Utilización de materiales reciclados en la compactación de suelos

El uso de materiales como el CRF a suelos cohesivos permite la modificación de la MDS de varias formas, esto al tratarse de materiales de características mecánicas y físicas diferentes a la del suelo natural, entonces el CRF puede influir directamente en la afectación de la capacidad de compactación y la estructura interna del suelo, lo que influye en su densidad (Villacrés, 2023). Para ello los componentes de CRF incrementan el nivel de MDS por medio de la introducción de forma rígida que facilita la reducción de vacíos entre las partículas del suelo esto en el proceso de compactación (Villanueva, 2023).

Otro aspecto importante es que la proporción de CRF que influyente, lo que implica que, a bajas concentraciones, el CRF puede actuar como un mejorador de la MDS, pero en concentraciones elevadas, el suelo tiene a sufrir efecto negativo, lo que reduce además su cohesión interna y hace que se reduzca su densidad seca (B. Ramos & Rosso, 2023).

2.2.2.3. Efectos de CRF de las propiedades mecánicas del suelo

Dentro de las propiedades que afecta el uso de CRF, una de ellas es la MDS, lo cual también se relación con:

- La mejora de resistencia al corte, el uso de CRF permite mejorar la resistencia al corte del suelo que tiene la característica de arcilloso, lo que hace que se proporcione una matriz más rígida y estable que permite resistir el deslizamiento bajo cargas. Esto implica tener un beneficio de las aplicaciones de dichos agregados para lograr una mejor estabilidad (Bedoya & Dzul, 2015).
- Mejora de estabilidad volumétrica, lo cual se efecto de los cambios de contenido de humedad, para ello se usa CRF para reducir dichas variaciones, mejora de estabilidad del suelo, es decir para la reducción de la expansión y la contracción (Catunta, 2023).
- Mejora de permeabilidad, lo cual es una característica de transmisión de agua, esta puede depender del CRF y del tipo de suelo, en lo referente a los suelos cohesivos, se debe esperar que la permeabilidad incremente ligeramente debido a la reducción de la cohesión y la formación de poros interconectados (Huancoillo, 2017).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Absorción de agua

Es la capacidad que tiene el material para la retención de agua en su porosidad (Fernando Quispe, 2022). Para el caso específico del CRF, el proceso de absorción de agua suele ser mayor que en los agregados naturales, esto debido a la gran porosidad que tiene el mortero adherido a las partículas (Torres, 2022).

2.3.2. Agregado reciclado

Es el material que proviene de actividades de reciclaje de concreto, el cual puede ser de procedencia de demoliciones o de residuos de construcción, el cual

puede ser utilizado como sustituto de agregados naturales para proceso de mezclado de suelos o de concreto (Aaron, 2023).

2.3.3. Compactación.

Es el proceso mecánico que permite reducir el volumen de vacíos que pueden tener los suelos, con ello incrementar su densidad (Hallasi, 2018). La compactación es un proceso primordial para el mejoramiento de la resistencia y la estabilidad del suelo, aplicado en la construcción de infraestructuras (Contreras et al., 2023).

2.3.4. Concreto reciclado fino

Es el material granular que se obtiene por medio del proceso de trituración de concreto preexistente, estas partículas deben de tener un tamaño menor a 4.75mm (Villanueva, 2023). Estas partículas se usan como sustituto de agregados naturales en actividades de la construcción o en el proceso de mezclado con el suelo natural con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas (B. Ramos & Rosso, 2023).

2.3.5. Contenido de humedad óptimo

Es el porcentaje de agua que está presente en el suelo, el cual alcanza su máxima densidad seca (MDS) en el proceso de compactación (Hernandez & Rojas, 2021). Es un parámetro importante para los ensayos de compactación de suelo (Sagástegui, 2020).

2.3.6. Densidad seca

Es la masa de sólidos en un volumen de suelo sin incluir el agua. Es un parámetro fundamental en la compactación y en el proceso de estabilización de suelo para la evaluación de sus capacidades de agua (Jimbo, 2023).

2.3.7. Densidad seca máxima (DMS)

Es el valor máximo de densidad seca que está presente en el suelo, el cual puede alcanzar bajo condiciones óptimas de humedad y compactación (Mullisaca, 2021). Se

determina por medio de ensayos Proctor, los cuales pueden ser estándares o modificados (Ortega & Capcha, 2023).

2.3.8. Ensayo Proctor

Es un ensayo de laboratorio utilizado para determinar la relación entre el contenido de humedades de un suelo y la densidad seca (Osorio & Cueto, 2023). El ensayo Proctor permite identificar el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima que tiene el suelo (Miranda & Miranda, 2024).

2.3.9. Granulometría

Distribución de los tamaños de las partículas en un material granular. Para el caso del CRF, la granulometría es importante para la evaluación de su compatibilidad con el suelo cohesivo y su impacto que tiene en las propiedades mecánicas (Cornejo & Hurtado, 2022b).

2.3.10. Mortero adherido

Es la porción de mortero, que implica la combinación de cemento, agua y área, el cual se queda adherida a los agregados de concreto reciclado una vez realizado el proceso de trituración (Catunta, 2023). Este mortero influye en la porosidad, la absorción de agua y la resistencia del Concreto Reciclado Fino (Huancoillo, 2017).

2.3.11. Permeabilidad

Es la capacidad que tiene el suelo o el material para permitir el paso de agua a través de sus poros (Perea, 2021). La incorporación de CRF puede modificar la permeabilidad de suelo cohesivo, esto dependiendo de la proporción y el tipo del suelo (Escoque, 2021).

2.3.12. Plasticidad

Es la propiedad o capacidad del suelo cohesivo, como es el caso de arcillas, en la cual se debe deformarse sin romperse cuando se le aplica una fuerza



(Fernandez, 2024). Se evalúa por medio de los límites de Atterberg, el cual define el comportamiento del suelo en función de su contenido de agua (Cruz & Ramírez, 2022).

2.3.13. Reciclaje de concreto (Torres, 2021)

Es el proceso en el cual se tritura el concreto demolido para obtener agregados reciclados (Soberon, 2022). Estos agregados pueden clasificarse en gruesos o finos (CRF) y se pueden reutilizar en diversas aplicaciones de construcción, incluidas mezclas con suelos (Torres, 2020).

2.3.14. Resistencia al corte

Es la capacidad de un suelo para lograr resistir a los esfuerzos o cargas cortantes (Villacrés, 2023). En caso de suelo cohesivos, la adición de CRF permite mejorar de forma importante la resistencia al corte, lo que es importante para lograr las estabildades de taludes y en otro tipo de estructuras de ingeniería (Mendieta & Salas, 2022).

2.3.15. Suelos cohesivos

Son suelos que contiene partículas finas, como las arcillas que se mantienen unidades por medio de fuerzas de cohesión (Perea, 2021). En este tipo de suelos se tiene alto grado de plasticidad y baja permeabilidad, es decir que su comportamiento es fuertemente dependiente al contenido de humedad presente en ella (Aaron, 2023).

2.3.16. Sustentabilidad

Dentro del contexto de la construcción, hace referencia al uso eficiente de recursos humanos y la reducción de impacto ambiental (Villacrés, 2023). El uso de concreto reciclado fino, permite lograr una práctica sustentable, es decir reduce el consumo de agregados naturales y a la vez utilizada la gestión adecuada de residuos provenientes de actividades de construcción (Aaron, 2023).



2.3.17. Terraplén

Es la estructura del suelo compactado que se usa para la construcción de carreteras, plataformas u otras infraestructuras (Freddy Quispe, 2014). La compactación adecuada del terraplén es importante para lograr su estabilidad y la adición de CRF que puede mejorar alguna de sus propiedades (Luque, 2019).

2.3.18. Tamaño de partícula

La clasificación de partículas de un material según su diámetro. En el CRF tiene un tamaño de partícula inferior a 4.75 mm, lo que implica que se clasifica como un agregado fino (Escalante & Tito, 2021).

2.3.19. Variación volumétrica

Es todo cambio de volumen que presente el suelo esto por razones fluctuaciones en el contenido de humedad (Salas, 2024). Los suelos cohesivos, como las arcillas, tienden a expandirse cuando se hidratan y a contraerse cuando se secan, lo que implica la adición de CRF para la reducción de esta variación (Flores, 2019).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación toma un enfoque cuantitativo, esto porque se realiza una recolección, análisis y síntesis de datos numéricos (Perea, 2021). Esto para la evaluación de todas las propiedades físicas, químicas y mecánicas que puede tener el suelo con la incorporación de Concreto Reciclado Fino, entonces el enfoque permite establecer la información básica para el tratamiento de las estadísticas y con ello realizar la interpretación de la influencia que tiene la adición de elemento reciclados en las propiedades del suelo, como es el caso de la máxima densidad seca.

3.2. Métodos aplicados a la investigación

La presente investigación será de tipo deductiva ya que en el presente estudio se aplicaran procedimientos, en el cual se establecen los ensayos correspondientes en el laboratorio de suelos para el logro de comparar la densidad seca máxima en materiales naturales respecto con el material en el cual se ha incorporado CRF (Mendieta & Salas, 2022). Además, con ello medir otras propiedades que el suelo mejorado pueda tener, como son el caso de permeabilidad, humedad, resistencia al corte, entre otras.



3.3. Tipo de la investigación

El tipo de investigación utilizado es el aplicado, en el cual se toma una necesidad o problema de la vida real con el fin de darle una solución, lo que implica básicamente en el estudio es reutilizar desechos de la construcción, lo que permite reducir el impacto al medio ambiente, lo que implica que reduzca el consumo de agregados y recursos naturales (Antaurco & Chapoñan, 2020). Para la investigación se busca incrementar la densidad seca, esto por medio de la adición de CRF, para lo cual se controlará o verificará su comportamiento mediante ensayos en laboratorio.

3.4. Nivel de la investigación

El nivel de investigación parte por uno explicativo, en el cual se deberá de comprender y explicar la influencia de la adición de CRF en la mejora de máxima densidad seca (MDS), lo cual permite una mejor compactación del suelo, además se describe cada característica de los materiales reciclados y la mejora que tiene en el suelo modificado.

3.5. Diseño de la investigación

Para la presente investigación se realizará un diseño cuasi experimental, en la cual aplicará la dosificación necesaria de CRF y ver el comportamiento de la máxima densidad seca, esto aplicado a suelos cohesivos, para ellos se tendrá un grupo control con el cual comparar las combinaciones de CRF. A ello se suma la identificación de la combinación y las proporciones óptimas en la cual se ha obtenido una alta densidad seca.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

En cuanto a la población de estudio se cuenta con los suelos cohesivos de la ciudad de Juliaca para lo cual se trabajó con 04 pozos o calicatas excavadas a

profundidades de 1.50 a 1.80 m. para el muestreo de suelo cohesivo para medir su densidad seca, en las cuales se tiene las adiciones correspondientes.

3.6.2. Muestra

Las muestras corresponden a los suelos arcillosos de baja plasticidad y suelos arcillosos de alta plasticidad, considerando las combinaciones a las cuales se les adicionara diferentes porcentajes de concreto reciclado fino, (suelo cohesivo natural y mezclas controladas) para medir la Máxima Densidad Seca (MDS), el índice de plasticidad (IP) y la clasificación de suelos por sistema (SUCS y AASHTO).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.7.1. Técnicas de investigación

En cuanto a técnicas de investigación, se ha tenido el uso de observación y el análisis documental, sumado a ello se tiene:

- Muestras de preparación de pruebas, para ello se hace la recolección de muestras alteradas. preparación, tamizado y control de mezclas.
- Ensayos Proctor Modificado
- Análisis granulométrico
- Ensayo de límites de consistencia
- Clasificación de suelos
- Perfil estratigráfico.

3.7.2. Instrumentos de la investigación

En relación a los instrumentos, estos son propios de las guías de observación y guías de análisis de información. a ello se adiciona:

- Equipo de Proctor Modificado (compactación en laboratorio)
- Tamices N° 200 y juego de tamices
- Aparato de límites de Atterberg



- Balanza y horno

3.8. Validación y confiabilidad del instrumento de investigación

3.8.1. Validación de instrumentos

La validación se da por medio de los resultados de ensayos correspondientes y todos los ensayos son estandarizados por normas internacionales.

3.8.2. Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad se da con la certificación de calidad de los equipos del laboratorio, los cuales son estandarizados.

3.9. Contraste de la hipótesis de investigación

3.9.1. Contraste de hipótesis

La lógica juega un rol importante en el método deductivo, por ello se establecen las conclusiones respecto a las mejoras que se han obtenido en los resultados, para ello se debe tener criterios para su aceptación o rechazo.

3.10. Procedimiento para realizar la investigación

Los pasos para realizar la presente investigación tienen una secuencia que se detalla a continuación:

- Una revisión de la literatura, lo que implica tener comprensión de los temas utilizados dentro del estudio.
- La recolección y preparación de muestras o material controlados para su medición de parámetros, esto con la adición de CRF.
- El diseño de experimentos en la cual se miden las proporciones de adición de CRF en el suelo cohesivo.
- Las pruebas en laboratorio, lo que implica el análisis de las propiedades mecánicas del suelo.



- El análisis de los resultados, se sintetiza la información y los datos, para ver estadísticamente la influencia de adición de CRF en la MDS
- La interpretación de resultados con el fin obtener la combinación controlada de CRF y su influencia en MDS
- Finalmente, se establecen las conclusiones y las recomendaciones de cada experimento y los resultados de laboratorio correspondientes.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

4.1.1. *Excavación de calicatas.*

Las calicatas se realizaron en el Predio Rural Sara Mucra I, II – Parcela N° L – B – 9, Distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de puno.

De acuerdo a las características de la zona. Donde fueron excavadas 04 calicatas a una profundidad de 1.80m, 1.50 m y 1.55 m, se realizó la descripción visual - manual del perfil estratigráfico del suelo de acuerdo a la normativa NTP 339.150, se reconocieron 02 estratos por calicata, de los cuales se realizó la recolección de muestras alteradas en recipientes herméticos (bolsas de plástico) para la conservación del contenido de humedad natural, de acuerdo a la norma NTP 339.151, suelos practicas normalizada para la preservación y trasporte de suelos.

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio.

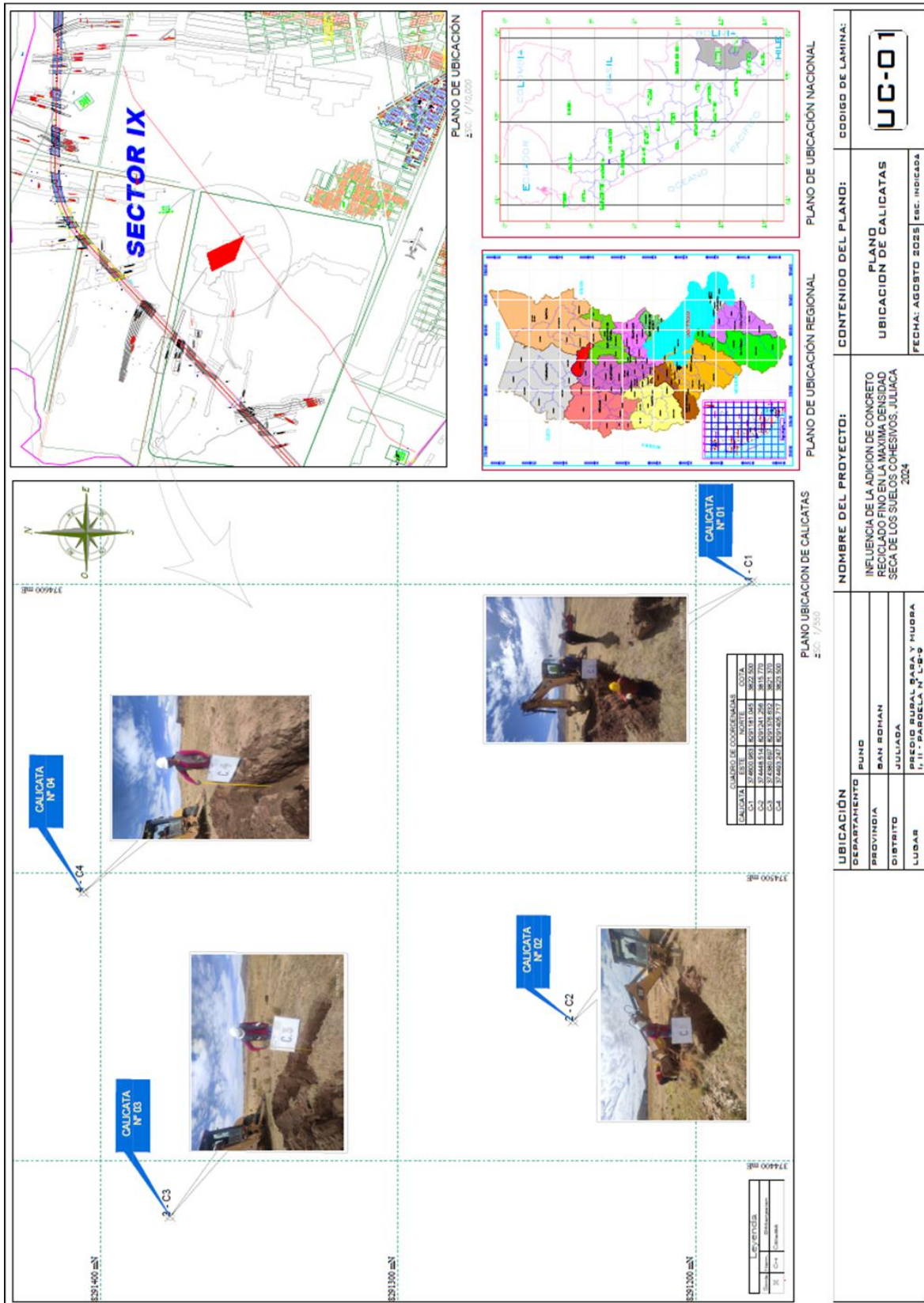




Tabla 2

Cantidad de calicatas, Profundidad y estratos muestreados.

Ubicación	Calicata	Estrato	Muestra	Prof. (M)	Altura Estrato (M)
Predio Rural	C - 01	E - 01	Suelo	1.80 m	0.25 - 0.90
Sara Y Mucra		E - 02	cohesivo		0.90 - 1.80
I, II - Parcela	C - 02	E - 01	Suelo	1.50 m	0.30 - 0.80
N° L - B - 9,		E - 02	cohesivo		0.80 - 1.50
Distrito de Juliaca,	C - 03	E - 01	Suelo	1.50 m	0.15 - 0.80
		E - 02	cohesivo		0.80 - 1.50
Provincia San	C - 04	E - 01		1.55 m	0.20 - 0.80
Román,			Suelo		
Departamento		E - 02	cohesivo		0.80 - 1.55
Puno					

Nota: elaboración propia

4.1.2. Contenido de humedad.

Determina la cantidad de agua que contiene un determinado suelo, para lo cual trabajamos con el peso del suelo húmedo en su estado natural (W_w), luego realizamos el secado del suelo natural (W_s), en el horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 110°C . de acuerdo a la normativa NTP 339.127 – ASTM D 2216.

Tabla 3*Contenido de humedad del suelo cohesivo.*

Ubicación	Calicata	Estrato	Muestra	Contenido Humedad (%)
Predio Rural	C – 01	E – 01	Suelo	6.76
Sara Y Mucra		E – 02	cohesivo	10.77
I, II - Parcela	C – 02	E – 01	Suelo	8.90
Nº L - B - 9,		E – 02	cohesivo	10.19
Distrito de	C – 03	E – 01	Suelo	8.70
Juliaca,		E – 02	cohesivo	9.79
Provincia San	C – 04	E – 01	Suelo	8.57
Román,		E – 02	cohesivo	10.27
Departamento				
Puno				

Nota: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 3, se tiene los resultados de contenidos de humedad natural del suelo cohesivo de la C-01, C-02, C-03 y C-04, los cuales se encuentran entre los rangos de 6.76% hasta 10.27 %.

4.1.3. Análisis granulométrico.

Determinación del tamaño de las partículas del suelo o agregado, el ensayo se realiza en muestras secas mediante el procedimiento de lavado, secado y tamizado, para determinar los diámetros efectivos D10, D30 y D60, el coeficiente de uniformidad (Cu), coeficiente de curvatura (Cc), graficar la curva granulométrica y determinar el tipo de suelo. De acuerdo a la normativa NTP 339.129, ASTM D 422.

Tabla 4

Análisis granulométrico del suelo cohesivo.

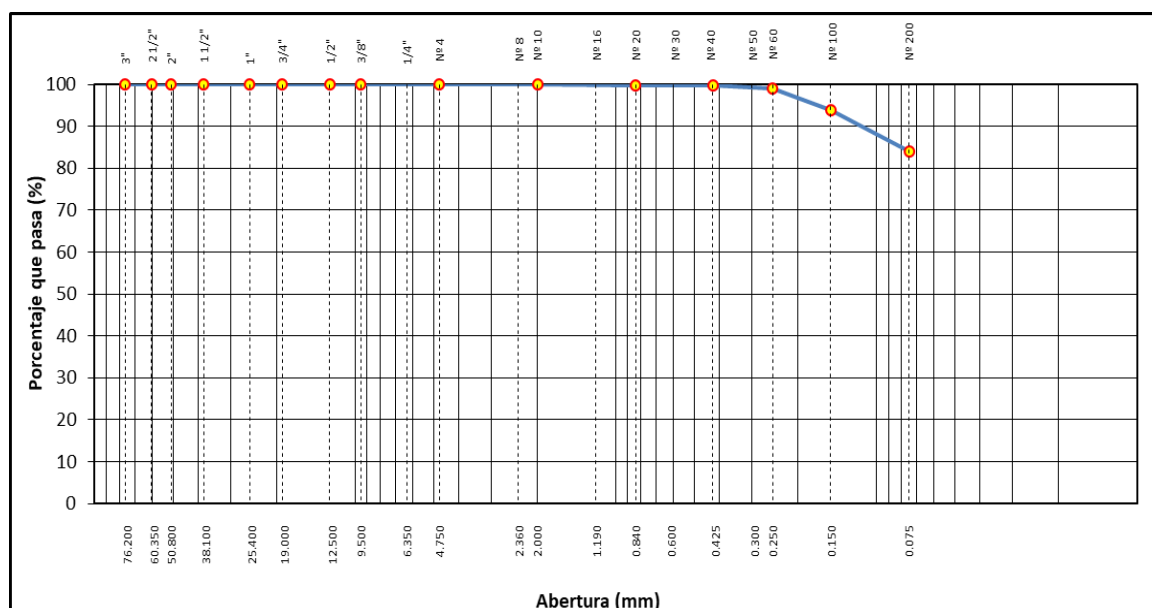
Calicata	Estrato	Muestra	% Q. pasa N°4	%Q. pasa N°200	% De Grava	% De Arena	% De finos
C - 01	E - 01	Suelo	99.92	83.58	0.08	16.33	83.58
	E - 02	cohesivo	99.95	83.99	0.00	16.01	83.99
C - 02	E - 01	Suelo	100.00	84.69	0.00	15.31	84.69
	E - 02	cohesivo	98.68	79.10	1.32	19.57	79.10
C - 03	E - 01	Suelo	100.00	87.93	0.00	12.07	87.93
	E - 02	cohesivo	99.97	91.94	0.03	8.88	91.90
C - 04	E - 01	Suelo	99.90	84.74	0.10	15.16	84.74
	E - 02	cohesivo	100.00	94.58	0.00	5.42	94.58

Nota: elaboración propia

En la tabla 4, se aprecia los resultados del analisis granulometrico por tamizado de la C-01, C-02, C-03 y C-04, teniendo como resultados el porcentaje de finos de 79.10% hasta el 94.58%, del porcentaje de finos pasante en el tamiz N° 200, considerandose como suelos finos.

Figura 2

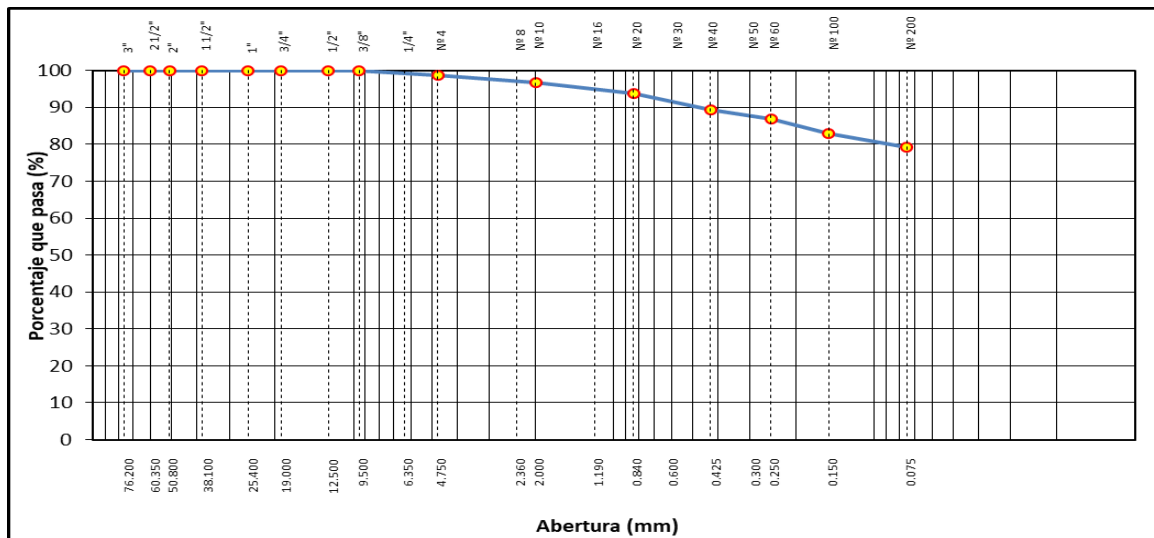
Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 01.



De la figura 2, del grafico de la curva granulométrica de la calicata 01, representa un suelo fino donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 83.99%.

Figura 3

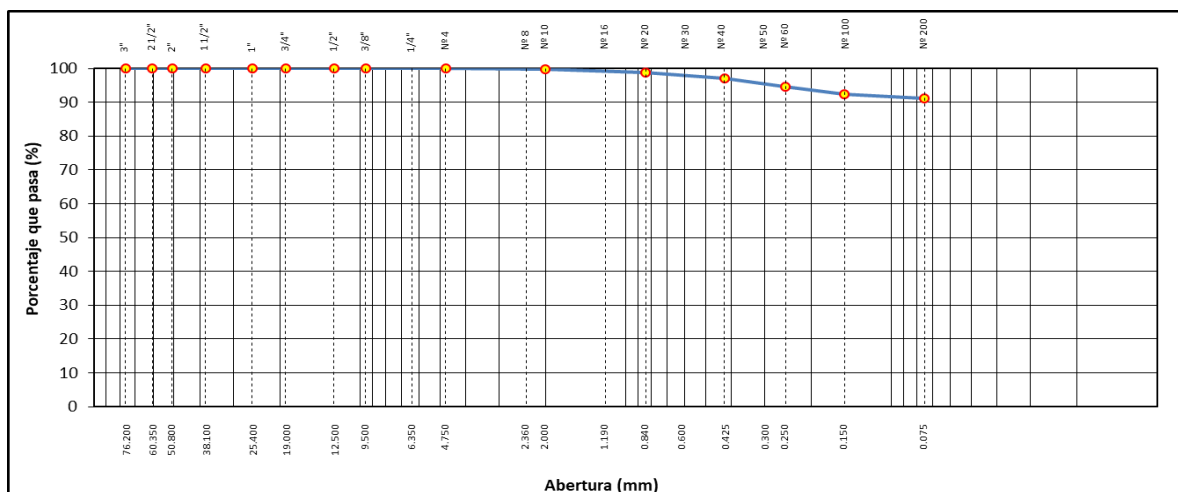
Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 02.



De la figura 03, del gráfico de la curva granulométrica de la calicata 02, podemos determinar que representa un suelo fino donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 79.10%.

Figura 4

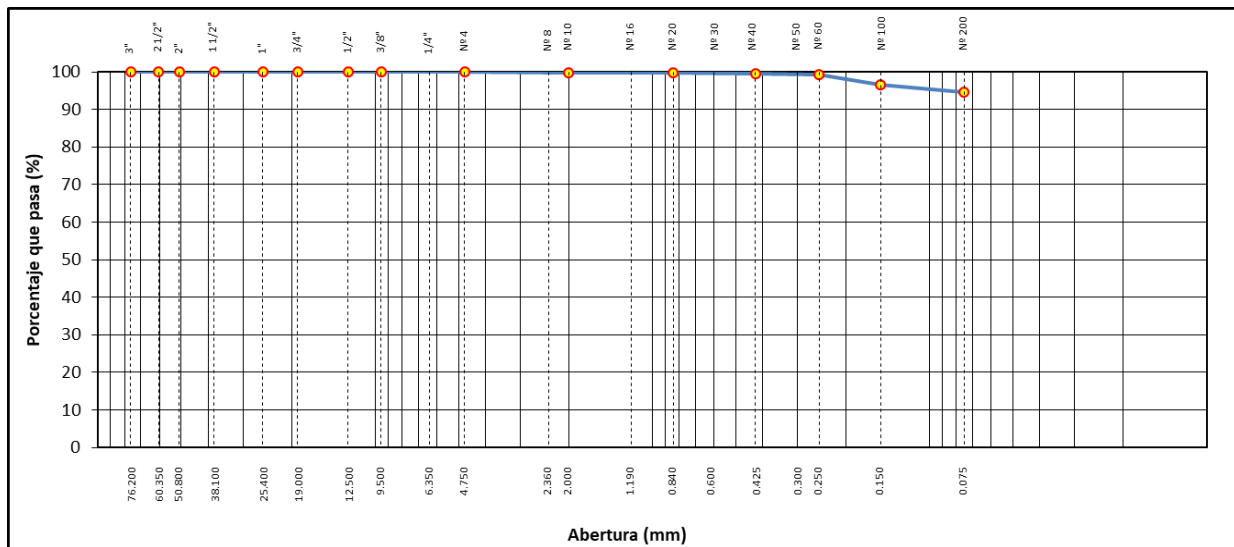
Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 03.



De la figura 04, de la curva granulométrica de la calicata 03, podemos determinar que representa un suelo fino donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 91.90%.

Figura 5

Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 04.



De la figura 05, de la curva granulométrica de la calicata 04, podemos determinar que presenta un suelo fino, donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 94.58%.

Tabla 5

Curva Granulométrica suelo cohesivo de la calicata 04.

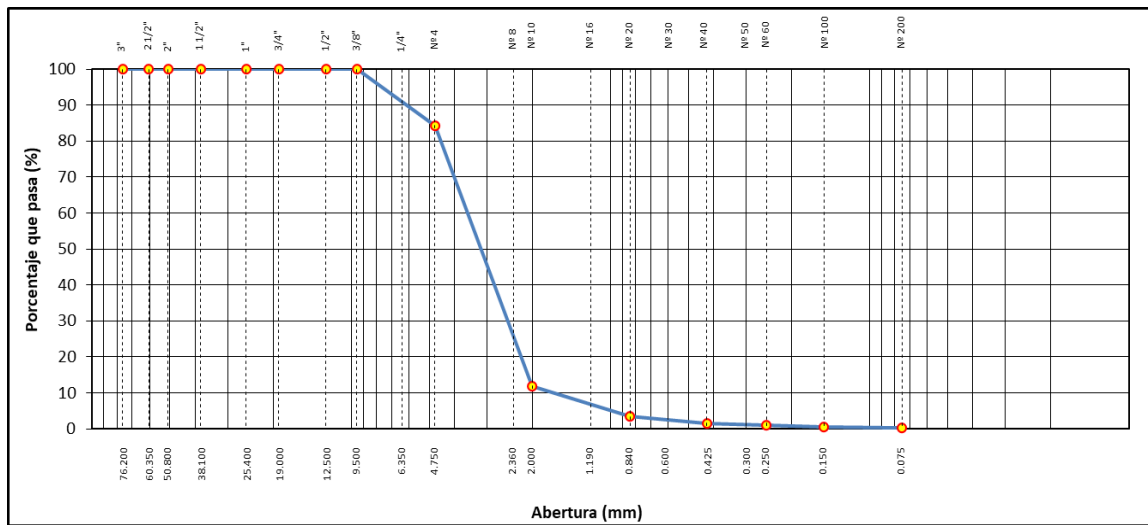
Muestra	% Q. pasa N°4	%Q. pasa N°200	% De Grava	% De Arena	% De finos
Concreto reciclado fino CRF.	84.22	0.36	15.78	83.86	0.36

Nota: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 5, determinamos que el porcentaje pasante del tamiz N°4 es de 84.22% y el pasante del tamiz N°200 es de 0.36%.

Figura 6

Curva Granulométrica del agregado reciclado fino CRF.



De la figura 06, se aprecia el gráfico de la curva granulométrica del concreto reciclado fino, donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 0.36%. Considerándose como suelo granular.

Tabla 6

Análisis granulométrico de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.

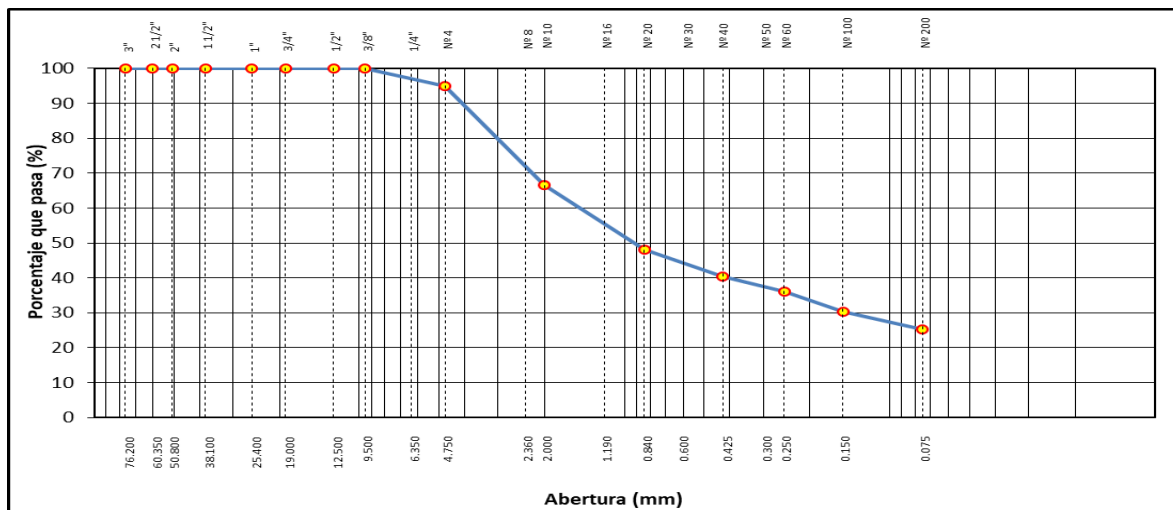
Calicata	Muestra	% Q. pasa N°4	%Q. pasa N°200	% De Grava	% De Arena	% De finos
C-01	Suelo cohesivo	99.95	83.99	0.00	16.01	83.99
	Suelo cohesivo + 5% CRF.	94.86	70.35	5.14	24.52	70.35
	Suelo cohesivo + 15% CRF	93.88	58.46	6.12	35.42	58.46
	Suelo cohesivo + 25% CRF	94.79	51.85	5.21	42.94	51.85
	Suelo cohesivo + 35% CRF	95.64	50.13	4.36	45.5	50.13
	Suelo cohesivo + 45% CRF	94.94	25.35	5.06	69.59	25.35

Nota: elaboración propia

De la tabla 6, se muestra los resultados de la calicata 01, ensayo de análisis granulométrico del suelo cohesivo y las combinaciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%.

Figura 7

Curva Granulométrica de la calicata 01, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.



De la figura 7, se aprecia la curva granulométrica de la calicata 01, de la mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, podemos determinar que representa un suelo granular, donde el porcentaje pasante del tamiz Nº200 se encuentra en 25.35%.

Tabla 7

Análisis granulométrico de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.

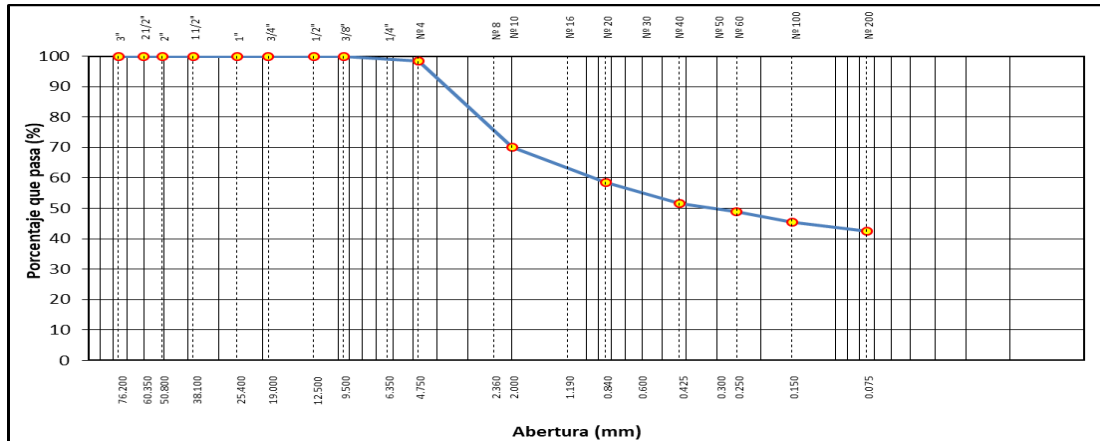
Calicata	Muestra	% Q. pasa Nº4	%Q. pasa Nº200	% De Grava	% De Arena	% De finos
C-02	Suelo cohesivo	98.68	79.10	1.32	19.57	79.10
	Suelo cohesivo + 5% CRF	97.58	72.47	2.42	25.1	72.47
	Suelo cohesivo + 15% CRF	99.16	68.27	0.84	30.89	68.27
	Suelo cohesivo + 25% CRF	98.62	60.63	1.38	37.98	60.63
	Suelo cohesivo + 35% CRF	97.91	50.75	2.09	47.16	50.75
	Suelo cohesivo + 45% CRF	98.48	42.48	1.52	56.00	42.48

Nota: elaboración propia

De la tabla 7, se aprecia los resultados de la calicata 02, ensayo de análisis granulométrico del suelo cohesivo y las combinaciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%.

Figura 8

Curva Granulométrica de la calicata 02, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.



De la figura 8, en la que se aprecia la curva granulométrica de la calicata 02, de la mezcla de suelo natural + 45% de concreto reciclado fino, podemos determinar que representa un suelo arenoso con arcilla, donde el porcentaje pasante del tamiz N°200 se encuentra en 42.48%.

Tabla 8

Proctor Modificado, calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.

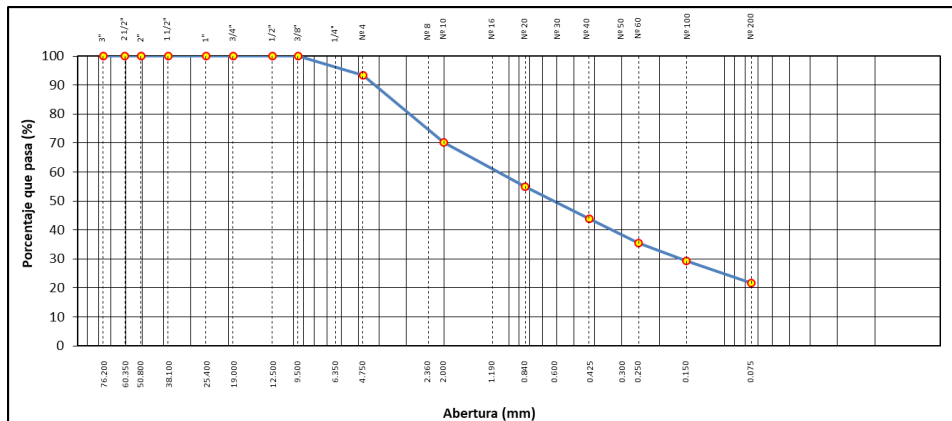
Calicata	Muestra	% Q. pasa N°4	%Q. pasa N°200	% De Grava	% De Arena	% De finos
C-03	Suelo cohesivo	99.97	91.94	0.03	8.88	91.94
	Suelo cohesivo + 5% CRF	99.71	88.40	0.29	11.31	88.40
	Suelo cohesivo + 15% CRF	99.28	75.99	0.72	23.29	75.99
	Suelo cohesivo + 25% CRF	94.54	50.09	5.46	44.45	50.09
	Suelo cohesivo + 35% CRF	94.09	44.44	5.91	48.66	45.44
	Suelo cohesivo + 45% CRF	93.27	21.67	6.73	71.60	21.67

Nota: elaboración propia

De la tabla 8, se aprecia los resultados de la calicata 03, ensayo de análisis granulométrico del suelo cohesivo y las combinaciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%.

Figura 9

Curva Granulométrica de la calicata 03, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.



De la figura 9, en la que se aprecia la curva granulométrica de la calicata 03, de la mezcla de suelo natural + 45% de concreto reciclado fino, podemos determinar que representa un suelo arenoso con arcilla, donde el porcentaje pasante del tamiz N^o200 se encuentra en 21.67%.

Tabla 9

Análisis granulométrico de la calicata 04, suelo cohesivo adicionado CRF.

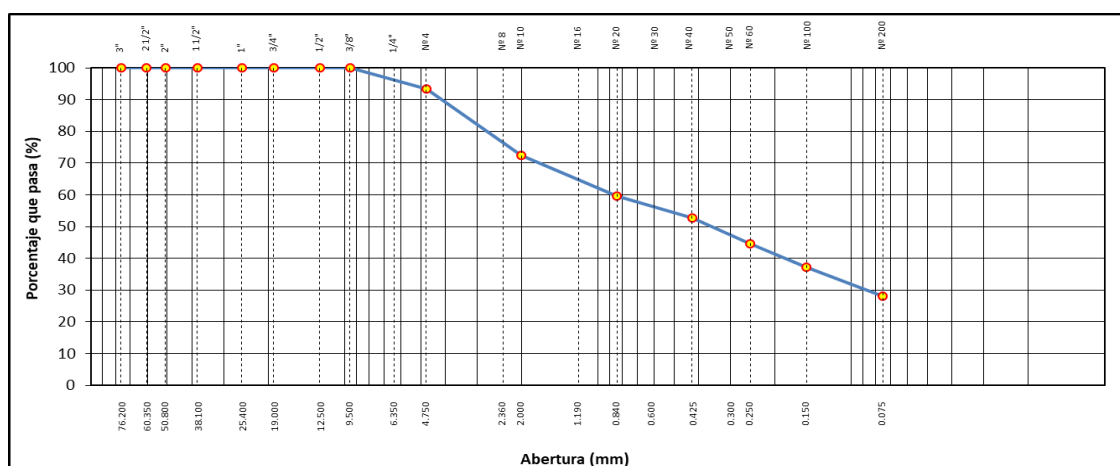
Calicata	Muestra	% Q. pasa N ^o 4	%Q. pasa N ^o 200	% De Grava	% De Arena	% De finos
C-04	Suelo cohesivo	100.00	94.58	0.00	5.42	94.58
	Suelo cohesivo + 5% CRF	99.38	81.18	0.62	18.20	81.18
	Suelo cohesivo + 15% CRF	98.98	70.16	1.02	28.82	70.16
	Suelo cohesivo + 25% CRF	98.01	52.68	1.99	45.34	52.58
	Suelo cohesivo + 35% CRF	96.04	50.08	3.96	45.25	50.80
	Suelo cohesivo + 45% CRF	93.49	28.02	6.51	65.47	28.02

Nota: elaboración propia

De la tabla 09, se aprecia los resultados de la calicata 04, ensayo de análisis granulométrico del suelo cohesivo y las combinaciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%.

Figura 10

Curva Granulométrica de la calicata 04, mezcla suelo cohesivo con 45% de CRF.



De la figura 10, en donde se aprecia la curva granulométrica de la calicata 04, de la mezcla de suelo natural + 45% de concreto reciclado fino, podemos determinar que representa un suelo arenoso, donde el porcentaje pasante del tamiz N^o200 se encuentra en 28.02%.

4.1.4. Límite líquido (L.L).

Por la presencia de arcilla en los suelos hace que estos se puedan moldear en contacto con un porcentaje de agua, debido a la cohesión que existe entre partículas, el límite líquido se expresa en porcentajes, se utiliza el material pasante el tamiz N^o40, y está en función al contenido de humedad. Se determina bajo la normativa de la NTP 339.129, ASTM D 4318.

4.1.5. Límite Plástico (L.L) e Índice de Plasticidad (IP).

Se trabaja con el material pasante el tamiz N°40, se forman rollitos de 3.3 mm con un porcentaje de agua, determinando el contenido de humedad, con los valores obtenidos del límite líquido y límite plástico podemos determinar el índice de plasticidad. Se trabaja de acuerdo a la normativa NTP 339.129, ASTM D 4318.

Tabla 10

Límites de consistencia del suelo cohesivo.

Calicata	Estrato	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C – 01	E – 01	Suelo	30.14	17.24	12.9
	E – 02	cohesivo	44.21	20.36	23.84
C – 02	E – 01	Suelo	40.55	22.24	18.31
	E – 02	cohesivo	41.85	20.38	21.47
C – 03	E – 01	Suelo	28.64	NP	NP
	E – 02	cohesivo	56.16	28.66	27.5
C – 04	E – 01	Suelo	30.67	25.88	4.79
	E – 02	cohesivo	49.21	25.73	23.48

Nota: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10, se muestra los resultados del ensayo de límites de consistencia del suelo cohesivo de las C-01, C-02, C-03 y C-04. Teniendo como resultados suelos de mediana plasticidad en las C-1, C-2 y C-4, en comparación de la C-3 se tiene una arcilla de alta plasticidad.

Tabla 11

Límites de consistencia de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C-01	Suelo cohesivo	44.21	20.36	23.84
	Suelo cohesivo + 5% CRF	43.5	23.12	20.38
	Suelo cohesivo + 15% CRF	42.01	22.26	19.75

Suelo cohesivo + 25% CRF	41.03	21.68	19.35
Suelo cohesivo + 35% CRF	39.28	22.48	16.80
Suelo cohesivo + 45% CRF	37.56	22.93	14.64

Nota: elaboración propia

De la tabla 11, se muestra los resultados del ensayo de límites de consistencia del suelo cohesivo calicata 01 con un IP de 23.84%, y las combinaciones de suelo cohesivo con adiciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Se observa una disminución de la plasticidad al adicionar 45% de CRF se tiene un IP de 14.64%.

Tabla 12

Límites de consistencia de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Limite Líquido (%)	Limite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
	Suelo cohesivo	41.85	20.38	21.47
	Suelo cohesivo + 5% CRF	38.67	19.97	18.7
	Suelo cohesivo + 15% CRF	38.61	21.64	16.97
C-02	Suelo cohesivo + 25% CRF	38.15	22.05	16.1
	Suelo cohesivo + 35% CRF	37.99	24.93	13.06
	Suelo cohesivo + 45% CRF	36.35	23.84	12.51

Nota: elaboración propia

De la tabla 12, se muestra los resultados del ensayo de límites de consistencia del suelo cohesivo calicata 02 con un IP de 21.47%, y las combinaciones de suelo cohesivo con adiciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Se observa una disminución de la plasticidad al adicionar 45% de CRF se tiene un IP de 12.51%.

Tabla 13

Límites de consistencia de la calicata 03, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C-03	Suelo cohesivo	56.16	28.66	27.50
	Suelo cohesivo + 5% CRF	54.37	27.47	26.90
	Suelo cohesivo + 15% CRF	53.15	27.86	25.79
	Suelo cohesivo + 25% CRF	51.30	25.34	25.96
	Suelo cohesivo + 35% CRF	47.38	29.72	17.66
	Suelo cohesivo + 45% CRF	45.18	28.90	16.28

De la tabla 13, se muestra los resultados del ensayo de límites de consistencia del suelo cohesivo calicata 02 con un IP de 27.50%, y las combinaciones de suelo cohesivo con adiciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Se observa una disminución de la plasticidad al adicionar 45% de CRF se tiene un IP de 16.28%.

Tabla 14

Límites de consistencia de la calicata 04, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C-04	Suelo cohesivo	49.21	25.73	23.48
	Suelo cohesivo + 5% CRF	47.80	26.12	21.69
	Suelo cohesivo + 15% CRF	45.16	25.99	19.16
	Suelo cohesivo + 25% CRF	44.19	26.52	17.66
	Suelo cohesivo + 35% CRF	39.47	26.24	13.23
	Suelo cohesivo + 45% CRF	37.93	26.63	11.30

Nota: elaboración propia



De la tabla 14, se muestra los resultados del ensayo de límites de consistencia del suelo cohesivo calicata 02 con un IP de 23.48%, y las combinaciones de suelo cohesivo con adiciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Se observa una disminución de la plasticidad al adicionar 45% de CRF se tiene un IP de 11.30%.

4.1.6. Sistema de Clasificación de suelos SUCS y AASHTO.

El sistema de clasificación de suelos SUCS se basa en la identificación del tipo de suelos considerando el tamaño de las partículas del análisis granulométrico y la plasticidad de los suelos el cual está representada mediante símbolos para cada tipo de suelo, se divide en suelos gruesos (gravas y arenas) y suelos finos (limos y arcillas). De acuerdo a la normativa NTP 339-134, ASTM D 2487.

Así mismo se está considerando el sistema de clasificación AASHTO, utilizada para obras viales, se verifica de acuerdo a los porcentajes pasantes de los tamices N^o200, N^o10, N^o40, considerando el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. El cual clasifica a los suelos en 7 grupos iniciando desde el A -1 hasta el A-7. De acuerdo a la normativa ASTM D 3282.

Tabla 15*Clasificación SUCS y AASHTO del suelo cohesivo.*

Calicata	Estrato	Muestra	Clasificación		Descripción
			SUCS	AASHTO	
C - 01	E - 01	Suelo cohesivo	CL	A - 6(9)	Arcilla de baja plasticidad
	E - 02		CL	A-7-6(14)	Arcilla de baja plasticidad
C - 02	E - 01	Suelo cohesivo	CL	A - 6(11)	Arcilla de baja plasticidad
	E - 02		CL	A-7-6(13)	Arcilla de baja plasticidad
C - 03	E - 01	Suelo cohesivo	ML	A-4(9)	Limo de baja plasticidad
	E - 02		CH	A-7-6(18)	Arcilla de alta plasticidad
C - 04	E - 01	Suelo cohesivo	ML	A-4(9)	Limo de baja plasticidad
	E - 02		CL	A-7-6(15)	Arcilla de baja plasticidad

Nota: elaboración propia

En la tabla 15, se aprecia la clasificación de suelos por el sistema SUCS y AASHTO, de las C-01, C-02, C-03 y C-04, donde se tiene suelos arcillosos inorgánicos de baja plasticidad (CL), arcillas de alta plasticidad (CH) y limos (ML).

Tabla 16

Clasificación SUCS y AASHTO del concreto reciclado fino CRF.

Muestra	Clasificación		Descripción
	SUCS	AASHTO	
Concreto reciclado fino CRF.	SP	A-1-a (0)	Arena mal graduada

En la tabla 16, se aprecia la clasificación de suelos por el sistema SUCS y AASHTO, del concreto reciclado fino, como resultado se tiene un suelo arenoso mal graduado (SP).

Tabla 17

Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 01, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASHTO	
C-01	Suelo cohesivo	CL	A-7-6(14)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 5% CRF	CL	A-7-6(11)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 15% CRF	CL	A-7-6(9)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 25% CRF	CL	A-7-6(7)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 35% CRF	CL	A-6(6)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 45% CRF	SC	A-2-6(1)	Arena arcillosa

Nota: elaboración propia

Tabla 17, de la calicata 01, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, disminuye la plasticidad a su vez clasifica al suelo como una arena arcillosa (SC) de acuerdo al sistema de clasificación SUCS.

Tabla 18

Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASHTO	

C-02	Suelo cohesivo	CL	A-7-6(13)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 5% CRF	CL	A-6(11)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 15% CRF	CL	A-6(10)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 25% CRF	CL	A-6(8)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 35% CRF	ML	A-6(4)	Limo de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 45% CRF	SC	A-6(2)	Arena arcillosa

Nota: elaboración propia

De la calicata 02, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino disminuye la plasticidad, donde se clasifica al suelo como una arena arcillosa (SC), de acuerdo al sistema de clasificación SUCS.

Tabla 19

Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 03, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASHTO	
C-03	Suelo cohesivo	CH	A-7-6(18)	Arcilla de alta plasticidad
	Suelo cohesivo + 5% CRF	CH	A-7-6(18)	Arcilla de alta plasticidad
	Suelo cohesivo + 15% CRF	CH	A-7-6(17)	Arcilla de alta plasticidad
	Suelo cohesivo + 25% CRF	CH	A-7-6(9)	Arcilla de alta plasticidad
	Suelo cohesivo + 35% CRF	SM	A-7-6(5)	Arena con limo
	Suelo cohesivo + 45% CRF	SM	A-2-7(1)	Arena con limo

Nota: elaboración propia

Tabla 19, de la calicata 03, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, disminuye la plasticidad a su vez clasifica al suelo como una arena limosa (SM) de acuerdo al sistema de clasificación SUCS.

Tabla 20

Clasificación SUCS y AASHTO de la calicata 04, suelo cohesivo adicionando CRF.

Calicata	Muestra	Clasificación		Descripción
		SUCS	AASHTO	
C-04	Suelo cohesivo	CL	A-7-6(15)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 5% CRF	CL	A-7-6(14)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 15% CRF	CL	A-7-6(12)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 25% CRF	CL	A-7-6(7)	Arcilla de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 35% CRF	ML	A-6(4)	Limo de baja plasticidad
	Suelo cohesivo + 45% CRF	SM	A-2-6(0)	Arena arcillosa

Nota: elaboración propia

Tabla 20, de la calicata 04, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, se observa una reducción de la plasticidad a su vez clasifica al suelo como una arena limosa (SM) de acuerdo al sistema de clasificación SUCS.

4.1.7. Proctor Modificado.

Consiste en compactar un determinado suelo mediante una energía de compactación controlada en laboratorio en base a la cantidad de agua necesaria para llegar a una máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad. Para el caso de la presente investigación se trabajó con el molde de 101.6 mm (4") de diámetro, con un pisón de 44.5 N (10 lbf). De acuerdo a la normativa NTP 339.141 – ASTM D 1557.

Tabla 21

Proctor Modificado del suelo cohesivo.

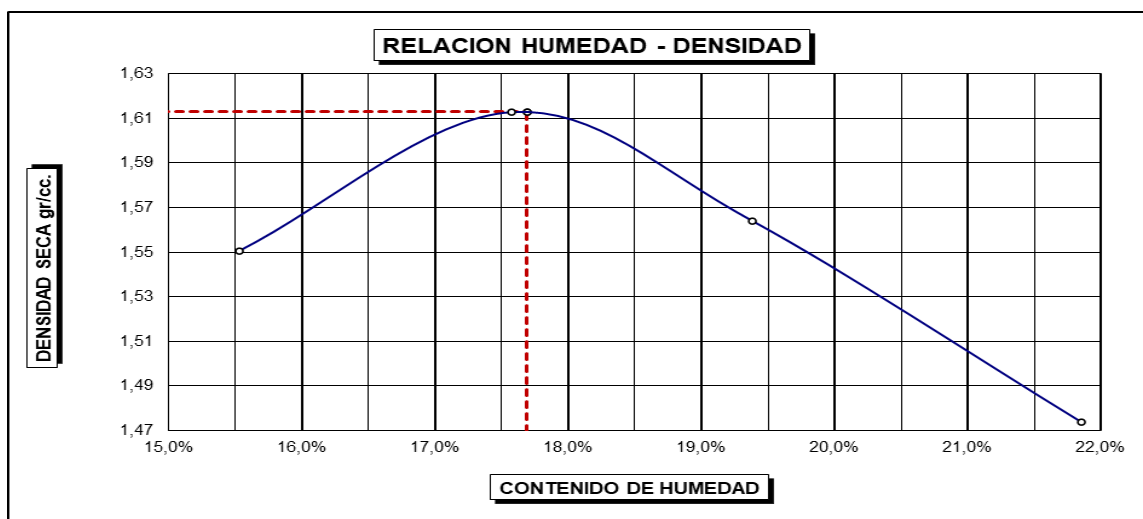
Calicata	Estrato	Muestra	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C – 01	E – 01	Suelo cohesivo	----	----
	E – 02		1.613	17.70
C – 02	E – 01	Suelo cohesivo	-----	-----
	E – 02		1.681	17.08
C – 03	E – 01	Suelo cohesivo	----	----
	E – 02		1.562	19.86
C – 04	E – 01	Suelo cohesivo	----	----
	E – 02		1.628	17.89

Nota: elaboración propia

De la tabla 21, se muestran los resultados obtenidos del ensayo de proctor modificado de las C-01, C-02, C-03 y C-04, del suelo cohesivo.

Figura 11

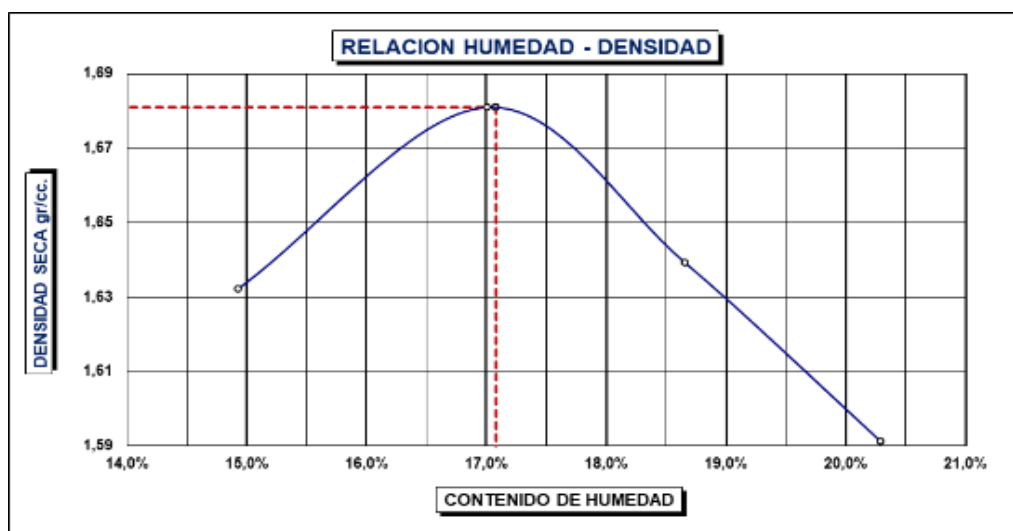
Proctor Modificado de la calicata 01, suelo cohesivo.



De la figura 11, se muestra el gráfico de la curva de compactación de la calicata 01, con una máxima densidad seca de 1.613 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 17.70%.

Figura 12

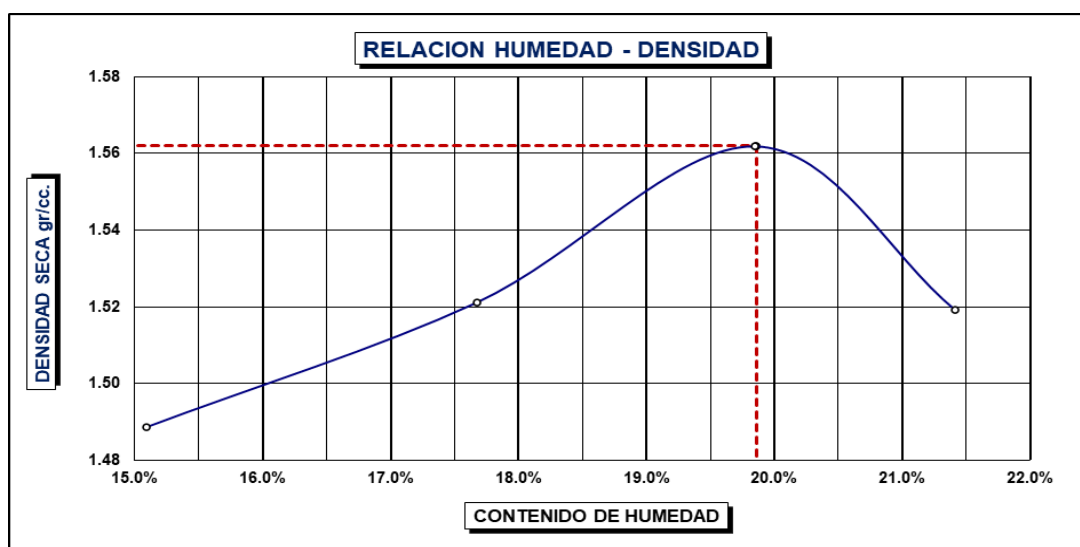
Proctor Modificado de la calicata 02, suelo cohesivo.



De la figura 12, se muestra el gráfico de la curva de compactación de la calicata 02, con una máxima densidad seca de 1.681 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 17.08%.

Figura 13

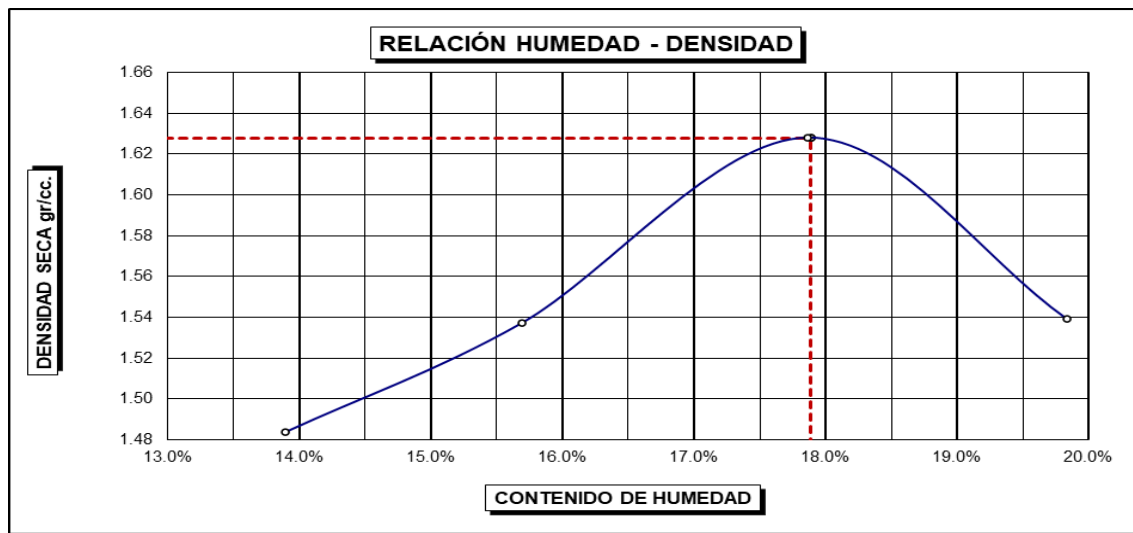
Proctor Modificado de la calicata 03, suelo cohesivo.



De la figura 13, se muestra el gráfico de la curva de compactación de la calicata 03, con una máxima densidad seca de 1.562 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 19.86%.

Figura 14

Proctor Modificado de la calicata 04, suelo cohesivo.



De la figura 14, se muestra el gráfico de la curva de compactación de la calicata 04, con una máxima densidad seca de 1.628 gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 17.89%.

Tabla 22

Proctor Modificado de la calicata 01, del suelo cohesivo adicionando CRF.

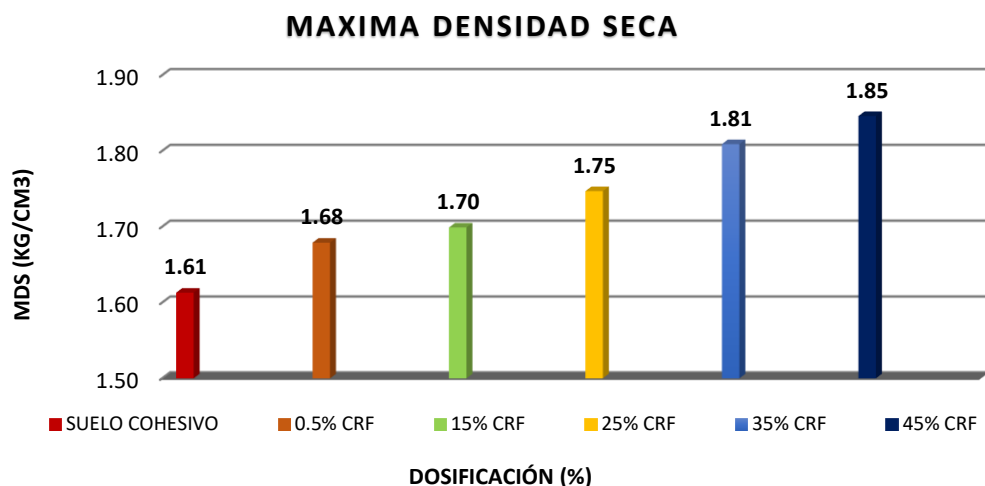
Calicata	Muestra	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-01	Suelo cohesivo	1.613	17.69
	Suelo cohesivo + 5% CRF	1.679	16.86
	Suelo cohesivo + 15% CRF	1.699	15.87
	Suelo cohesivo + 25% CRF	1.747	15.18
	Suelo cohesivo + 35% CRF	1.809	14.06
	Suelo cohesivo + 45% CRF	1.846	13.55

Nota: elaboración propia

En la tabla 22, se muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado de la calicata 01, suelo cohesivo MDS 1.613 gr/cm³. Combinaciones de suelo cohesivo más concreto reciclado fino en proporciones de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Adicionando 45% de CRF, se tiene un incremento de la MDS de 1.846 gr/cm³.

Figura 15

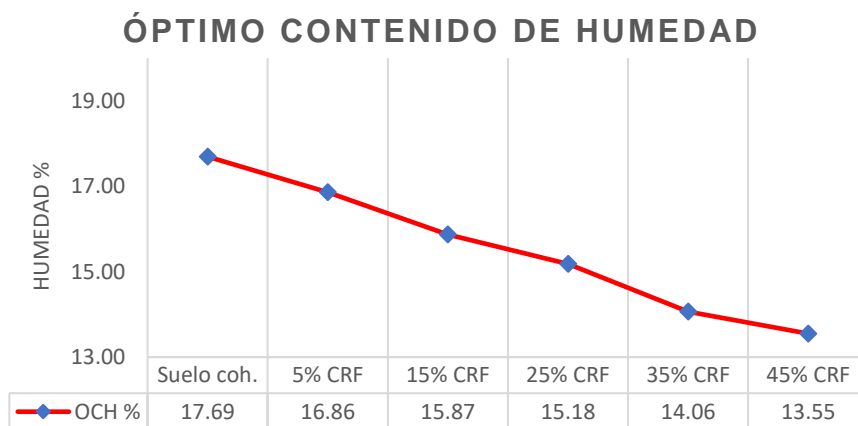
Resumen C-01 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



En la figura 15, se aprecia los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino. Donde se tiene un incremento porcentual de la MDS y OCH. Con la adición de 45% de concreto reciclado fino se tiene una mejora significativa en la máxima densidad seca de 1.846 gr/cm³.

Figura 16

Resumen C-01 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



De la figura 16, de la calicata 01, se tiene los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino, donde se muestra la disminución del óptimo contenido de humedad de acuerdo al incremento de las proporciones de concreto reciclado fino, como resultado se tiene un OCH de 13.55%, con la adición de 45% de CRF.

Tabla 23

Proctor Modificado de la calicata 02, suelo cohesivo adicionando CRF.

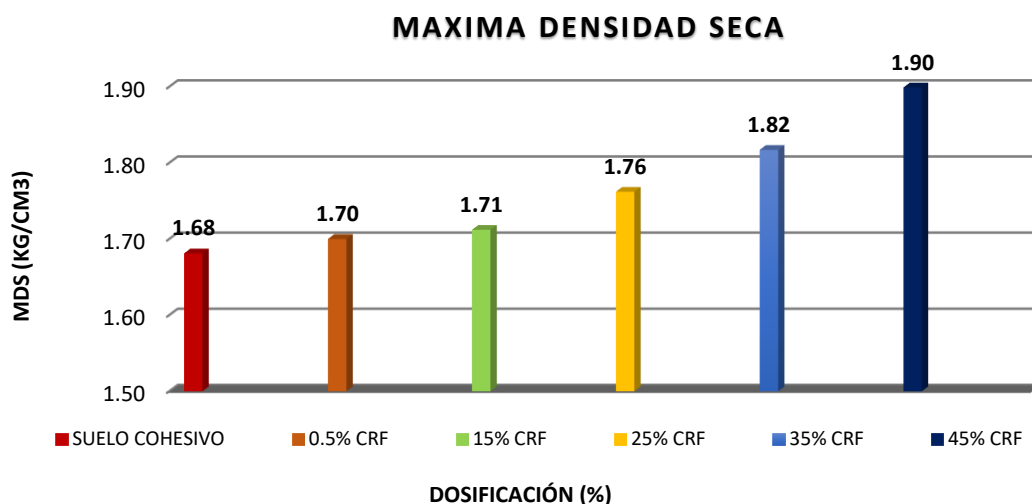
Calicata	Muestra	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-02	Suelo cohesivo	1.681	17.80
	Suelo cohesivo + 5% CRF	1.700	16.38
	Suelo cohesivo + 15% CRF	1.712	15.22
	Suelo cohesivo + 25% CRF	1.762	14.88
	Suelo cohesivo + 35% CRF	1.817	13.97
	Suelo cohesivo + 45% CRF	1.899	12.73

Nota: elaboración propia

En la tabla 23, se muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado de la calicata 01, suelo cohesivo MDS 1.681 gr/cm³. Combinaciones de suelo cohesivo más concreto reciclado fino en proporciones de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Adicionando 45% de CRF, se tiene un incremento de la MDS de 1.899 gr/cm³.

Figura 17

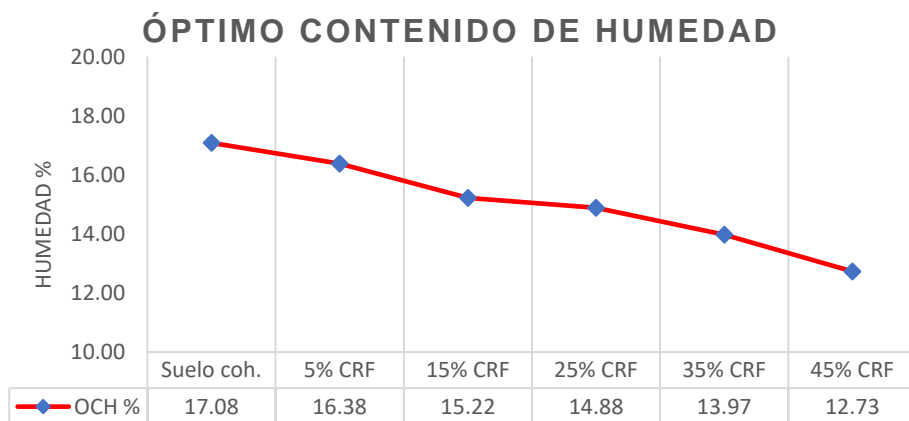
Resumen C-02, Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



En la figura 17, se aprecia los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino. Donde se tiene un incremento porcentual de la MDS y OCH. Con la adición de 45% de concreto reciclado fino se tiene una mejora significativa en la máxima densidad seca de 1.90 gr/cm³.

Figura 18

Resumen C-02 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



De la figura 18, de la calicata 02, se tiene los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino, donde se muestra la disminución del óptimo contenido de humedad de acuerdo al incremento de las proporciones de concreto reciclado fino. Se tiene un OCH de 12.73 %, con la adición de 45% de CRF.

Tabla 24

Proctor Modificado de la calicata 03, suelo natural adicionando CRF.

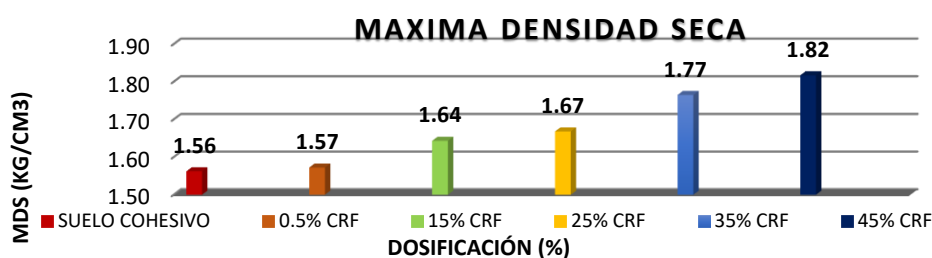
Calicata	Muestra	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-03	Suelo cohesivo	1.562	19.86
	Suelo cohesivo + 5% CRF	1.572	19.76
	Suelo cohesivo + 15% CRF	1.643	18.84
	Suelo cohesivo + 25% CRF	1.668	17.83
	Suelo cohesivo + 35% CRF	1.765	15.08
	Suelo cohesivo + 45% CRF	1.817	14.93

Nota: elaboración propia

En la tabla 24, se muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado de la calicata 01, suelo cohesivo MDS 1.562 gr/cm³. Combinaciones de suelo cohesivo más concreto reciclado fino en proporciones de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Adicionando 45% de CRF, se tiene un incremento de la MDS de 1.817 gr/cm³.

Figura 19

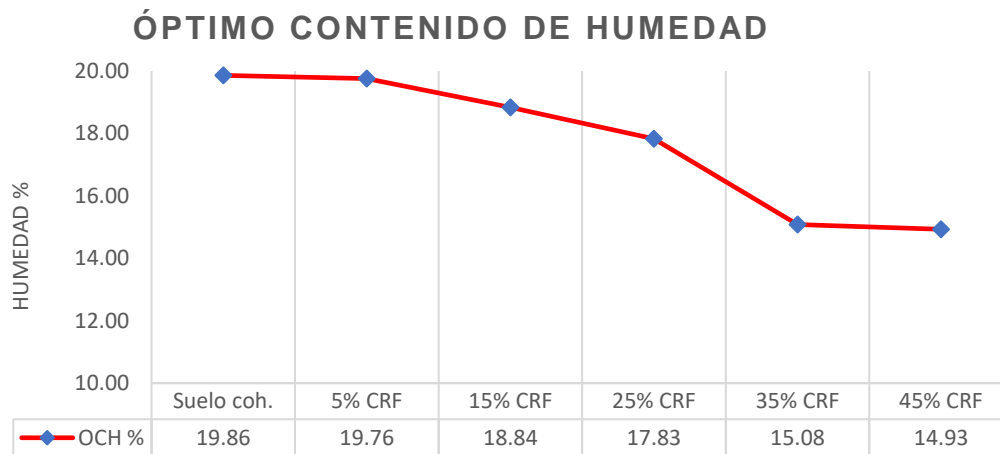
Resumen C-03 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



En la figura 19, se aprecia los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino. Donde se tiene un incremento porcentual de la MDS y OCH. Con la adición de 45% de concreto reciclado fino se tiene una mejora significativa en la máxima densidad seca de 1.820 gr/cm³.

Figura 20

Resumen C-03 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



De la figura 20, de la calicata 03, se tiene los resultados del ensayo de Proctor modificado del suelo cohesivo tiene un OCH de 19.86%, combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino, donde se muestra la disminución del óptimo contenido de humedad de acuerdo al incremento de las proporciones de concreto reciclado fino. Se tiene un OCH de 14.93%, con la adición de 45% de CRF.

Tabla 25

Proctor Modificado de la calicata 04, suelo natural adicionando CRF.

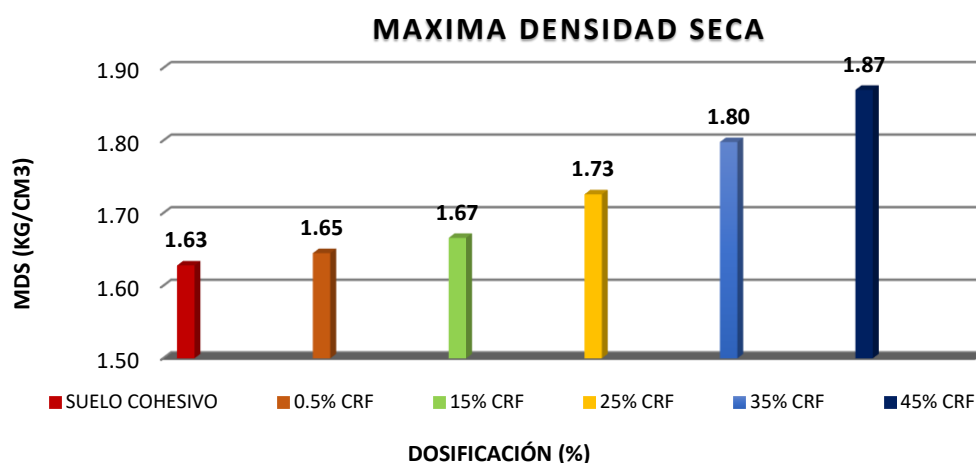
Calicata	Muestra	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-04	Suelo cohesivo	1.628	17.89
	Suelo cohesivo + 5% CRF	1.645	17.23
	Suelo cohesivo + 15% CRF	1.666	16.47
	Suelo cohesivo + 25% CRF	1.726	15.95
	Suelo cohesivo + 35% CRF	1.798	14.80
	Suelo cohesivo + 45% CRF	1.870	13.32

Nota: elaboración propia

En la tabla 25, se muestra los resultados del ensayo de Proctor modificado de la calicata 01, suelo cohesivo MDS 1.628 gr/cm³. Combinaciones de suelo cohesivo más concreto reciclado fino en proporciones de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%. Adicionando 45% de CRF, se tiene un incremento de la MDS de 1.870 gr/cm³.

Figura 21

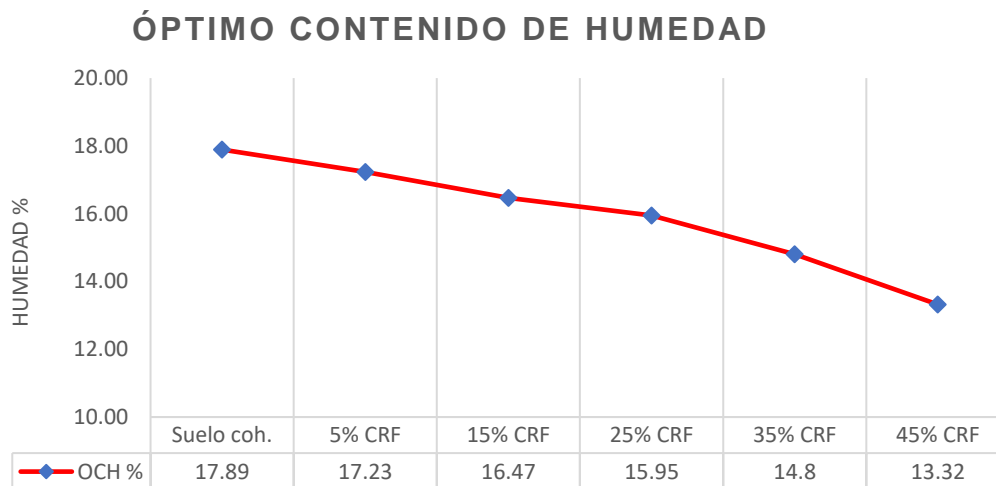
Resumen C-04 Máxima Densidad Seca Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



En la figura 21, se aprecia los resultados del ensayo de Proctor modificado de las combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino. Donde se tiene un incremento porcentual de la MDS y OCH. Con la adición de 45% de concreto reciclado fino se tiene una mejora significativa en la máxima densidad seca de 1.870 gr/cm³.

Figura 22

Resumen C-04 Óptimo contenido humedad Proctor Modificado mezcla suelo cohesivo con CRF.



De la figura 22, de la calicata 04, se tiene los resultados del ensayo de Proctor modificado, suelo cohesivo tiene un OCH de 17.89%, combinaciones de suelo cohesivo con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de concreto reciclado fino, donde se muestra la disminución del óptimo contenido de humedad de acuerdo al incremento de las proporciones de concreto reciclado fino. Se tiene un OCH de 13.32 %, con la adición de 45% de CRF.



4.2. Discusión de los resultados

En contraste con el objetivo general de la investigación a partir de la adición del concreto reciclado fino en los suelos cohesivos, se obtuvieron resultados significativos de los suelos cohesivos y las respectivas mezclas con concreto reciclado fino, se trabajaron con 04 calicatas (C-1, C-2, C-3 y C-4) con mezclas de concreto reciclado fino (CRF) se adiciono en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%, de estas mezclas realizadas se obtuvieron resultados promedio significativos en la propiedades físicas como son del análisis granulométrico, límites de consistencia, así mismo en las propiedades mecánicas Proctor modificado MDS y OCH. De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo demostrar que al estabilizar los suelos cohesivos con concreto reciclado fino tienen una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural cohesivo.

Se determinó que al mezclar el suelo natural con el concreto reciclado fino se registró el aumento de la máxima densidad seca y también la disminución del óptimo contenido de humedad de acuerdo a los diferentes porcentajes de concreto reciclado fino.

Con respecto a las características físicas y mecánicas. Se tiene el contenido de humedad se pudo determinar para la muestras del suelo cohesivo calicata 01 de acuerdo al perfil estratigráfico se realizó el muestreo de 02 estratos, E – 01 humedad de 6.76% y E - 02 humedad de 10.77%, en cuanto a la calicata 02, se encontró 02 estratos de los cuales se tiene para el E-01 una humedad de 8.90% y para el E - 02 presenta una humedad de 10.19, a si mismo se tiene los siguientes datos para la calicata 03, E – 1 humedad 8.70% y E – 2 una humedad de 9.79% y finalmente para la calicata 04, se tiene 02 estratos, E – 1 humedad de 8.57% y E – 2 humedad de



10.27%. Sin embargo, para las mezclas de suelo cohesivo y concreto reciclado fino no se determinó el contenido de humedad por realizarse la mezcla con material seco,

De acuerdo al análisis granulométrico se tiene los siguientes resultados del concreto reciclado fino, grava 15.76%, arena 83.86% y finos 0.36%. Calicata 01 grava 0.08%, arena 16.33% y finos 83.58%, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, grava 5.06%, arena 69.59%, finos 25.35%. Calicata 02, grava 1.32%, arena 19.57%, finos 79.1%, de la mezcla de suelo cohesivo +45% de concreto reciclado se tiene, grava 1.52%, arena 56.00% y finos 42.48%. Calicata 03, grava 0.03%, arena 8.88% y finos 91.90%, mezcla de suelo cohesivo + 45% de concreto reciclado fino, grava 6.73%, arena 71.60%, finos 21.67%. Calicata 04, grava 0.00%, arena 5.42%, finos 94.58%, de la mezcla de suelo cohesivo +45% de concreto reciclado se tiene, grava 6.51%, arena 65.47% y finos 28.02%.

En cuanto a los límites de Atterberg de las muestras de suelo cohesivo se tiene los siguientes resultados calicata 01, LL 42.21% con un IP de 23.84% y respecto a la mezcla de concreto reciclado en un 45% tenemos una disminución del LL 37.56% con un IP de 14,64%, de igual manera se obtuvo los siguientes resultados de la calicata 02 donde el LL 41.85% y IP de 21,47%, de igual manera se observa la disminución de la plasticidad de acuerdo al porcentaje de CRF adicionado en un porcentaje de 45% lo que da como resultado un LL de 36.35% y un IP de 12.51%, en cuanto a la calicata 03 se tiene LL 56.16% y IP de 27.50%, de igual manera se observa la disminución de la plasticidad de acuerdo al porcentaje de CRF adicionado en un porcentaje de 45% lo que da como resultado un LL de 45.18% y un IP de 16.28% finalmente se tiene los resultados de la calicata 04, con un LL 49.21% y IP de 23.48%, de igual manera se observa la disminución de la plasticidad de acuerdo al porcentaje



de CRF adicionado en un porcentaje de 45% lo que da como resultado un LL de 37.93% y un IP de 11.30%

En función de los resultados obtenidos tanto del análisis granulométrico y los límites de consistencia podemos decir que la clasificación de suelos tanto por el sistema SUCS y AASHTO, tiene a variar de acuerdo al porcentaje de CRF adicionado al suelo, se tiene los siguientes resultados del suelo cohesivo, suelo arcilloso alta y baja plasticidad (CH, CL), el cual representa a un suelo MALO, adicionando 45% de CRF la clasificación es el siguiente suelo arenoso con limo y arcilla (SM, SC). Entonces lo que representa a un suelo REGULAR. Entonces podemos decir que a mayor porcentaje de CRF. Se reduce el porcentaje de arcillas y limos aumentando el porcentaje de arena.

Para el caso de la máxima densidad seca se tiene los siguientes resultados, de los suelos cohesivo. Calicata 01, Máxima Densidad Seca 1.613 gr/cm³ y Contenido de Humedad Optimo de 17.7%, y adicionando 45 % de CRF, se tiene una Máxima Densidad Seca de 1.846gr/cm³ y un Contenido de Húmeda Optimo de 13,6%. Para la calicata 02 suelo cohesivo, Máxima Densidad Seca de 1.681 gr/cm³ y Contenido de Húmeda Optimo de 17.1%, adicionando 45% de CRF, Máxima Densidad Seca de 1.899gr/cm³ y un Contenido de Humedad Optimo de 12.7%. Calicata 03 suelo cohesivo, Máxima Densidad Seca de 1.562 gr/cm³ y Contenido de Húmeda Optimo de 19.86%, adicionando 45% de CRF, Máxima Densidad Seca de 1.817 gr/cm³ y un Contenido de Humedad Optimo de 14.93%. Calicata 04 suelo cohesivo, Máxima Densidad Seca de 1.628 gr/cm³ y Contenido de Húmeda Optimo de 17.89%, adicionando 45% de CRF, Máxima Densidad Seca de 1.87 gr/cm³ y un Contenido de Humedad Optimo de 13.32%.



De acuerdo a los resultados obtenidos de las mezclas de suelo cohesivo y concreto reciclado fino con los porcentajes propuestos de (5%, 15%, 25%, 35% y 45%), se consiguió obtener el mejor resultado con el 45% de concreto reciclado fino, aumentado la MDS y disminuyendo el OCH, así mismo se disminuyó en la plasticidad del suelo y logrando una clasificación de suelos arenosos con mezclas de limos y arcillas (SM y SC).



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se ha determinado que la influencia de la adición de concreto reciclado fino en los suelos cohesivos, tiene un efecto positivo en la mejora de la máxima densidad seca (MDS), esto sugiere un viable uso del concreto reciclado fino (CRF) como estabilizante de los suelos cohesivos, se concluye que el suelo cohesivo de las C-01, C-02, C-03 y C-04 con la adición de CRF en un 45% estabiliza el suelo cohesivo y a si mismo se logró estabilizar el suelo cohesivo. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que el suelo cohesivo tiene una mejora en las características físicas y características mecánicas al incrementar mayor porcentaje de CRF este aumentará la máxima densidad seca (MDS) y se disminuirá el óptimo contenido de humedad (OCH), reduciéndose los porcentajes de limos arcillas.

SEGUNDA: Se reconoció las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino, de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio, son suelos arenosos mal gradados (SP), no presentan plasticidad, tienen un porcentaje de absorción de 12%. En cuanto a los suelos cohesivos, de acuerdo a los ensayos realizados en laboratorio, los suelos cohesivos presentan índice de plasticidad de 23.84%, clasifican como suelos arcillosos inorgánicos de mediana a alta plasticidad CH y CL, de acuerdo a la AASHTO clasifican como suelos MALOS, para la calicata 01 tiene una densidad seca máxima de 1.613gr/cm³ y óptimo contenido de humedad de 17.69% y para la calicata 02 tiene una máxima densidad de 1.681 gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 17.08%. Se realizaron los siguientes ensayos, análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, Proctor modificado y clasificación de suelos por el método SUCS y AASHTO.



TERCERA: Se utilizó 5 proporciones de concreto reciclado fino en porcentajes de 5%, 15%, 25%, 35% y 45%, de las proporciones utilizadas de concreto reciclado fino se evaluó que con la adición de concreto reciclado fino en un porcentaje de 45% se incrementó el valor de la máxima densidad seca y reduciendo el óptimo contenido de humedad, para la calicata 01 se tiene un valor de MDS 1.846 gr/cm³ y OCH de 13.55% y para la calicata 02 se tiene una MDS 1.899 gr/cm³ y OCH de 12.73%, entonces podemos decir que la incorporación de 45% de CRF, mejora significativamente las propiedades mecánicas de los suelos finos especialmente en su máxima densidad seca (MDS).

CUARTA: Se analizaron los resultados obtenidos de la mezcla entre el suelo cohesivo natural y concreto reciclado fino, adicionados en 5 proporciones y se llegó a la conclusión que con el porcentaje de 5% de CRF se tiene un IP de 20.38%, clasifica como suelos arcilloso CL, con 15% de CRF se tiene un IP de 19.75%, clasifica como suelo arcilloso CL, con 25% CRF se tiene un IP de 19.35%, clasifica como suelos arcilloso CL, con 35% de CRF se tiene un IP de 16.80%, clasifica como suelo arcilloso CL, finalmente se tiene que con una adición de 45% de CRF se tiene un IP DE 14.64%, con una clasificación de suelos de arena con arcilla SC, de acuerdo a la clasificación AASHTO representa un suelo REGULAR. Se concluye que se obtuvo una mejora considerable de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con la adición de 45% de concreto reciclado fino, de igual manera se tuvo una reducción de plasticidad, obteniéndose un suelo arenoso con mezcla de arcilla (SC).



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda que el concreto reciclado fino esté libre de impurezas o materiales que puedan alterar los resultados de los ensayos y obtener datos erróneos. Para el caso de esta investigación se trabajó con un porcentaje de 45% de adición de concreto reciclado fino, para lograr estabilizar los suelos cohesivos o similares ya que se ha demostrado la mejora en la densidad seca máxima del suelo y la disminución del óptimo contenido de humedad.

SEGUNDA: Se recomienda que para la reutilización del concreto reciclado fino en la estabilización de los suelos (suelos granulares, arcillosos, limosos y turbas) se deberá de realizar mayor cantidad de estudios geotécnicos. para poder contribuir con los beneficios ambientales así evitar la contaminación ambiental y la extracción de material de canteras naturales.

TERCERA: Se recomienda realizar pruebas de control de calidad durante la ejecución de las obras para asegurar que la reutilización de concreto reciclado cumpla con lo recomendado por el laboratorio de suelos de acuerdo a los ensayos realizados, y a su vez estos deberán de cumplir con las especificaciones técnicas de las normativas vigentes NTP, ASTM D. MTC.

CUARTA: Se recomienda realizar más investigaciones con concreto reciclado provenientes de demoliciones, realizando mezclas con diferentes tipos de suelos ya sean finos o granulares para ser empleadas en las diferentes obras de ingeniería como en el mejoramiento de carreteras, para afirmados, sub bases y bases de pavimentos rígidos y flexibles, obras de edificaciones, canales, entre otros. obteniendo mezclas que puedan cumplir las especificaciones técnicas de la EG-2013, NTP.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron, V. (2023). *Influencia de concreto reciclado de demoliciones de pavimentos rígidos como agregado grueso para la elaboración de buzones de alcantarillado, Abancay 2022.*
- Antaurco, G., & Chapoñan, C. (2020). *Incorporación de ladrilo reciclado en el concreto para el diseño de pavimento rígido de la Av. Quinta Avenida, Lurigancho - 2020.* https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project. *Revista Ingenieria de Construccion*, 30(2), 99–108. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732015000200002>
- Benavente, E., & Navarro, M. (2020). *Estudio experimental del comportamiento mecánico-geotécnico de un suelo granular con adición de caucho reciclado proveniente de neumáticos inservibles.* <http://hdl.handle.net/10757/650334>
- Canales, M. (2023). *Estabilización de las características físico-mecánicas de suelos limo arcillosos para subrasante con concreto reciclado.*
- Catunta, C. A. (2023). *Influencia de cal y concreto reciclado en propiedades físicas y mecánicas de suelos blandos remodelados para cimentaciones.* 1–264.
- Chasquero, J., & Hurtado, H. (2019). *Uso del concreto reciclado proveniente de demoliciones para la producción de afirmado.*
- Contreras, L. F., Peñafiel Valla, L. G., Ramirez Cabrera, W. J., & Abril Gavilanes, B. E. A. G. (2023). Hormigón Preparado Mediante Materiales Reciclados de la Construcción. *Ingenio*, 6(2), 22–28. <https://doi.org/10.29166/ingenio.v6i2.4549>
- Cornejo, J., & Hurtado, M. (2022a). *Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera*



Maras - Moray, Cusco 2021.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11371>

Cornejo, J., & Hurtado, M. (2022b). *Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021.* 23–56.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11371>

Cruz, N., & Ramírez, D. (2022). *Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concreto.*

Cuesta, Á. (2014). *Evaluación del comportamiento mecánico de un suelo fino al adicionarle 3% de cal y diferentes porcentajes de concreto reciclado.*

ECOASFALT. (2021). *Estabilizado de suelos y reciclado de firmes con cemento y cal.*

Escalante, J., & Tito, N. (2021). *Reciclado de Concreto Hidraulico para el mejoramiento del CBR en subrasantes de Suelo Arcillosos en Carreteras.* 1–128.

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4692/T030_47465

233_T ESCALANTE JIHUALLANCA JONATHAN STAYLER.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Escoque, H. (2021). *Influencia del concreto reciclado como agregado fino en las características mecánicas del concreto en la ciudad de Juliaca – 2021.*

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R

S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fernandez, Y. (2024). *Uso de concreto reciclado pulverizado y su influencia en la estabilizacion de suelos cohesivos.* 1–112.

Flores, P. (2019). *Evaluación De La Adición De Fibras Pet Provenientes Del Reciclaje De Botellas a La Subrasante Del Suelo, En El Área De Estacionamiento De La Clínica Usat, 2018- 2019.* 1–100.



<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2125>

Hallasi, 2018. (2018). Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional Del Altiplano. *Tesis*, 1–111.

Hernandez, E., & Rojas, J. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino*. 33–79. [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27150/1/TRABAJO DE GRADO %5B507406 - 507826%5D.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27150/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%205B507406%20-%20507826%5D.pdf)

Huancoillo, Y. (2017). *Mejoramiento De Suelo Arcilloso Con Ceniza Volante Y Cal Para Su Uso Como Pavimento a Nivel De Afirmado En La Carretera Desvío Huancané – Chupa – Puno*.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6963>

Jimbo, D. (2023). Desempeño mecánico de hormigón fabricado con residuos de demolición empleando la fracción fina. *Repositorio Unesum*, 4(1), 79. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>

Luque, A. (2019). *Influencia del comportamiento del tereftalato de polietileno en el comportamiento de los parámetros del diseño Marshall del concreto asfáltico – Juliaca, 2018*.

Martínez, P. (2020). *El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana*. 1–61.

Mendieta, R., & Salas, P. (2022). Ceniza de cascavilla de café como adición para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural. *Universidad*



Ricardo Palma, 1–168.

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5790/T030_70061825_T PAULA FERNANDA SALAS CORTEGANA-Mendieta Pisco%2C Rubi Esmeralda.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5790/T030_70061825_T_PAULA_FERNANDA_SALAS_CORTEGANA-Mendieta_Pisco%2C_Rubi_Esmeralda.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Miranda, W., & Miranda, J. (2024). Optimización del diseño de mezcla para la obtención de una adecuada resistencia del Concreto con agregados reciclados, mediante el método de curado acelerado, Puno – 2021. *Tesis*, 1–168. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_i_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mullisaca, A. (2021). *Conminución de concreto reciclado y reúso como agregado fino en elementos estructurales para determinar las propiedades mecánicas*. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ortega, A., & Capcha, G. (2023). *Evaluación de la mejora de la resistencia de un depósito de suelo areno limoso con inclusión del PET reciclado para fines de pavimentación en el distrito de Villa El Salvador*.

Osorio, F. J., & Cueto, J. M. (2023). *Propuesta de diseño e implementación de mezcla de concreto y agregados reciclados para la mejora de la capacidad portante de suelos arenosos en el distrito de Puente Piedra en Zapalla, Lima*.

Ospina, M. Á., Chaves Pabón, S. B., & Jiménez Sicachá, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(1), 185–196. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>

Palli, E. E. (2015). Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. In *Universidad*



Nacional del Altiplano.

http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2444/Palli_Apaza_Edwin_Ever.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Perea, D. (2021). Uso del Concreto y Vidrio Reciclado en la Capacidad de Carga de Suelos Arcillosos: Una Revisión Literaria. *Sociedad Colombiana de La Ciencia Del Suelo*, 51(51), 119–132. [https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p119-132](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p119-132)

Quispe, E. (2022). *Formulación de pavimento rígido utilizando Concreto reciclado del distrito de Andrés Avelino Cáceres, Región Ayacucho*. 158.

Quispe, Fernando. (2022). *Evaluación de fenómeno de erosión de material granular de pavimentos rígidos estabilizadas con cal, mediante ensayos de erosión por pulverizado de agua a presión*.

Quispe, Freddy. (2014). *Estabilización de suelos no aptos con desechos de policloruro de vinilo para su uso en la conformación de la capa base y sub base de pavimentos*. 156–165.

Ramos, B., & Rosso, D. (2023). *Mejoramiento de suelos arenosos para cimentaciones superficiales empleando residuos de construcción y demoliciones (RCD) en el distrito de Ancón, Lima*.

Ramos, H. (2023). Relación entre la reutilización de material compactado y los parámetros de compactación del suelo proveniente de la cantera Challavilqui del distrito de Platería, 2021. *Tesis*, 1–168. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_i_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rosero, D. M. (2019). Propuesta de guía de uso de los agregados reciclados en Colombia provenientes de rcd, basado en normativa internacional y en el desarrollo de investigaciones de universidades colombianas. *Universidad*



Nacional de Colombia, 191.

Rozo, N. (2017). *Estado del arte del aprovechamiento del concreto reciclado.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25429/u671174.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sagástegui, J. (2020). *Efectos de la adición de concreto reciclado en la capacidad de*

soporte de los suelos arcillosos de subrasante en el distrito de Carabayllo, Calle 19 Tramo; Km 0+000 - 0+ 720.

Salas, R. (2024). *Incidencia del empleo de grafito en polvo y aditivo incorporador de*

aire sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional en la ciudad de Juliaca.

Soberon, B. (2022). *Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido*

para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. Ciudad del Chofer, Chiclayo 2019. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 1–135.

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5368/8/TL_SoberonMonjaBrayan.pdf

Torres, M. (2021). *Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la*

subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Torres, M. (2022). *Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la*

subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villacrés, V. (2023). *Análisis del módulo de elasticidad estático en base a la*



resistencia a la compresión del hormigón fabricado con agregado grueso de materiales reciclados obtenidos de las escombreras y su comparación con hormigones preparados en condiciones normales.

Villanueva, C. (2023). *Evaluación de la ceniza de carbón como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentar.*



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				METODOLOGÍA
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V.I.				Método -Cuantitativo Diseño - Experimental Tipo -Aplicativo Nivel -Explicativo Población - Calicatas o unidades Muestra - Calicatas unidades de muestro controlado con CRF Técnicas -Observación -Análisis documental -Equipo de laboratorio de análisis de suelo Instrumentos -Guías de observación -Guías de análisis documental - Procedimiento de ensayos de laboratorio de materiales (Proctor, Atterberg, etc)
¿Cuál es la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024?	Determinar la influencia de la adición de concreto reciclado fino en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024	La adición de concreto reciclado fino influye directa y significativamente en la máxima densidad seca de los suelos cohesivos, Juliaca 2024	Concreto Reciclado Fino	Proporción de adición Tamaño de partículas Composición del CRF	Porcentaje de CRF en la mezcla Tamaño máximo de partículas (<= 4.75mm) Composición química	% mm %	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V.D.				
¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino y de los suelos cohesivos antes de la mezcla? ¿Cuáles es son las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos? ¿Cuáles el comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos?	Reconocer las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino y de los suelos cohesivos antes de la mezcla Evaluar las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos Analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos	Las características físicas y mecánicas del concreto reciclado fino influyen directa y significativamente en el resultado final en los suelos cohesivos antes de la mezcla Las proporciones adecuadas de concreto reciclado fino influye directa y significativamente para obtener la máxima densidad seca de los suelos cohesivos El comportamiento de las propiedades mecánicas de la mezcla influye directa y significativamente para obtener la máxima densidad seca de los suelos	Máxima Densidad Seca (MDS)	Densidad Contenido de humedad	Máxima Densidad Seca (MDS) Humedad para MDS	gr/cm3 %	



FORMATO DE TRABAJO N° 01

ANÁLISIS GRANULOMETRICO NORMA ()

Responsable de práctica:

Cantera/Calicata/Estrato/Muestra:

Peso total seco: Fracción fina para lavado:

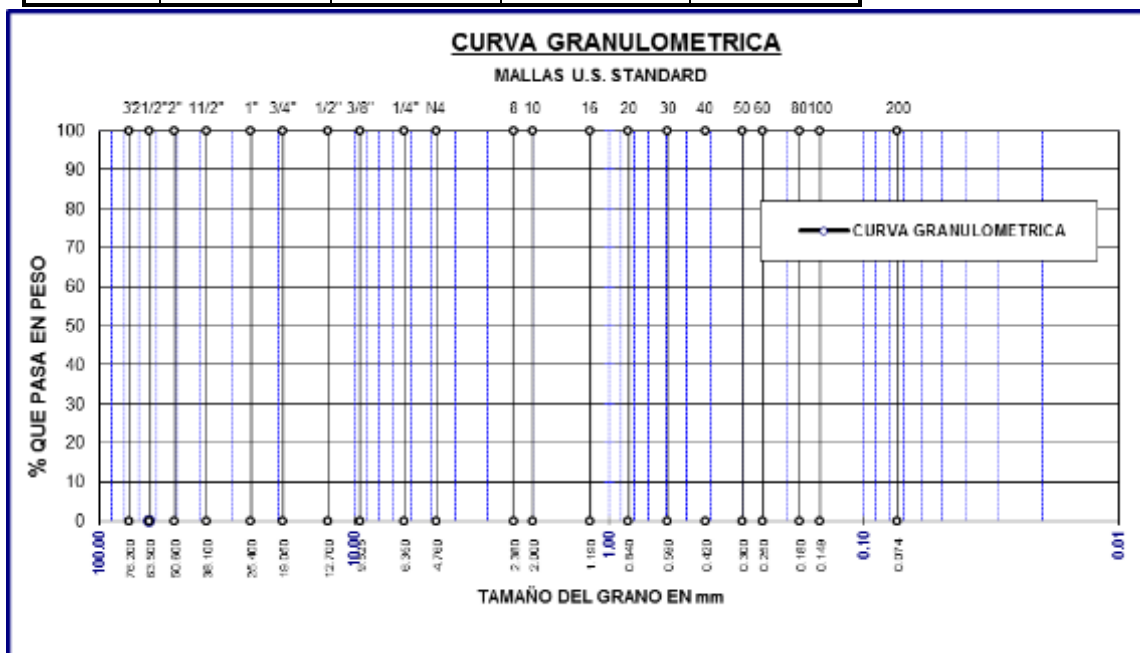
Tamiz Nro.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
#4				
Pasa #4				
#10				
#40				
#100				
#200				
Fondo				

D10:
D30:
D60:

CU:
CC:

*V*B* Docente de Practicas*

Fecha:

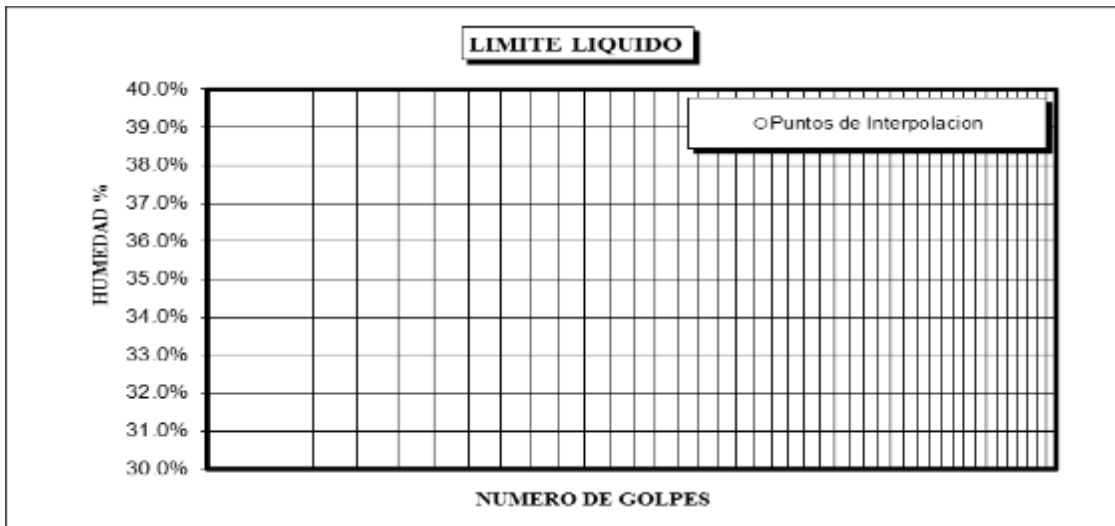


LIMITES DE CONSISTENCIA DE SUELOS NORMA ()



Cantera/Calicata/Estrato/Muestra.....

	Limite Liquido				Limite Plástico	
Ensayo N°						
# de Tara						
# de Golpes						
Peso de Tara						
P. de Tara + M. húmeda						
P. Tara + Muestra seca						
Peso de Agua						
Peso de Muestra Seca						
Contenido de humedad						
RESULTADO						



Limite Liquido :
Limite Plástico :
Índice de Plasticidad :



FORMATO DE TRABAJO N° 03

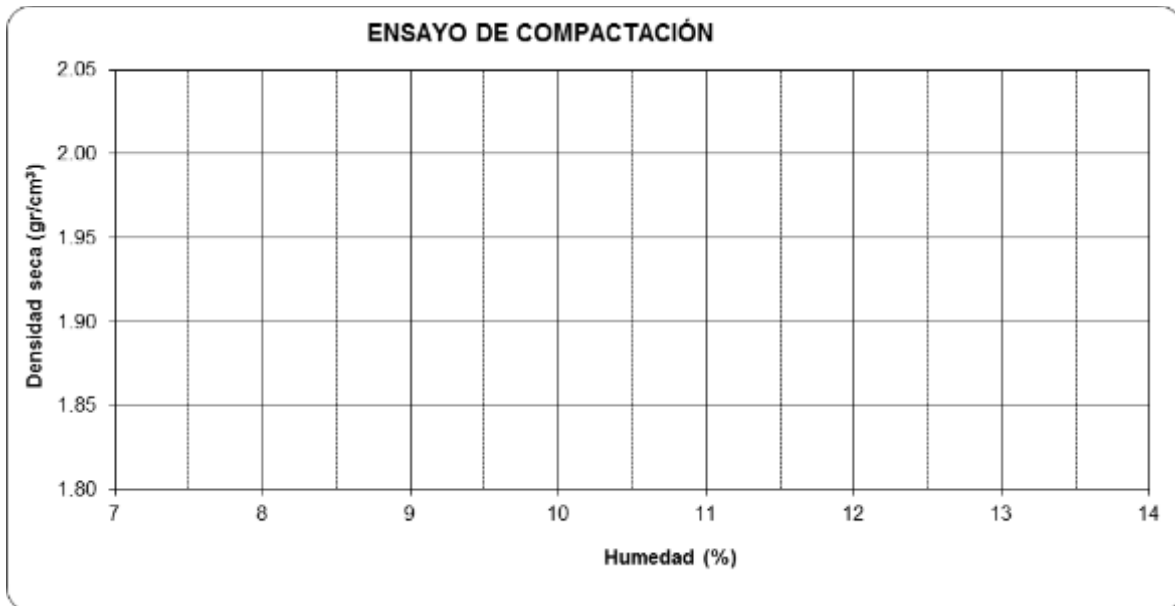
COMPACTACIÓN DE SUELOS

NORMA ()

Responsable de práctica:

Cantera/Calicata/Estrato/Muestra:

CONTROL DE DENSIDAD					
Ensayo N°					
Peso de Molde (gr)					
Volumen del Molde (cm ³)					
Peso del Material + Molde					
Peso del Material					
Peso Volumétrico Húmedo					
CONTROL DE LA HUMEDAD					
Número de Tara					
Peso de Tara					
Peso de Tara + Suelo Húm.					
Peso de Tara + Suelos Seco					
Contenido de Humedad					
Peso Volumétrico Seco					



Densidad Seca Máxima :

Contenido de Humedad Óptimo :

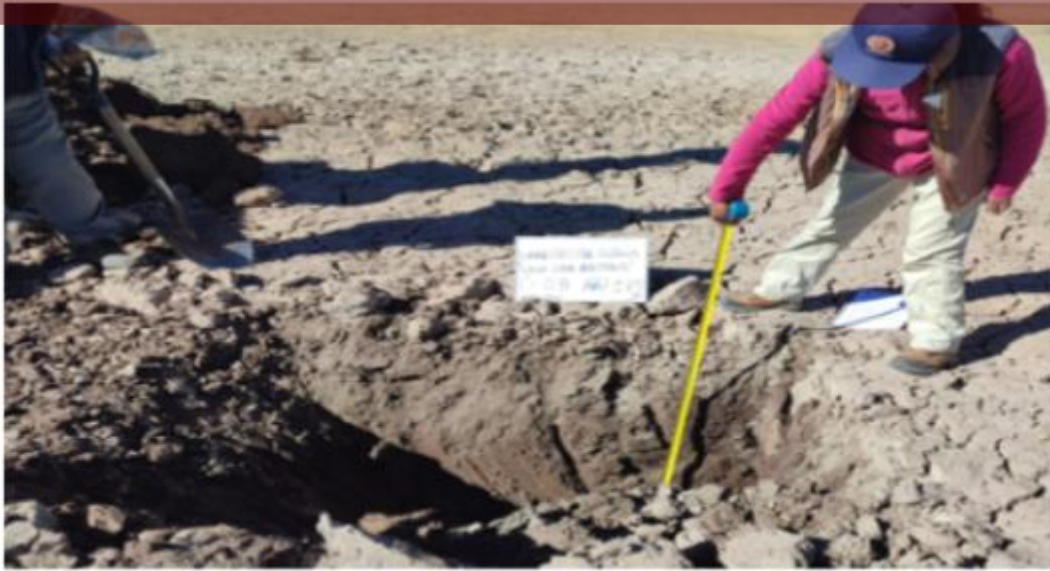
Anexo 3. Panel fotográfico.



Fotografía N°01: realización del ensayo de límite líquido, de acuerdo a la normativa ASTM D 4318.



Fotografía N°02: Realización del ensayo de Compactación Proctor Modificado de acuerdo a la normativa ASTM D 1557.



Fotografía N°03: realización de la medición del nivel freático y muestreo de los estratos de las respectivas calicatas.



Fotografía N°04: Realización del Ensayo de Granulometría, de acuerdo a la normativa ASTM D 422.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

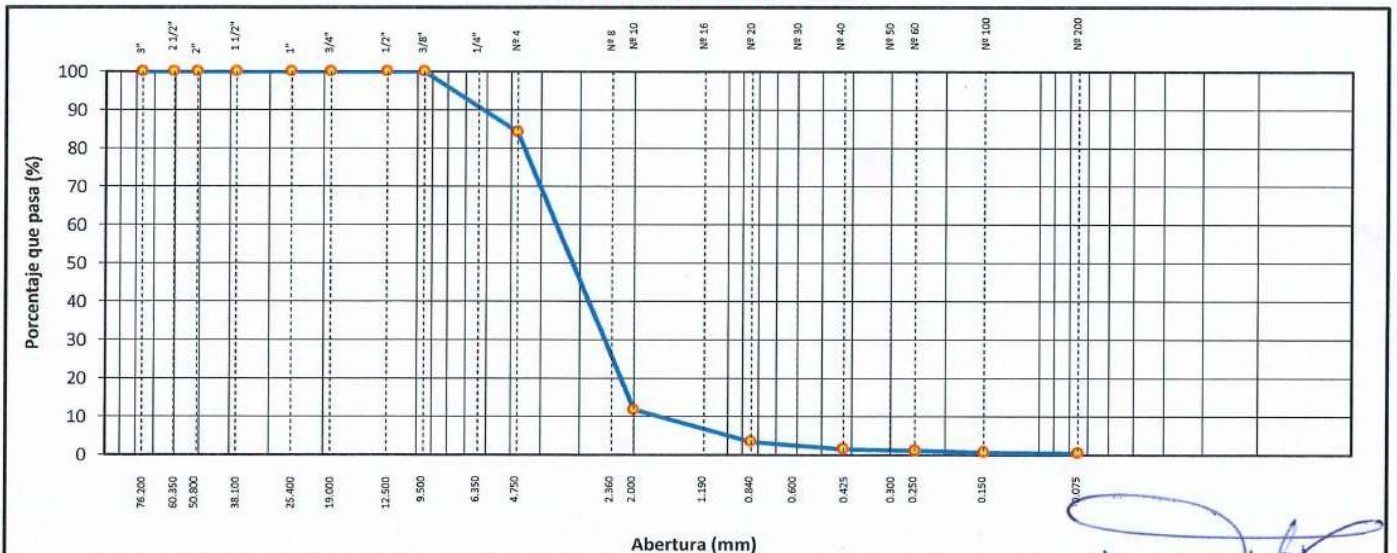
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: PLANTA CHANCADORA DE CONCRETO RECICLADO		
CALICATA	:	ALT. ESTRATO	:
MUESTRA	: CONCRETO RECICLADO FINO	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	:	NIVEL FREATICO	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 449.53 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 8.14 TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): NP Límite Plástico (LP): NP Índice Plástico (IP): NP Clasificación (SUCS): SP Clasificación (AASHTO): A-1-a (0) Índice de Consistencia : NP
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	70.94	15.78	15.78	84.22		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	325.81	72.48	88.26	11.74		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	37.45	8.33	96.59	3.41		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	8.71	1.94	98.53	1.47		
N° 50	0.300	1.98	0.44	98.97	1.03		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	1.93	0.43	99.40	0.60		
N° 200	0.075	1.09	0.24	99.64	0.36		
< N° 200	FONDO	1.62	0.36	100.00			
DESCRIPCION DEL SUELO							
Descripción (AASHTO):							BUENO
Descripción (SUCS):							Arena pobremente gradada con grava
Materia Orgánica :							
Turba :							--
CU :							2.132
CC :							1.042
CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS							
Grava > 2" :							0.00
Grava 2" - N° 4 :							15.78
Arena N°4 - N° 200 :							83.86
Finos < N° 200 :							0.36
%>3" :							0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



[Handwritten signature]

OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas de la trituración del concreto reciclado.



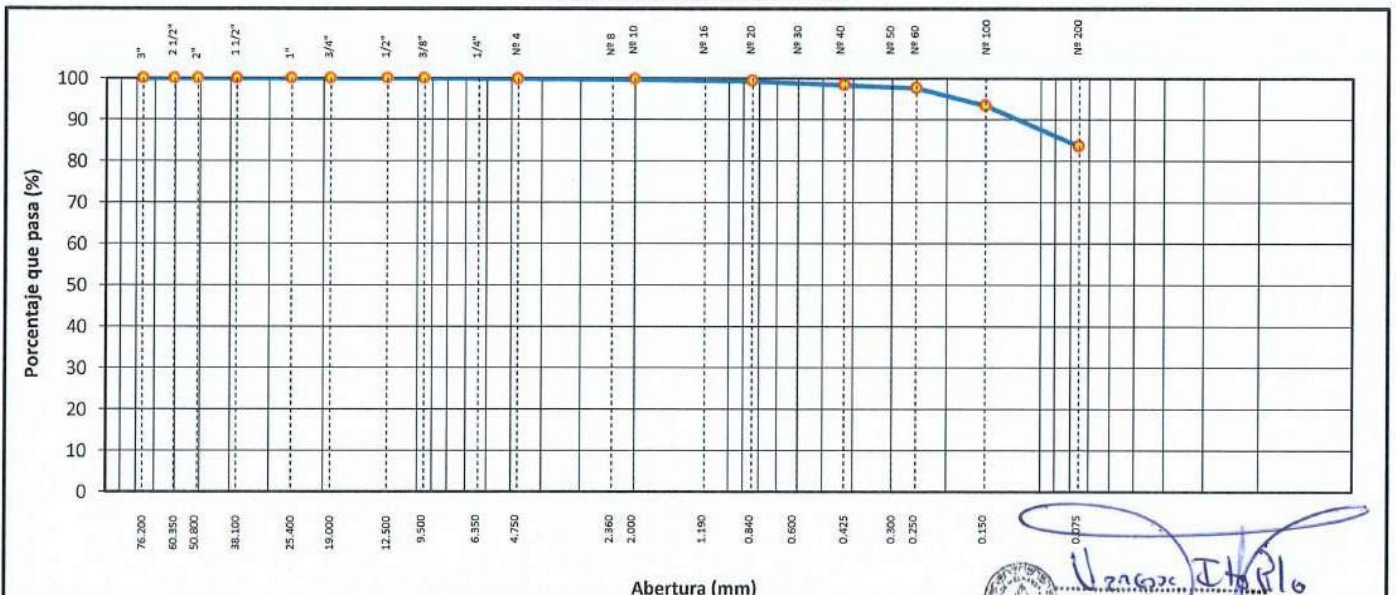
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TÍTULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO	: 0.25 - 0.90 m
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 299.88 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 6.76 TAMAÑO MÁXIMO: 1/4 in. Límite Líquido (LL): 30.14 Límite Plástico (LP): 17.24 Índice Plástico (IP): 12.90 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-6 (9) Índice de Consistencia: 1.81 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena Materia Orgánica: Turba: -- CU: 0.000 cc: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2": 0.00 Grava 2" - N° 4: 0.08 Arena N° 4 - N° 200: 16.33 Finos < N° 200: 83.58 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	0.25	0.08	0.08	99.92		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	0.53	0.18	0.26	99.74		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	1.16	0.39	0.65	99.35		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	2.99	1.00	1.64	98.36		
N° 50	0.300	2.16	0.72	2.36	97.64		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	12.78	4.26	6.63	93.37		
N° 200	0.075	29.36	9.79	16.42	83.58		
< N° 200	FONDO	250.65	83.58	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: - Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria

(Handwritten signature and stamp)



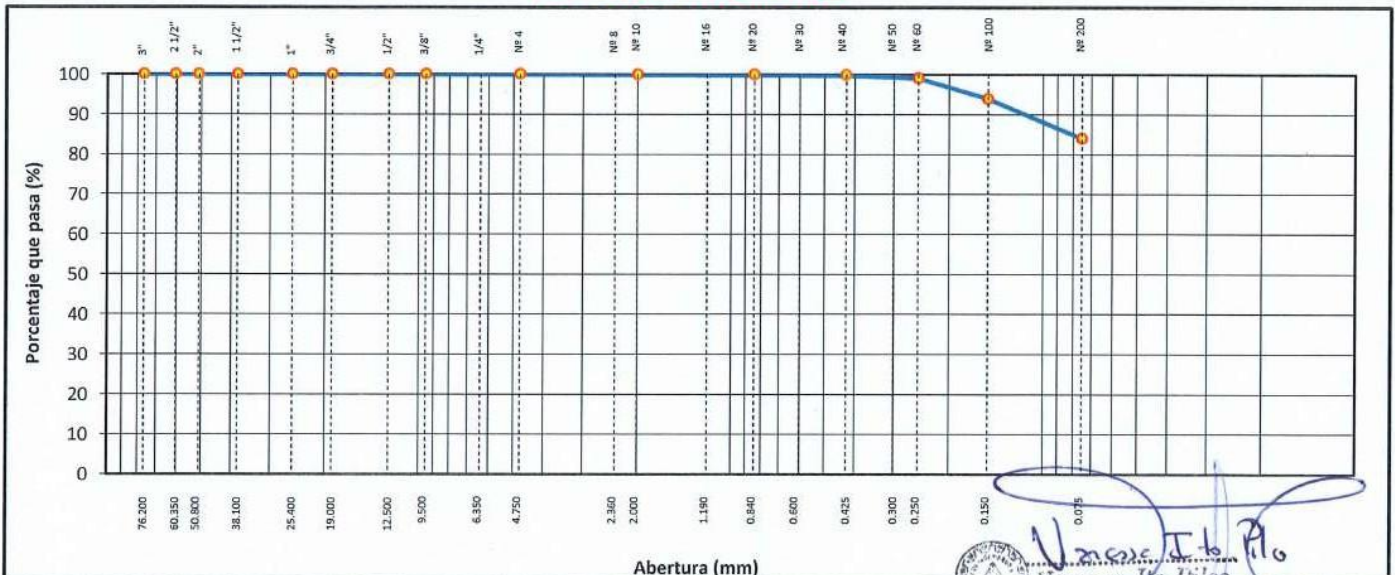
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESTISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
FECHA	:		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO :	: 0.90 - 1.80 mt.
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO :	Nº 8
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 345.54 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 10.77 TAMAÑO MÁXIMO : Nº 8 Límite Líquido (LL): 44.21 Límite Plástico (LP): 20.36 Índice Plástico (IP): 23.84 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (14) Índice de Consistencia : 1.40 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 0.00 Arena Nº4 - Nº 200 : 16.01 Finos < Nº 200 : 83.99 >3" : 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350						
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360				100.00		
Nº 10	2.000	0.17	0.05	0.05	99.95		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	0.15	0.04	0.09	99.91		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	0.41	0.12	0.21	99.79		
Nº 50	0.300	2.63	0.76	0.97	99.03		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	17.70	5.12	6.09	93.91		
Nº 200	0.075	34.26	9.91	16.01	83.99		
< Nº 200	FONDO	290.22	83.99	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Mary Luz Apaza Apaza
 Ing. Civil
 UANCV



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

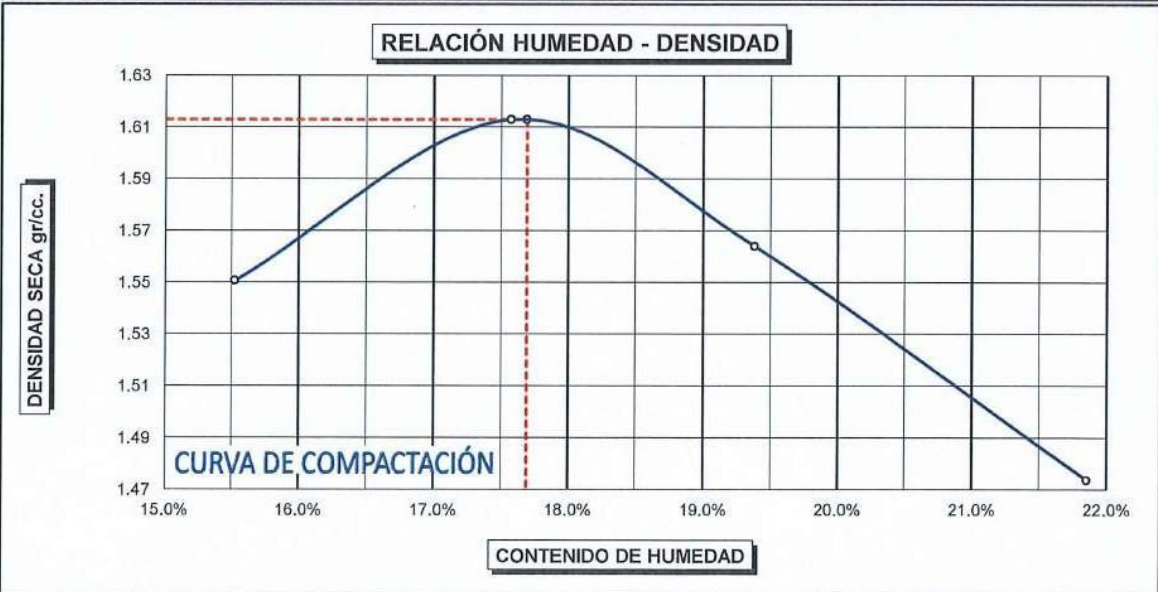
PROCEDENCIA SUELO NATURAL
CALICATA : C - 01
PROFUNDIDAD : 1.80 m **ALT. ESTRATO** : : 0.90 - 1.80 mt.

MOLDE No : 2 **VOLUMEN DEL MOLDE** : 923.33 cc
No DE CAPAS : 5 **GOLPES POR CAPA** : 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5314	5411	5384	5318
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1654	1751	1724	1658
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.791	1.896	1.867	1.796

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	262.00	315.00	274.00	284.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	230.42	272.85	233.74	237.37
Peso del Agua	gr.	31.58	42.15	40.26	46.63
Peso de la Capsula	gr.	27.00	33.00	26.00	24.00
Peso del Suelo Seco	gr.	203.42	239.85	207.74	213.37
% de Humedad	%	15.52%	17.57%	19.38%	21.85%
Promedio de Humedad	%	15.52%	17.57%	19.38%	21.85%
Densidad del Suelo Seco	%	1.551	1.613	1.564	1.474

METODO: ASTM D-1557-91 **MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.613 gr/cc
MODIFICADO "A" **HUMEDAD OPTIMA** : 17.69 %



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA	MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN	PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA	24 DE JULIO DEL 2024
FINES	: CLASIFICACION
CALICATA	: C - 01
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD	: 1.80 m
NIVEL FREÁTICO	:

COTA	PROF. (m)	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
	0.00					
	0.20				MATERIAL ORGANICO	
	1.00	M - 01	CL	A-6 (9)	MATERIAL ARCILLOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	
	1.80	M - 02	CL	A-7-6 (14)	MATERIAL ARCILLOSO LIMOSO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	

OBSERVACIÓN: las muestras fueron extraidas de las calicatas a cielo abierto.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

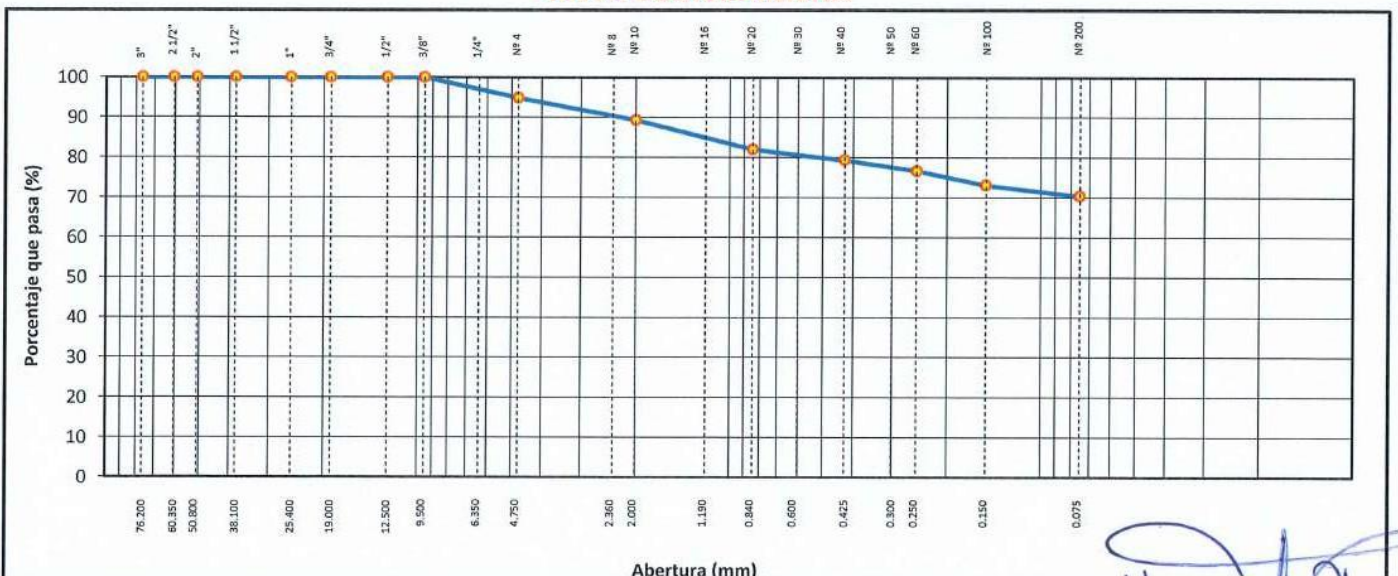
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESTISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 5% DE CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO :	: 0.90 - 1.80 m
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 311.57 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%) :
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in.
1 1/2 in.	38.100						Límite Líquido (LL): 43.50
1 in.	25.400						Límite Plástico (LP): 23.12
3/4 in.	19.000						Índice Plástico (IP): 20.38
1/2 in.	12.500						Clasificación (SUCS) : CL
3/8 in.	9.500						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (12)
1/4 in.	6.350						Índice de Consistencia : 1.70
N° 4	4.750	16.00	5.14	5.14	100.00		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 8	2.360	2.360	5.14	10.71	94.86		Descripción (AASHTO): MALO
N° 10	2.000	17.38	5.58	10.71	89.29		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	22.73	7.30	18.01	81.99		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 cc: 0.000
N° 40	0.425	8.35	2.68	20.69	79.31		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 50	0.300	8.25	2.65	23.34	76.66		Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250						Grava 2" - N° 4 : 5.14
N° 100	0.150	11.31	3.63	26.97	73.03		Arena N°4 - N° 200 : 24.52
N° 200	0.075	8.37	2.69	29.65	70.35		Finos < N° 200 : 70.35
< N° 200	FONDO	219.18	70.35	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: - Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperurada con maquinaria.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA	: 02 DE AGOSTO DEL 2024

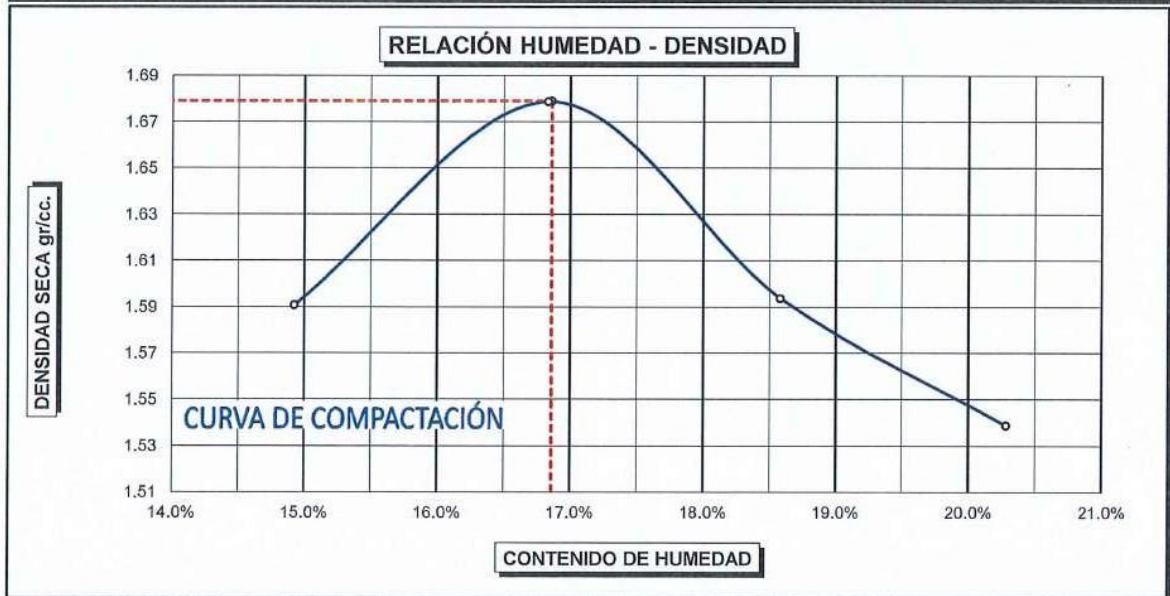
PROCEDENCIA	SUELO NATURAL + 5% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01		
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	ALT. ESTRATO	: 0.90 - 1.80 mt.

MOLDE No	: 2	VOLUMEN DEL MOLDE	: 923.33 cc
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5348	5471	5405	5369
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1688	1811	1745	1709
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.828	1.961	1.890	1.851

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	325.82	273.80	293.83	317.28
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	288.31	238.38	252.64	269.85
Peso del Agua	gr.	37.51	35.42	41.19	47.43
Peso de la Capsula	gr.	37.00	28.00	31.00	36.00
Peso del Suelo Seco	gr.	251.31	210.38	221.64	233.85
% de Humedad	%	14.93%	16.84%	18.58%	20.28%
Promedio de Humedad	%	14.93%	16.84%	18.58%	20.28%
Densidad del Suelo Seco	%	1.591	1.679	1.594	1.539

METODO:	ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.679 gr/cc
		HUMEDAD OPTIMA	: 16.86 %



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

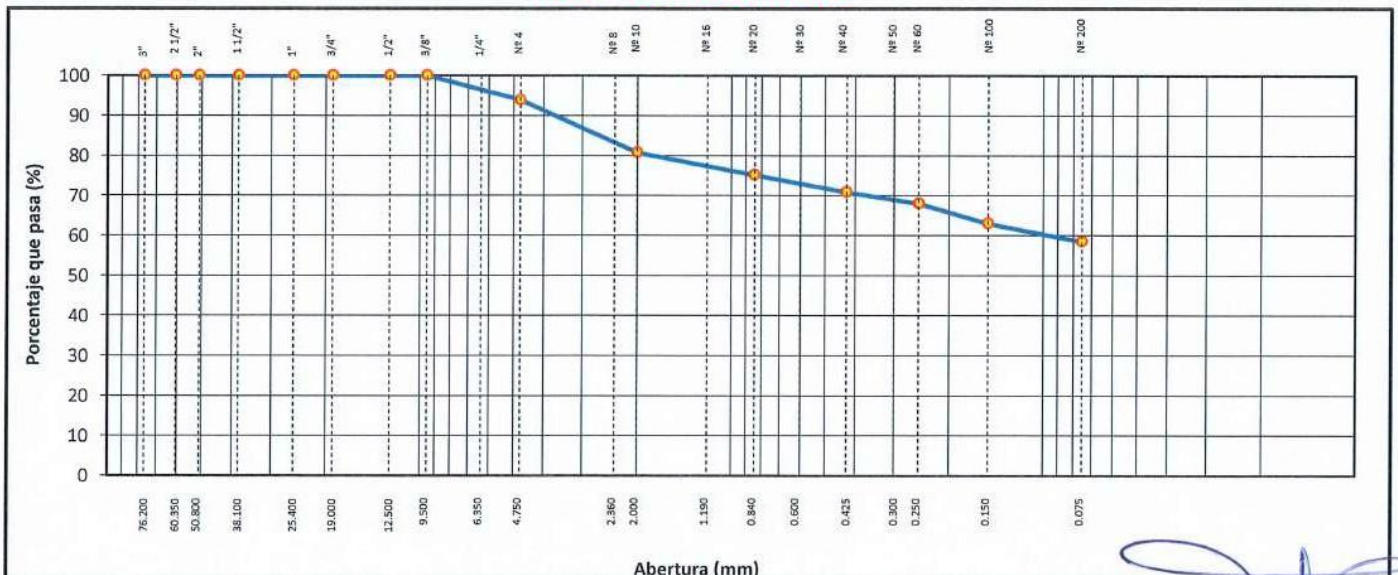
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO :	: 0.90 - 1.80 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 244.24 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 42.01 Límite Plástico (LP): 22.26 Índice Plástico (IP): 19.75 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-7-6 (9) Índice de Consistencia: 1.61
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	14.94	6.12	6.12	93.88		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	32.15	13.16	19.28	80.72		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	13.60	5.57	24.85	75.15		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	10.56	4.32	29.17	70.83		
N° 50	0.300	6.91	2.83	32.00	68.00		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	12.24	5.01	37.01	62.99		
N° 200	0.075	11.06	4.53	41.54	58.46		
< N° 200	FONDO	142.78	58.46	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



[Firma manuscrita]



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

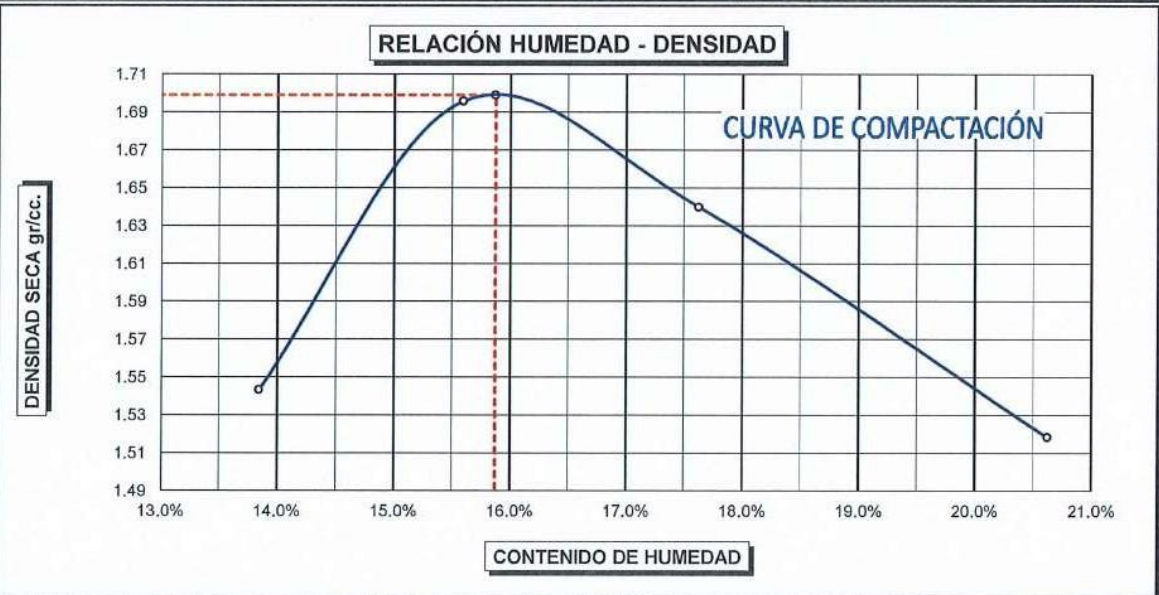
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO
CALICATA : C - 01
PROFUNDIDAD : 1.80 m **ALT. ESTRATO** : : 0.90 - 1.80 mt.

MOLDE No :	2	VOLUMEN DEL MOLDE :	923.33 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5282	5470	5441	5351
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1622	1810	1781	1691
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.757	1.960	1.929	1.831

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	296.58	347.49	317.51	284.36
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	265.50	305.87	275.48	242.92
Peso del Agua	gr.	31.08	41.62	42.03	41.44
Peso de la Capsula	gr.	41.00	39.00	37.00	42.00
Peso del Suelo Seco	gr.	224.50	266.87	238.48	200.92
% de Humedad	%	13.84%	15.60%	17.62%	20.63%
Promedio de Humedad	%	13.84%	15.60%	17.62%	20.63%
Densidad del Suelo Seco	%	1.543	1.696	1.640	1.518

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.699 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	15.87 %



[Firma manuscrita]
 INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

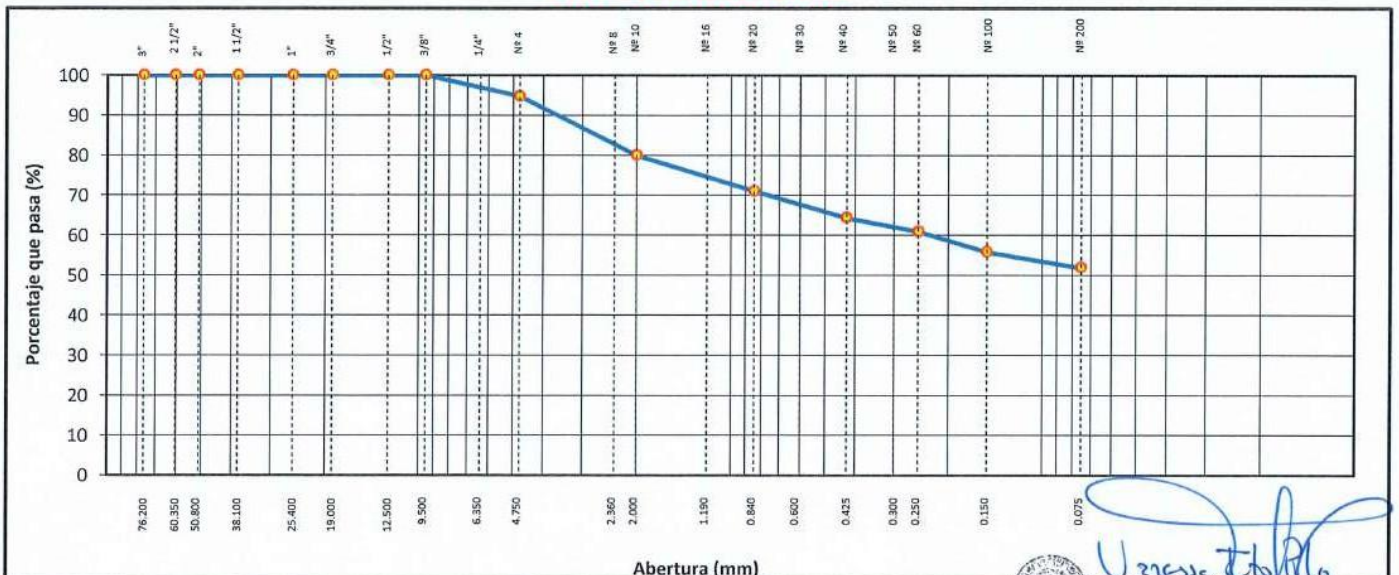
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO :	: 0.90 - 1.80 mt.
MUESTRA	: E- 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3292 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 268.37 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 41.03 Límite Plástico (LP): 21.68 Índice Plástico (IP): 19.35 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (7) Índice de Consistencia : 1.59 DESCRIPCION DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 5.21 Árena N°4 - N° 200 : 42.94 Finos < N° 200 : 51.85 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	13.98	5.21	5.21	94.79		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	39.77	14.82	20.03	79.97		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	23.96	8.93	28.96	71.04		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	18.11	6.75	35.70	64.30		
N° 50	0.300	9.08	3.38	39.09	60.91		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	13.71	5.11	44.20	55.80		
N° 200	0.075	10.61	3.95	48.15	51.85		
< N° 200	FONDO	139.15	51.85	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Mary Luz Apaza Apaza

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180, ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 01

PROFUNDIDAD : 1.80 m

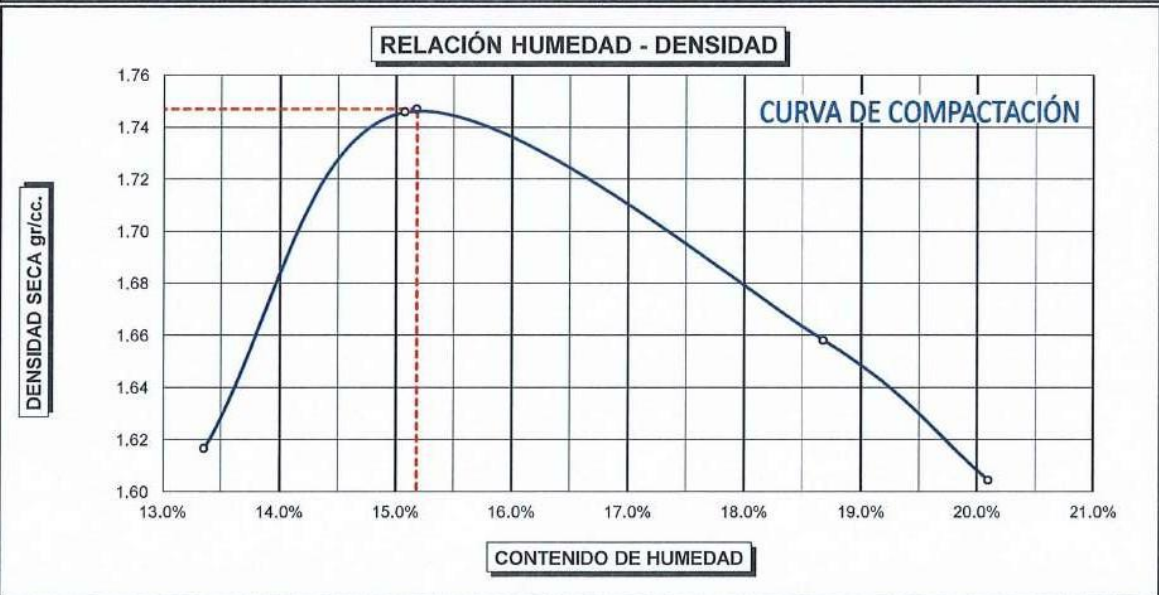
ALT. ESTRATO : : 0.90 - 1.80 mt.

MOLDE No :	2	VOLUMEN DEL MOLDE :	923.33 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5352	5515	5477	5439
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1692	1855	1817	1779
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.832	2.009	1.968	1.927

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	341.28	293.82	328.73	316.28
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	305.31	259.78	281.71	270.38
Peso del Agua	gr.	35.97	34.04	47.02	45.90
Peso de la Capsula	gr.	36.00	34.00	30.00	42.00
Peso del Suelo Seco	gr.	269.31	225.78	251.71	228.38
% de Humedad	%	13.36%	15.08%	18.68%	20.10%
Promedio de Humedad	%	13.36%	15.08%	18.68%	20.10%
Densidad del Suelo Seco	%	1.617	1.746	1.658	1.604

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.747 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	15.18 %



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

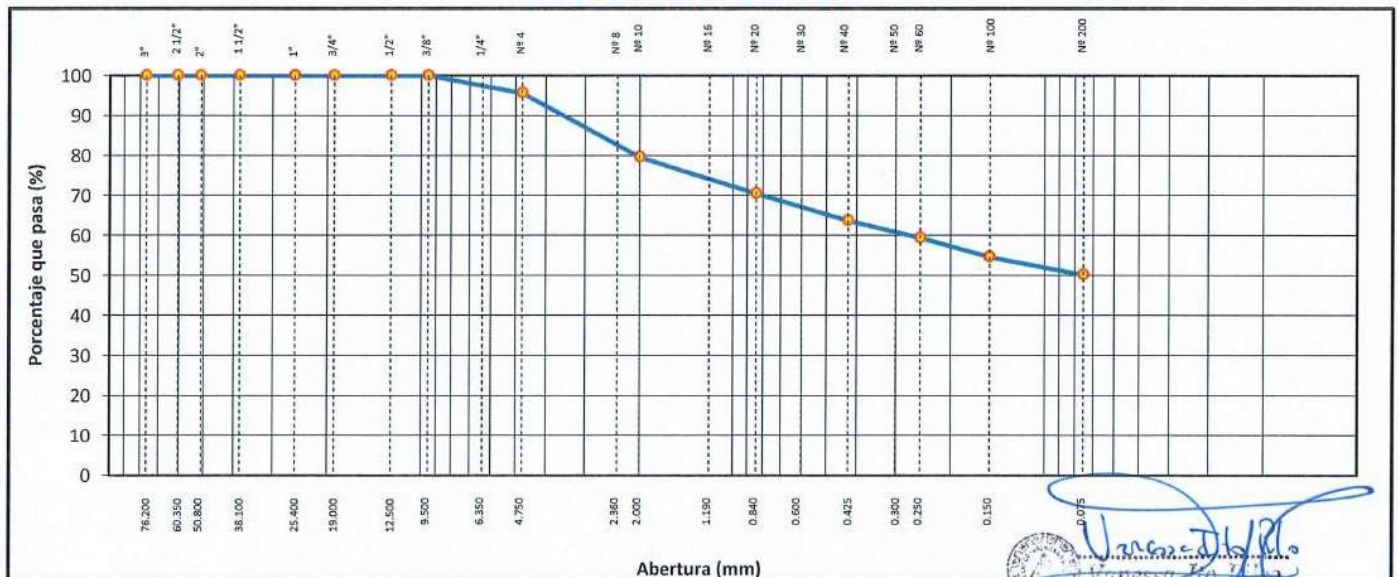
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO :	: 0.90 - 1.80 mt
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 297.84 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 39.28 Límite Plástico (LP): 22.48 Índice Plástico (IP): 16.80 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-6 (6) Índice de Consistencia: 1.73
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	13.00	4.36	4.36	95.64		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	47.76	16.04	20.40	79.60		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	27.23	9.14	29.54	70.46		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	20.13	6.76	36.30	63.70		
N° 50	0.300	12.83	4.31	40.61	59.39		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	14.32	4.81	45.42	54.58		
N° 200	0.075	13.25	4.45	49.87	50.13		
< N° 200	FONDO	149.32	50.13	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



[Firma manuscrita]

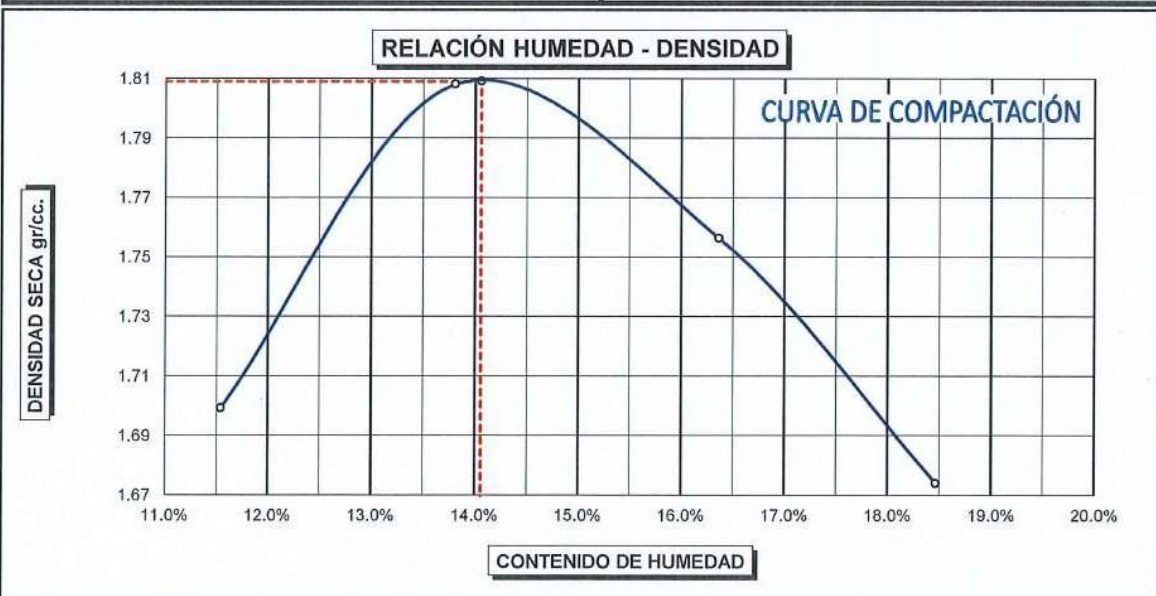
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.					
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.					
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA					
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.					
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024					
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO					
CALICATA : C - 01					
PROFUNDIDAD : 1.80 m ALT. ESTRATO : : 0.90 - 1.80 mt.					
MOLDE No :	2	VOLUMEN DEL MOLDE :	923.33 cc		
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5410	5560	5547	5491
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1750	1900	1887	1831
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.895	2.058	2.044	1.983
Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	295.34	284.89	326.31	306.73
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	269.74	255.42	285.48	264.37
Peso del Agua	gr.	25.60	29.47	40.83	42.36
Peso de la Capsula	gr.	48.00	42.00	36.00	35.00
Peso del Suelo Seco	gr.	221.74	213.42	249.48	229.37
% de Humedad	%	11.55%	13.81%	16.37%	18.47%
Promedio de Humedad	%	11.55%	13.81%	16.37%	18.47%
Densidad del Suelo Seco	%	1.699	1.808	1.756	1.674
METODO :	ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.809 gr/cc		
		HUMEDAD OPTIMA :	14.06 %		





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 01	ALT. ESTRATO	: 0.90 - 1.80 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.80 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PEBO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 275.69 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL) : 37.56 Límite Plástico (LP) : 22.93 Índice Plástico (IP) : 14.64 Clasificación (SUCS) : SC Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (1) Índice de Consistencia : 1.87 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): REGULAR Descripción (SUCS): Arena arcillosa Materia Orgánica: Turba: -- CU: 0.000 CC: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2": 0.00 Grava 2" - N° 4: 5.06 Arena N°4 - N° 200: 69.59 Finos < N° 200: 25.35 %>3": 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	13.95	5.06	5.06	94.94		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	78.42	28.44	33.51	66.49		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	50.84	18.44	51.95	48.05		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	21.34	7.74	59.69	40.31		
N° 50	0.300	11.85	4.30	63.98	36.02		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	15.78	5.72	69.71	30.29		
N° 200	0.075	13.63	4.94	74.65	25.35		
< N° 200	FONDO	69.88	25.35	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Firma manuscrita]
 MARY LUZ APAZA APAZA
 TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES
 JULIACA, PUNO - PERÚ
 2024

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180, ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 01

PROFUNDIDAD : 1.80 m

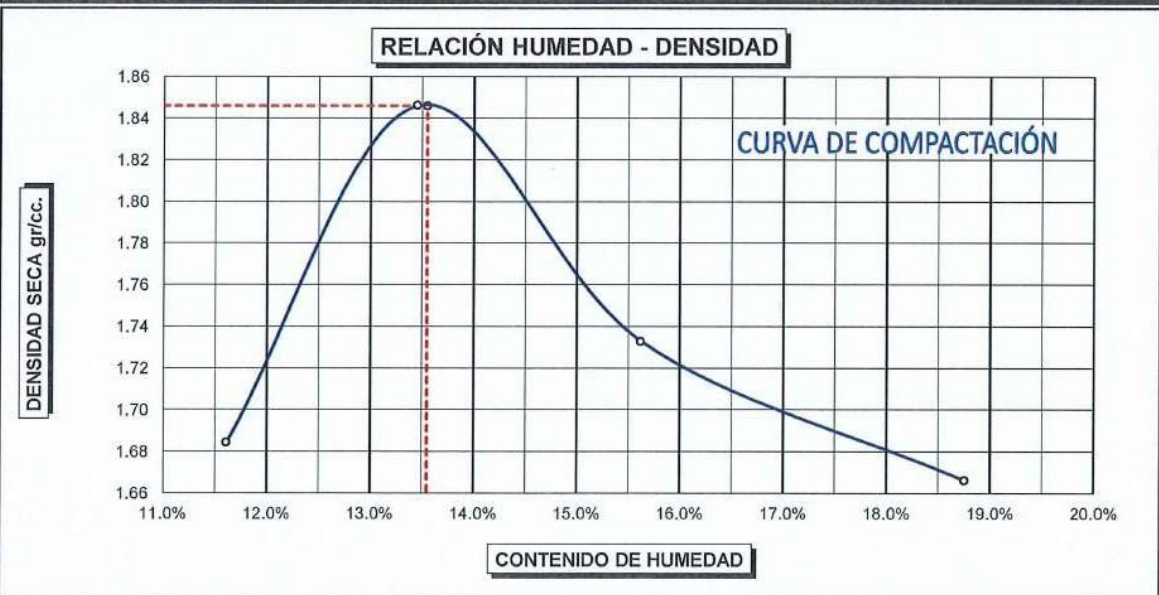
ALT. ESTRATO : : 0.90 - 1.80 mt.

MOLDE No :	2	VOLUMEN DEL MOLDE :	923.33 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5396	5594	5510	5487
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1736	1934	1850	1827
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.880	2.095	2.004	1.979

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	342.80	377.28	360.17	319.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	314.62	340.60	318.53	280.00
Peso del Agua	gr.	28.18	36.68	41.64	39.38
Peso de la Capsula	gr.	72.00	68.00	52.00	70.00
Peso del Suelo Seco	gr.	242.62	272.60	266.53	210.00
% de Humedad	%	11.61%	13.46%	15.62%	18.75%
Promedio de Humedad	%	11.61%	13.46%	15.62%	18.75%
Densidad del Suelo Seco	%	1.684	1.846	1.733	1.666

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.846 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	13.55 %





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

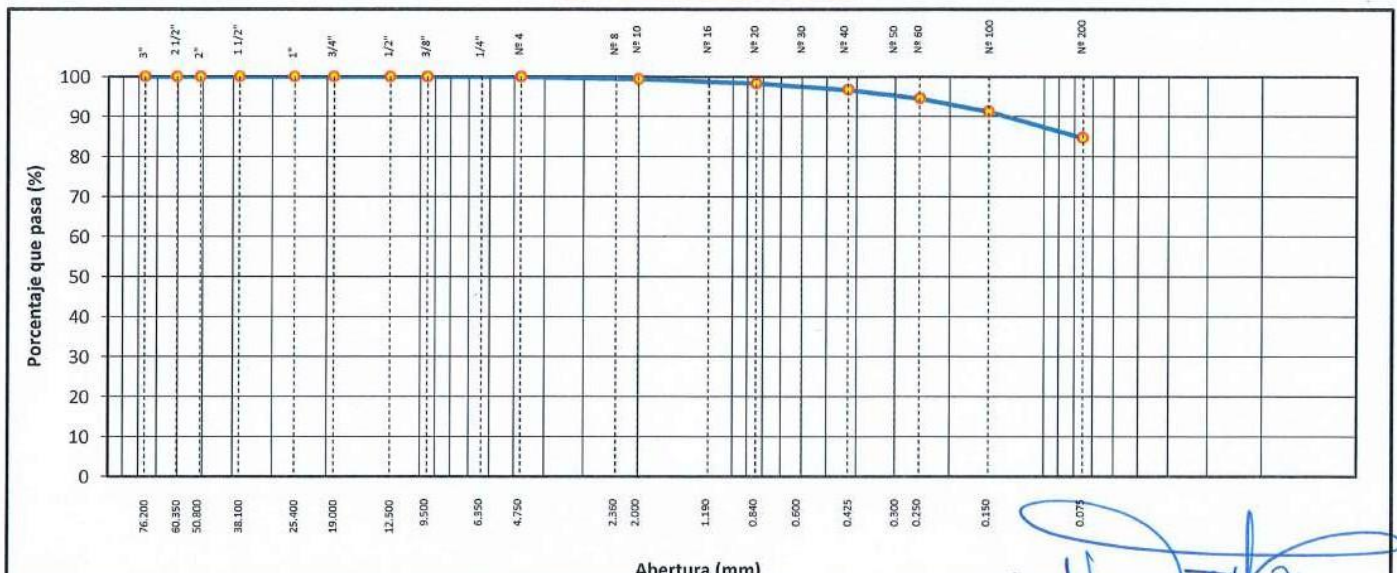
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.30 - 0.80 m
MUESTRA	: M - 01	TAMAÑO MÁXIMO :	Nº 8
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO AGUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3292 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 280.99 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%) : 8.90
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MAXIMO : Nº 8
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 40.55
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP): 22.24
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP): 18.31
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS) : CL
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-6 (11)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : 1.73
1/4 in.	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750						Descripción (AASHTO): MALO
Nº 8	2.360				100.00		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº 10	2.000	1.63	0.58	0.58	99.42		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	3.25	1.16	1.74	98.26		CU : 0.000 cc : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	4.37	1.56	3.29	96.71		Grava > 2" : 0.00
Nº 50	0.300	5.99	2.13	5.42	94.58		Grava 2" - Nº 4 : 0.00
Nº 60	0.250						Arena Nº4 - Nº 200 : 15.31
Nº 100	0.150	9.28	3.30	8.73	91.27		Finos < Nº 200 : 84.69
Nº 200	0.075	18.49	6.58	15.31	84.69		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	237.98	84.69	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

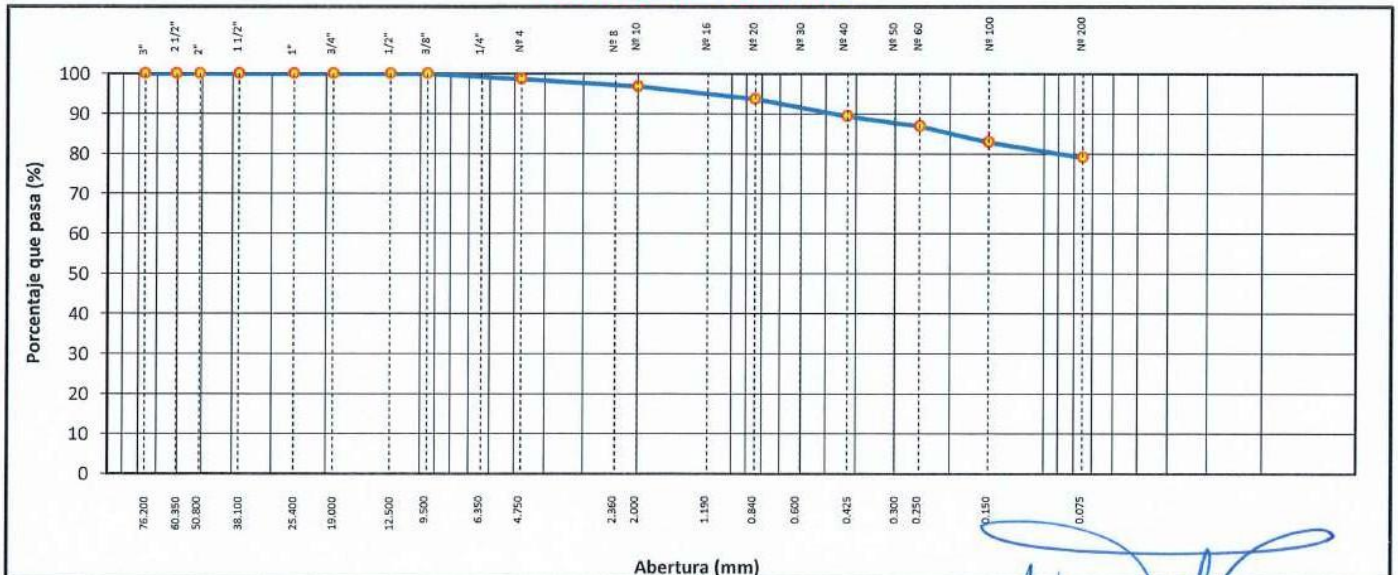
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
FECHA	:		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 313.40 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 10.19 TAMAÑO MAXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 41.85 Límite Plástico (LP): 20.38 Índice Plástico (IP): 21.47 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-7-6 (13) Índice de Consistencia : 1.47 DESCRIPCION DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 1.32 Arena Nº4 - Nº 200 : 19.57 Finos < Nº 200 : 79.10 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	4.15	1.32	1.32	98.68		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	5.88	1.88	3.20	96.80		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	9.83	3.14	6.34	93.66		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	13.38	4.27	10.61	89.39		
Nº 50	0.300	7.82	2.50	13.10	86.90		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	12.49	3.99	17.09	82.91		
Nº 200	0.075	11.94	3.81	20.90	79.10		
< Nº 200	FONDO	247.91	79.10	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



(Handwritten signature and stamp)

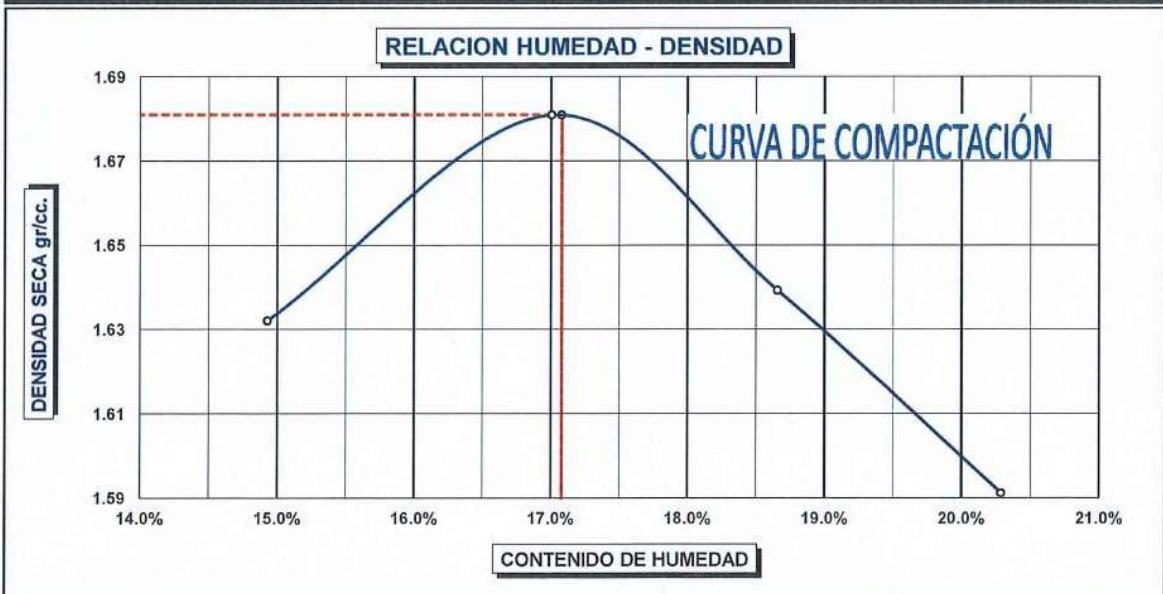
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.					
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.					
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA					
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.					
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024					
PROCEDENCIA SUELO NATURAL					
CALICATA : C - 02					
PROFUNDIDAD : 1.50 m ALT. ESTR : 0.80 - 1.50 mt.					
MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	966.5455 cc		
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5432	5520	5499	5469
Peso del Molde	gr.	3619	3619	3619	3619
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1813	1901	1880	1850
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.876	1.967	1.945	1.914
Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	280.00	267.00	270.00	304.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	255.45	238.95	243.27	261.83
Peso del Agua	gr.	24.55	28.05	26.73	42.17
Peso de la Capsula	gr.	91.00	74.00	100.00	54.00
Peso del Suelo Seco	gr.	164.45	164.95	143.27	207.83
% de Humedad	%	14.93%	17.01%	18.66%	20.29%
Promedio de Humedad	%	14.93%	17.01%	18.66%	20.29%
Densidad del Suelo Seco	%	1.632	1.681	1.639	1.591
METODO:	ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"		MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.681 gr/cc	
			HUMEDAD OPTIMA :	17.08 %	




LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

PROYECTO	:	TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO	:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA	:	MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN	:	PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA	:	24 DE JULIO DEL 2024
MUESTREO	:	ALTERADO
CALICATA	:	C - 02
PROCEDENCIA	:	SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD	:	1.50 m
NIVEL FREÁTICO	:	

COTA	PROF. (m)	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
	0.00				MATERIAL ORGANICO	
	0.30					
	0.80	M - 01	CL	A-6 (11)	MATERIAL ARCILLOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	
	1.50	M - 02	CL	A-7-6 (13)	MATERIAL ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA A BAJA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	
						

OBSERVACIÓN: las muestras fueron extraidas de las calicatas a cielo abierto.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

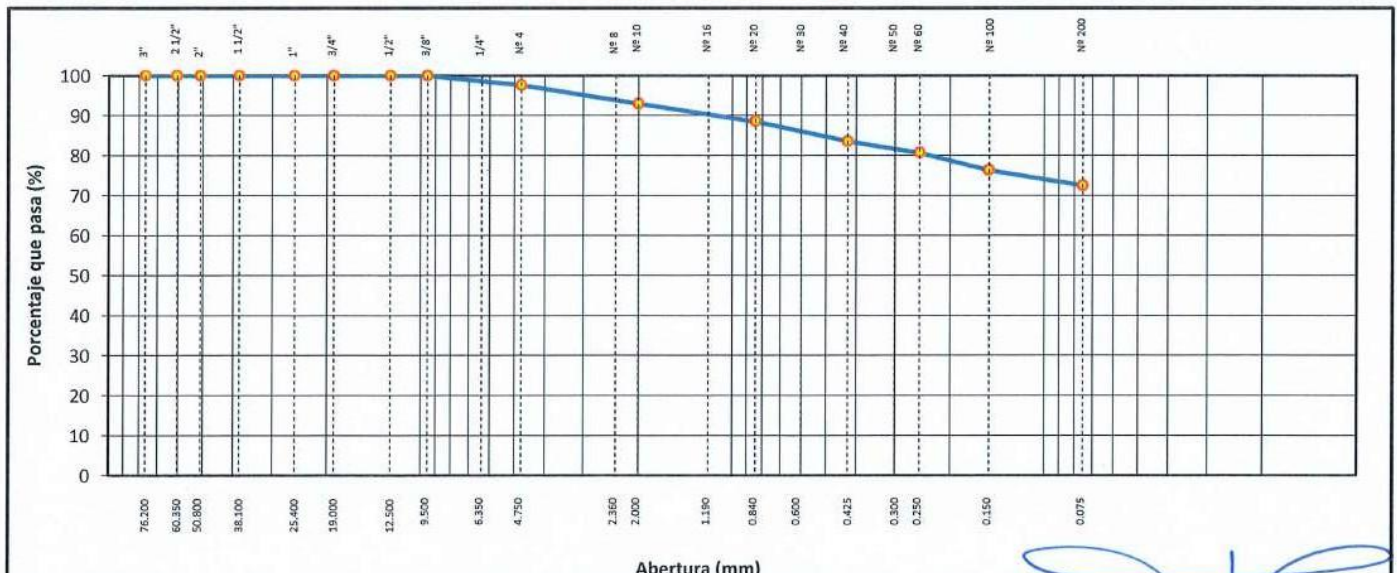
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 5% DE CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 m
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 249.94 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%) :
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in.
1 1/2 in.	38.100						Límite Líquido (LL): 38.67
1 in.	25.400						Límite Plástico (LP): 19.97
3/4 in.	19.000						Índice Plástico (IP): 18.70
1/2 in.	12.500						Clasificación (SUCS): CL
3/8 in.	9.500						Clasificación (AASHTO): A-6 (11)
1/4 in.	6.350				100.00		Índice de Consistencia : 1.59
N° 4	4.750	6.06	2.42	2.42	97.58		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 8	2.360						Descripción (AASHTO): MALO
N° 10	2.000	11.63	4.65	7.08	92.92		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	10.92	4.37	11.45	88.55		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	12.60	5.04	16.49	83.51		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 50	0.300	7.16	2.86	19.35	80.65		Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250						Grava 2" - N° 4 : 2.42
N° 100	0.150	10.95	4.38	23.73	76.27		Arena N°4 - N° 200 : 25.10
N° 200	0.075	9.48	3.79	27.53	72.47		Finos < N° 200 : 72.47
< N° 200	FONDO	181.14	72.47	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria.

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYOS EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 5%CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 02

PROFUNDIDAD : 1.50 m

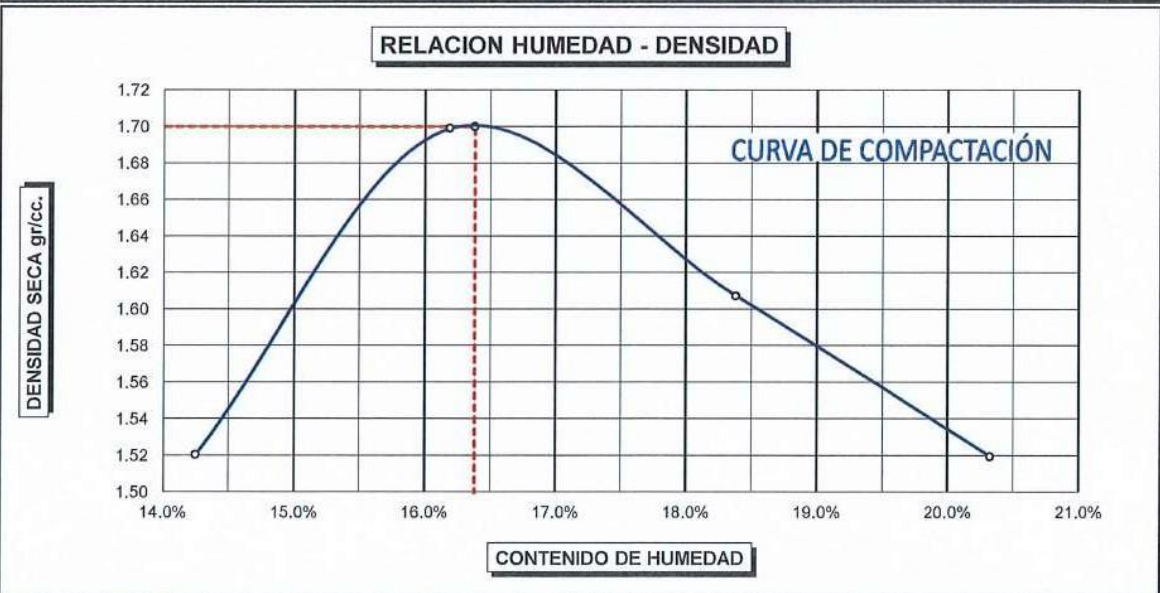
ALT. ESTR. : 0.80 - 1.50 mt.

MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	966.5455 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5328	5557	5488	5416
Peso del Molde	gr.	3649	3649	3649	3649
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1679	1908	1839	1767
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.737	1.974	1.903	1.828

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	283.00	274.00	315.00	325.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	259.05	244.74	277.11	279.05
Peso del Agua	gr.	23.95	29.26	37.89	45.95
Peso de la Capsula	gr.	91.00	64.00	71.00	53.00
Peso del Suelo Seco	gr.	168.05	180.74	206.11	226.05
% de Humedad	%	14.25%	16.19%	18.38%	20.33%
Promedio de Humedad	%	14.25%	16.19%	18.38%	20.33%
Densidad del Suelo Seco	%	1.520	1.699	1.607	1.519

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.700 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	16.38 %



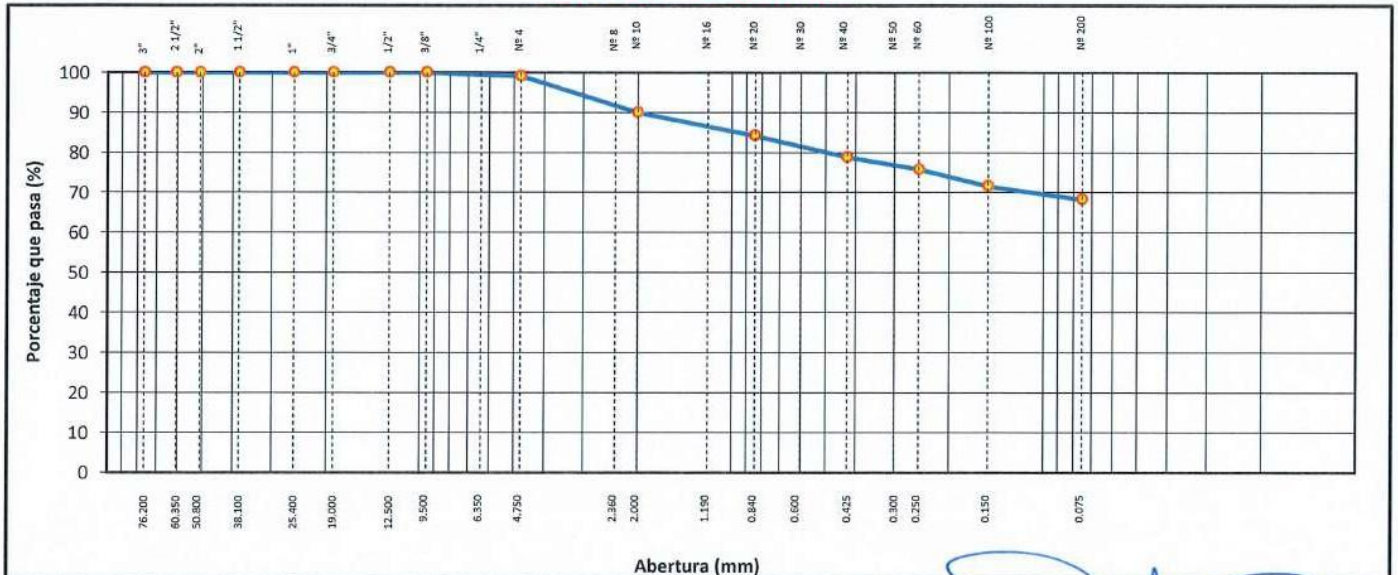
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 256.87 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 38.61 Límite Plástico (LP): 21.64 Índice Plástico (IP): 16.97 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-6 (10) Índice de Consistencia: 1.67
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	2.16	0.84	0.84	99.16		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	23.55	9.17	10.01	89.99		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	14.82	5.77	15.78	84.22		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	13.93	5.42	21.20	78.80		
N° 50	0.300	7.79	3.03	24.23	75.77		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	10.77	4.19	28.43	71.57		
N° 200	0.075	8.48	3.30	31.73	68.27		
< N° 200	FONDO	175.37	68.27	100.00			
							DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad Materia Orgánica: Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000
							CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 0.84 Arena N°4 - N° 200 : 30.89 Finos < N° 200 : 68.27 %>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

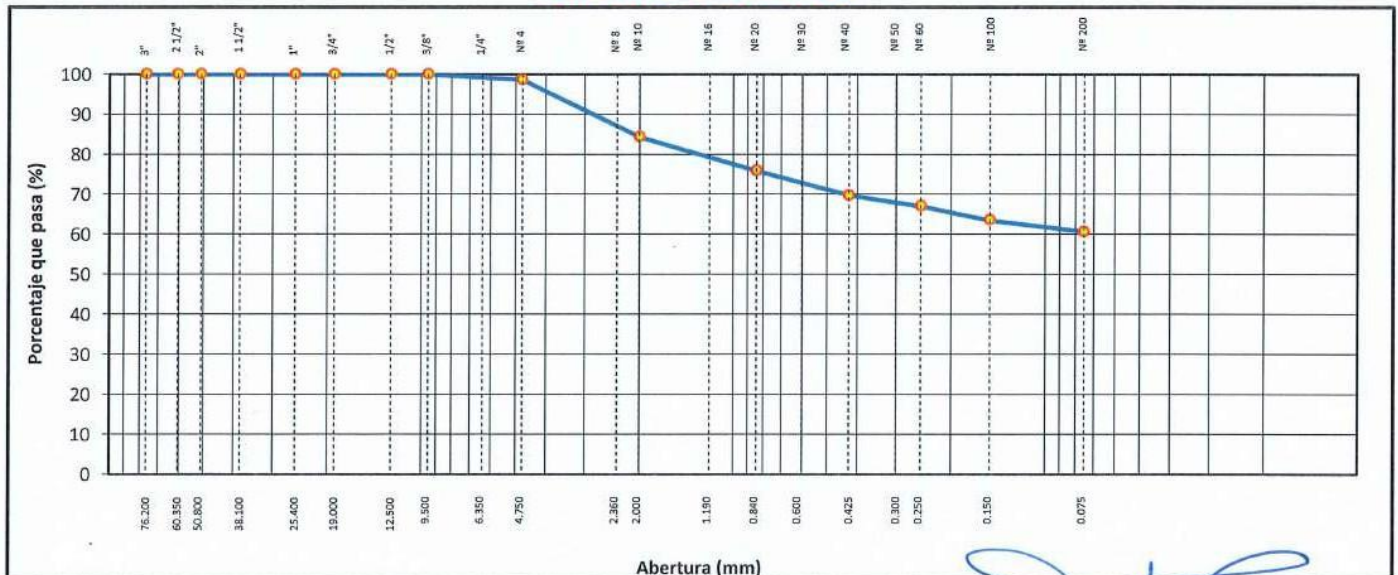
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E- 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 258.55 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%):
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in.
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL) : 38.15
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP) : 22.05
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP) : 16.10
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS) : CL
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-6 (8)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : 1.74
1/4 in.	6.350				100.00		DESCRIPCION DEL SUELO
N° 4	4.750	3.57	1.38	1.38	98.62		Descripción (AASHTO) : MALO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS) : Arcilla arenosa de baja plasticidad
N° 10	2.000	36.93	14.28	15.66	84.34		Materia Orgánica :
N° 16	1.190						Turba : --
N° 20	0.840	22.03	8.52	24.18	75.82		CU : 0.000 CC : 0.000
N° 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 40	0.425	15.80	6.11	30.30	69.70		Grava > 2" : 0.00
N° 50	0.300	6.84	2.65	32.94	67.06		Grava 2" - N° 4 : 1.38
N° 60	0.250						Arena N°4 - N° 200 : 37.98
N° 100	0.150	9.23	3.57	36.51	63.49		Finos < N° 200 : 60.63
N° 200	0.075	7.38	2.85	39.37	60.63		%>3" : 0.0%
< N° 200	FONDO	156.77	60.63	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



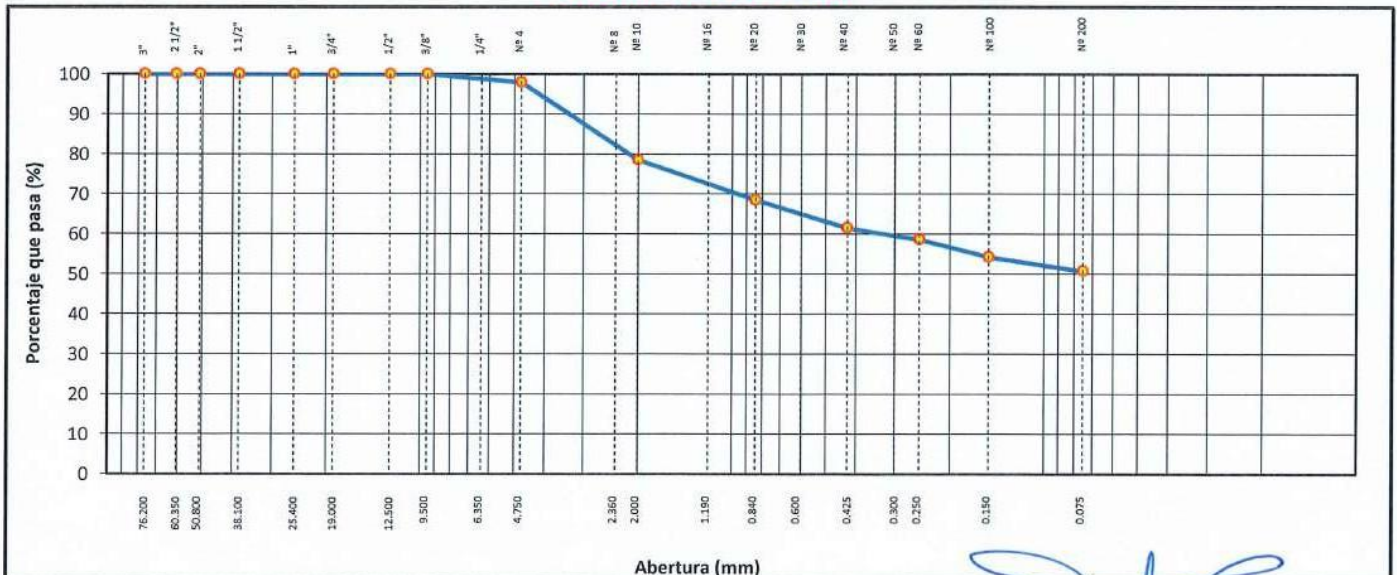
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: B - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 251.85 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 37.99 Límite Plástico (LP): 24.93 Índice Plástico (IP): 13.06 Clasificación (SUCS): ML Clasificación (AASHTO): A-6 (4) Índice de Consistencia: 2.13
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	5.26	2.09	2.09	97.91		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	48.88	19.41	21.50	78.50		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	25.23	10.02	31.51	68.49		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	17.64	7.00	38.52	61.48		
N° 50	0.300	7.13	2.83	41.35	58.65		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	11.13	4.42	45.77	54.23		
N° 200	0.075	8.77	3.48	49.25	50.75		
< N° 200	FONDO	127.81	50.75	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 02

PROFUNDIDAD : 1.50 m

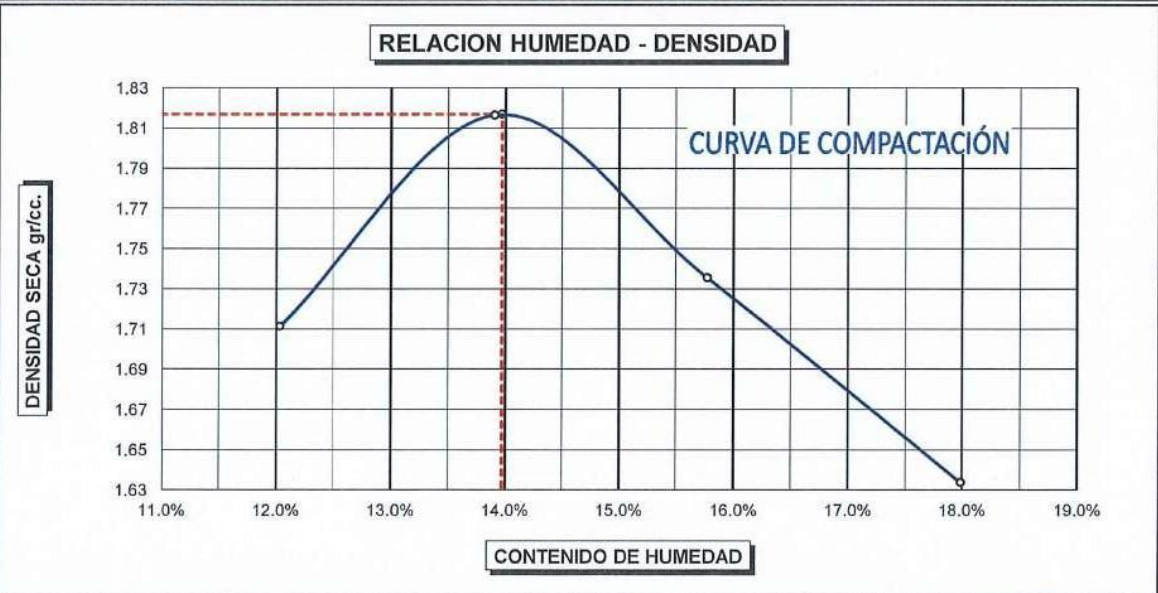
ALT. ESTR : 0.80 - 1.50 mt.

MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	966.5455 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5472	5619	5561	5482
Peso del Molde	gr.	3619	3619	3619	3619
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1853	2000	1942	1863
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.917	2.069	2.009	1.927

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	342.80	297.60	327.58	342.77
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	310.17	265.05	287.72	295.69
Peso del Agua	gr.	32.63	32.55	39.86	47.08
Peso de la Capsula	gr.	39.00	31.00	35.00	34.00
Peso del Suelo Seco	gr.	271.17	234.05	252.72	261.69
% de Humedad	%	12.03%	13.91%	15.77%	17.99%
Promedio de Humedad	%	12.03%	13.91%	15.77%	17.99%
Densidad del Suelo Seco	%	1.711	1.817	1.735	1.634

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.817 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	13.97 %



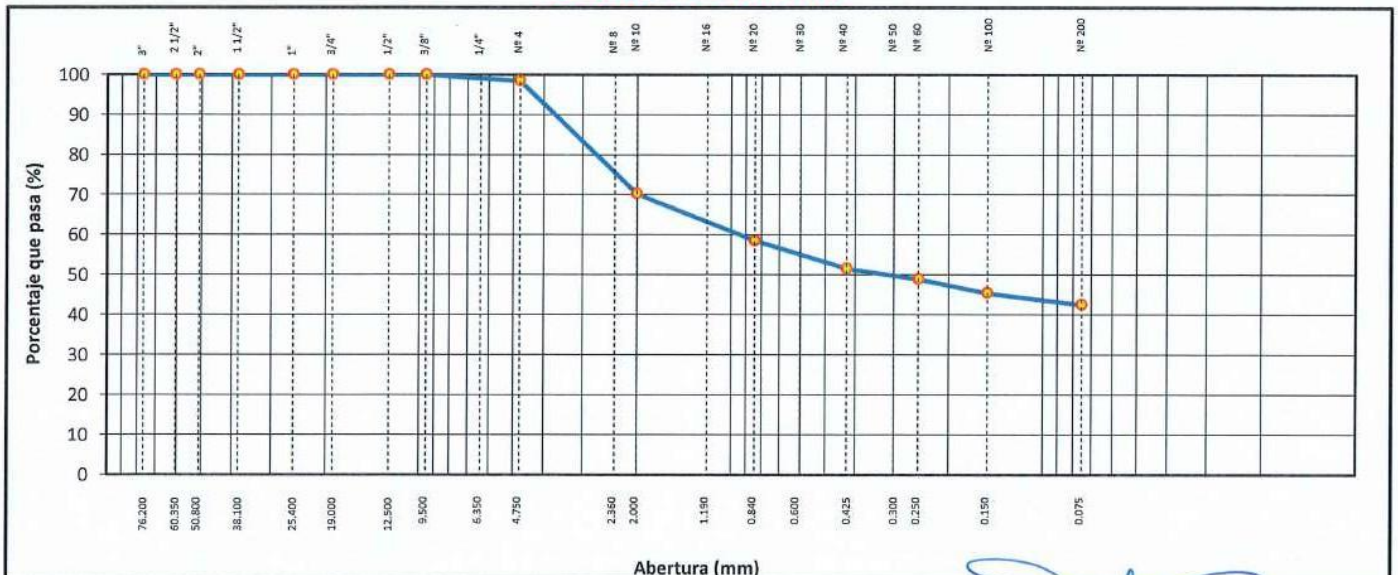
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 02	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E- 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 261.84 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MAXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 36.35 Límite Plástico (LP): 23.84 Índice Plástico (IP): 12.51 Clasificación (SUCS): SC Clasificación (AASHTO): A-6 (2) Índice de Consistencia : 2.09 DESCRIPCION DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arena arcillosa Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC: 0.000 CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 1.52 Arena Nº 4 - Nº 200 : 56.00 Finos < Nº 200 : 42.48 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	3.97	1.52	1.52	98.48		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	74.19	28.33	29.85	70.15		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	30.58	11.68	41.53	58.47		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	18.19	6.95	48.48	51.52		
Nº 50	0.300	6.86	2.62	51.10	48.90		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	9.15	3.49	54.59	45.41		
Nº 200	0.075	7.66	2.93	57.52	42.48		
< Nº 200	FONDO	111.24	42.48	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180, ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 02

PROFUNDIDAD : 1.50 m

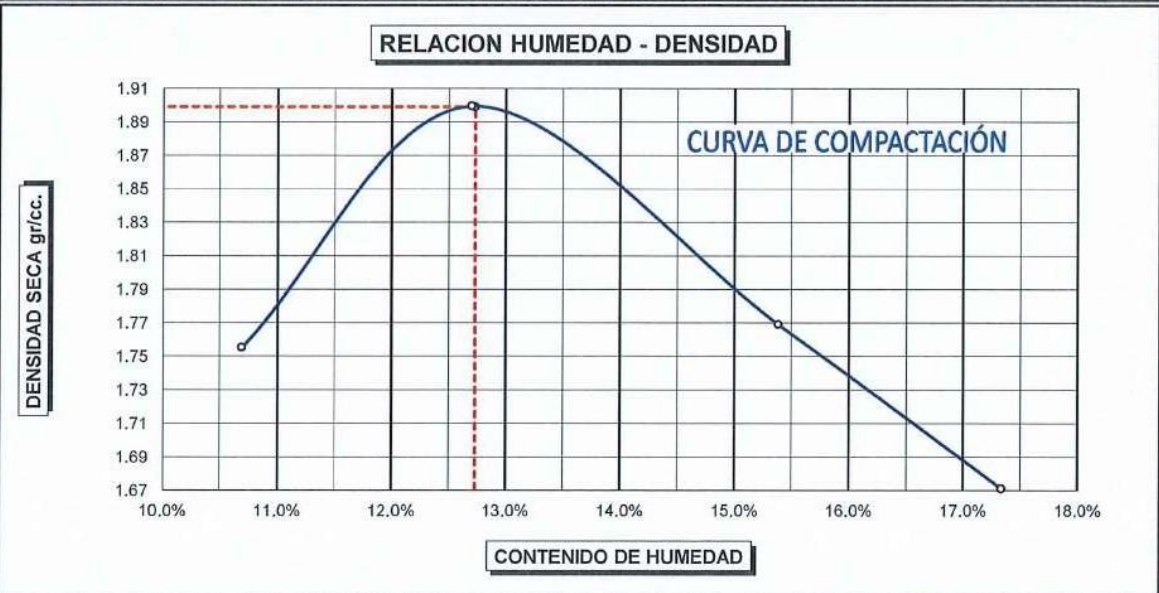
ALT. ESTRATO : 0.80 - 1.50 mt.

MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	966.5455 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5497	5688	5592	5514
Peso del Molde	gr.	3619	3619	3619	3619
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1878	2069	1973	1895
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.943	2.141	2.041	1.961

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	352.83	318.93	311.82	299.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	323.77	287.39	274.38	260.61
Peso del Agua	gr.	29.06	31.54	37.44	38.77
Peso de la Capsula	gr.	52.00	39.00	31.00	37.00
Peso del Suelo Seco	gr.	271.77	248.39	243.38	223.61
% de Humedad	%	10.69%	12.70%	15.38%	17.34%
Promedio de Humedad	%	10.69%	12.70%	15.38%	17.34%
Densidad del Suelo Seco	%	1.755	1.899	1.769	1.671

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.899 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	12.73 %





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

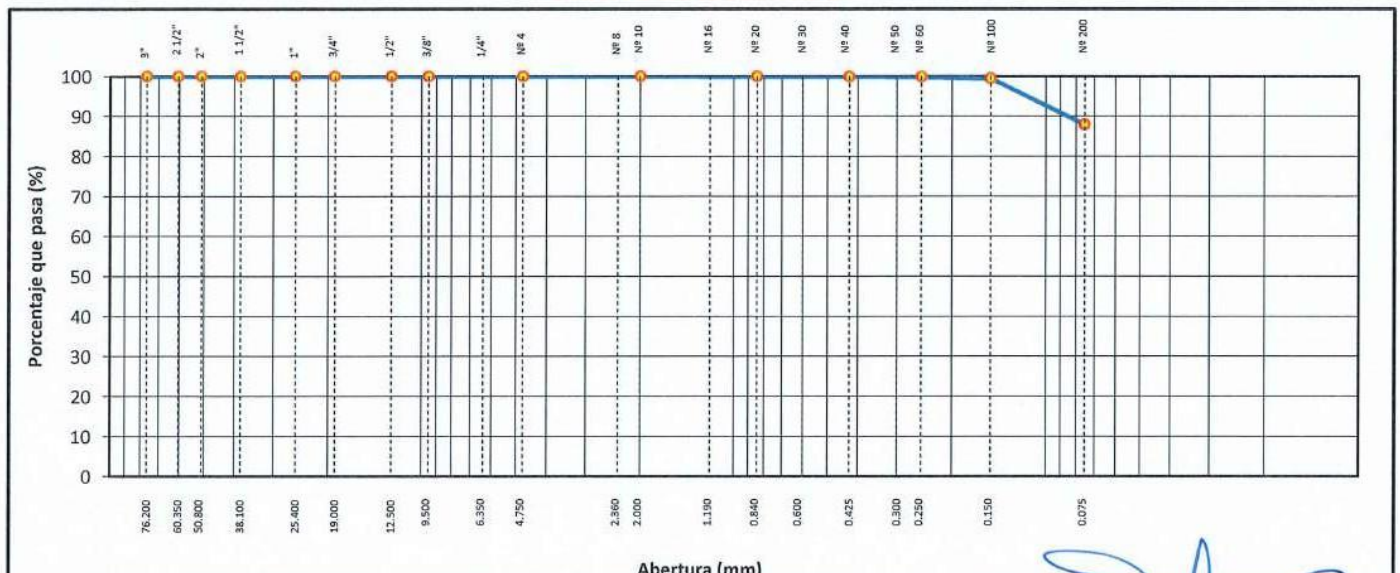
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TÍTULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.15 - 0.80 m
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO :	N° 8
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 401.05 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%) : 8.70
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MÁXIMO : N° 8
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 28.64
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP): NP
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP): NP
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS) : ML
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-4 (9)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : NP
1/4 in.	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 4	4.750						Descripción (AASHTO): REG-MALO
N° 8	2.360				100.00		Descripción (SUCS): Limo de baja plasticidad
N° 10	2.000	0.06	0.01	0.01	99.99		Materia Orgánica :
N° 16	1.190						Turba : --
N° 20	0.840	0.13	0.03	0.05	99.95		CU : 0.000 cc: 0.000
N° 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 40	0.425	0.25	0.06	0.11	99.89		Grava > 2" : 0.00
N° 50	0.300	0.19	0.05	0.16	99.84		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 60	0.250						Arena N°4 - N° 200 : 12.07
N° 100	0.150	1.54	0.38	0.54	99.46		Finos < N° 200 : 87.93
N° 200	0.075	46.24	11.53	12.07	87.93		%>3" : 0.0%
< N° 200	FONDO	352.64	87.93	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria.

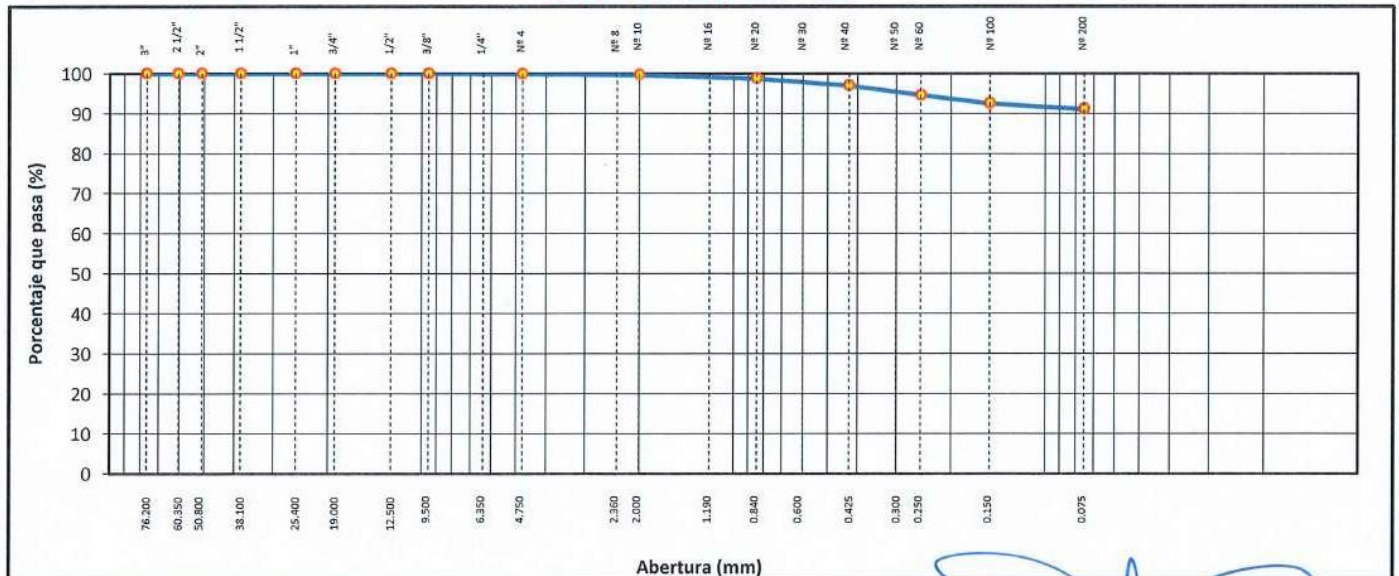
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO REICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
FECHA	:		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO-T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 451.62 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 9.79 TAMAÑO MÁXIMO: 1/4 in. Límite Líquido (LL): 56.16 Límite Plástico (LP): 28.66 Índice Plástico (IP): 27.50 Clasificación (SUCS): CH Clasificación (AASHTO): A-7-6 (18) Índice de Consistencia: 1.69 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de alta plasticidad Materia Orgánica: -- Turba: -- CU: 0.000 CC: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2": 0.00 Grava 2" - Nº 4: 0.03 Arena Nº 4 - Nº 200: 8.88 Finos < Nº 200: 91.09 %>3": 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	0.14	0.03	0.03	99.97		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	1.13	0.25	0.28	99.72		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	4.13	0.91	1.20	98.80		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	8.04	1.78	2.98	97.02		
Nº 50	0.300	11.01	2.44	5.41	94.59		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	9.42	2.09	7.50	92.50		
Nº 200	0.075	6.36	1.41	8.91	91.09		
< Nº 200	FONDO	411.39	91.09	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

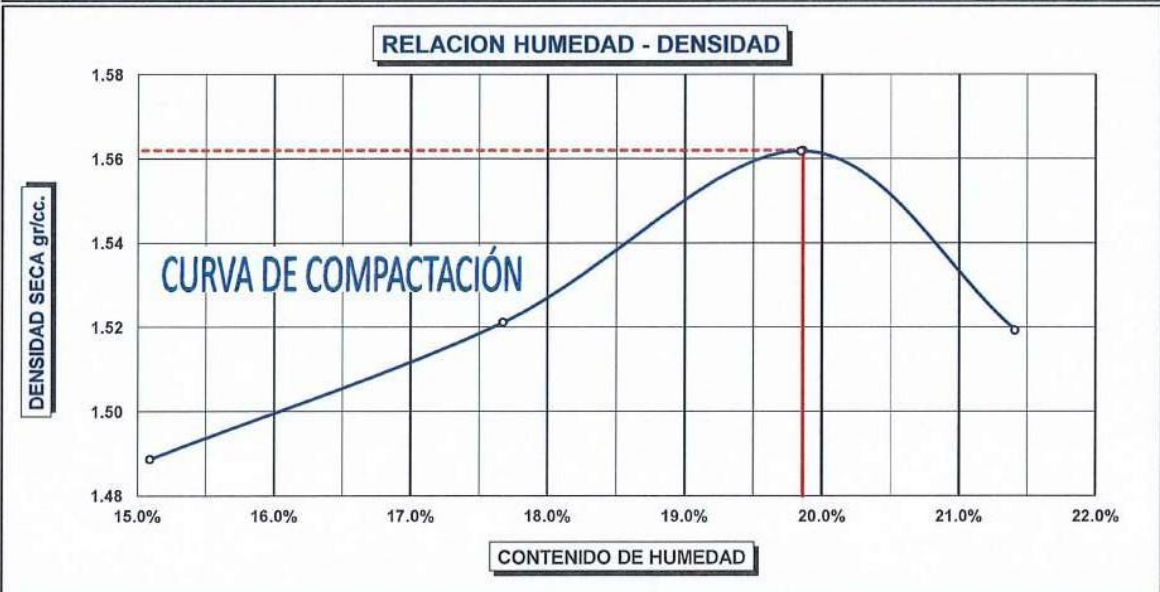
PROCEDENCIA SUELO NATURAL
CALICATA : C - 03
PROFUNDIDAD : 1.50 m **ALT. ESTR** : 0.80 - 1.50 mt.

MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	953.0586 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5246	5319	5397	5371
Peso del Molde	gr.	3613	3613	3613	3613
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1633	1706	1784	1758
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.713	1.790	1.872	1.845

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	302.42	297.58	315.52	300.62
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	267.48	257.39	268.17	253.26
Peso del Agua	gr.	34.94	40.19	47.35	47.36
Peso de la Capsula	gr.	36.00	30.00	29.60	32.10
Peso del Suelo Seco	gr.	231.48	227.39	238.57	221.16
% de Humedad	%	15.09%	17.67%	19.85%	21.41%
Promedio de Humedad	%	15.09%	17.67%	19.85%	21.41%
Densidad del Suelo Seco	%	1.489	1.521	1.562	1.519

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.562 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	19.86 %



[Firma manuscrita]
 ING. CIVIL

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

PROYECTO	:	TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO	:	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA	:	MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN	:	PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA	:	24 DE JULIO DEL 2024
FINES	:	HABILITACIÓN URBANA
CALICATA	:	C - 03
PROCEDENCIA	:	SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD	:	1.50 m
NIVEL FREATICO	:	

COTA	PROF. (m)	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
	0.00 0.15				MATERIAL ORGANICO	
	0.80	M - 01	ML	A-4 (9)	MATERIAL LIMOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR NEGRO	
	1.50	M - 02	CH	A-7-6 (18)	MATERIAL ARCILLOSO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO.	

OBSERVACIÓN: las muestras fueron extraidas de las calicatas a cielo abierto.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

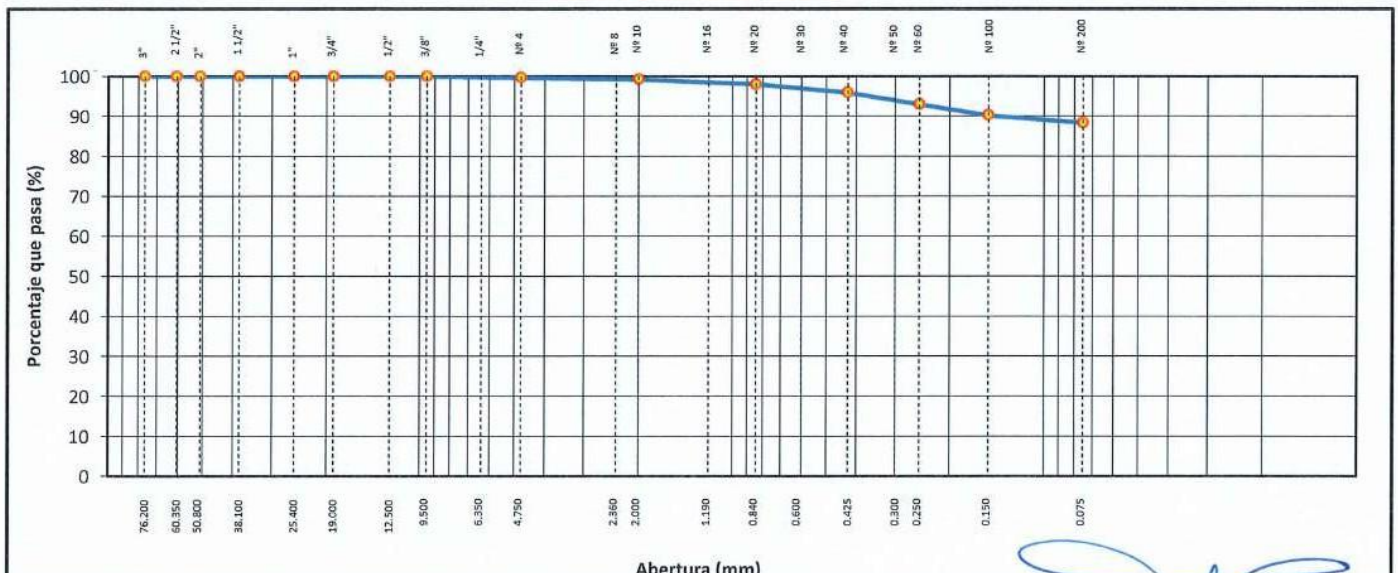
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 5% DE CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 m
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						
6 in.	152.400						Peso inicial seco : 366.91 gr.
5 in.	127.000						Peso Global : 0.00 gr.
4"	101.600						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%) :
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MAXIMO : 1/4 in.
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 54.37
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP): 27.47
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP): 26.90
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS) : CH
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (18)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : 1.69
1/4 in.	6.350				100.00		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 4	4.750	1.07	0.29	0.29	99.71		Descripción (AASHTO): MALO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS): Arcilla de alta plasticidad
N° 10	2.000	1.64	0.45	0.74	99.26		
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	4.63	1.26	2.00	98.00		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 cc : 0.000
N° 40	0.425	7.68	2.09	4.09	95.91		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 50	0.300	10.83	2.95	7.05	92.95		Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250						Grava 2" - N° 4 : 0.29
N° 100	0.150	9.95	2.71	9.76	90.24		Arena N°4 - N° 200 : 11.31
N° 200	0.075	6.77	1.85	11.60	88.40		Finos < N° 200 : 88.40
< N° 200	FONDO	324.34	88.40	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperurada con maquinaria.



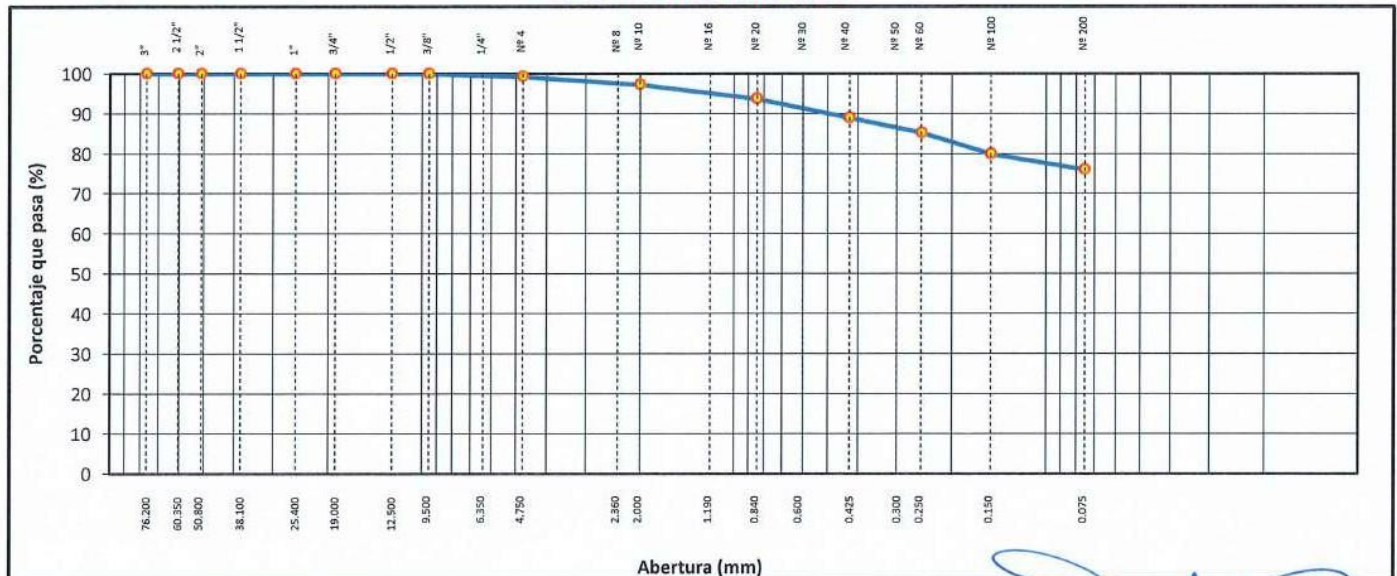
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 327.42 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 53.15 Límite Plástico (LP): 27.36 Índice Plástico (IP): 25.79 Clasificación (SUCS): CH Clasificación (AASHTO): A-7-6 (17) Índice de Consistencia : 1.67 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla de alta plasticidad con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 0.72 Arena Nº 4 - Nº 200 : 23.29 Finos < Nº 200 : 75.99 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	2.35	0.72	0.72	99.28		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	6.57	2.01	2.72	97.28		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	11.64	3.56	6.28	93.72		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	15.63	4.77	11.05	88.95		
Nº 50	0.300	12.31	3.76	14.81	85.19		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	17.45	5.33	20.14	79.86		
Nº 200	0.075	12.66	3.87	24.01	75.99		
< Nº 200	FONDO	248.81	75.99	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 300.16 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 51.30 Límite Plástico (LP): 25.34 Índice Plástico (IP): 25.96 Clasificación (SUCS): CH Clasificación (AASHTO): A-7-6 (9) Índice de Consistencia : 1.58 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de alta plasticidad Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 cc: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 5.46 Arena Nº4 - Nº 200 : 44.45 Finos < Nº 200 : 50.09 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	16.40	5.46	5.46	94.54		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	25.36	8.45	13.91	86.09		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	21.64	7.21	21.12	78.88		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	18.75	6.25	27.37	72.63		
Nº 50	0.300	32.60	10.86	38.23	61.77		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	19.64	6.54	44.77	55.23		
Nº 200	0.075	15.42	5.14	49.91	50.09		
< Nº 200	FONDO	150.35	50.09	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

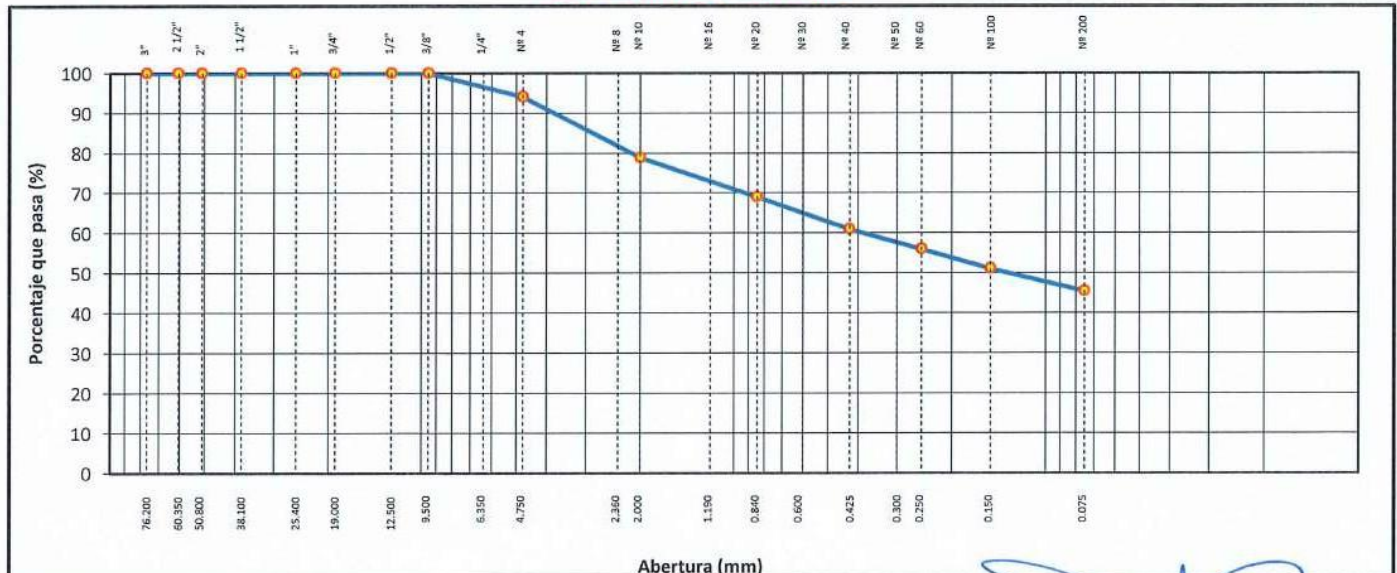
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 328.42 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 47.38 Límite Plástico (LP): 29.72 Índice Plástico (IP): 17.66 Clasificación (SUCS): SM Clasificación (AASHTO): A-7-6 (5) Índice de Consistencia: 2.11 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arena limosa Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 cc: 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 5.91 Arena Nº 4 - Nº 200 : 48.66 Finos < Nº 200 : 45.44 %>3" 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	19.40	5.91	5.91	94.09		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	50.23	15.29	21.20	78.80		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	32.37	9.86	31.06	68.94		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	26.40	8.04	39.10	60.90		
Nº 50	0.300	16.37	4.98	44.08	55.92		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	15.93	4.85	48.93	51.07		
Nº 200	0.075	18.50	5.63	54.56	45.44		
< Nº 200	FONDO	149.22	45.44	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



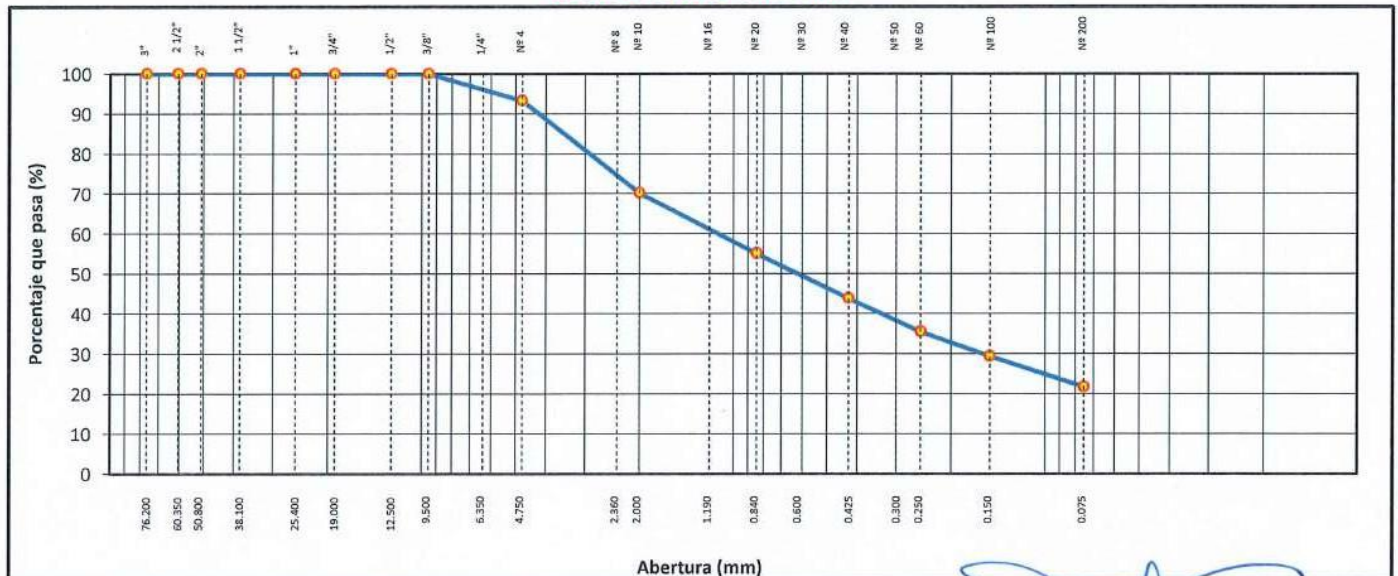
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 31 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 03	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.50 mt.
MUESTRA	: E- 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 392.18 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 45.18 Límite Plástico (LP): 28.90 Índice Plástico (IP): 16.28 Clasificación (SUCS): SM Clasificación (AASHTO): A-2-7 (1) Índice de Consistencia: 2.15
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	26.39	6.73	6.73	93.27	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): REGULAR Descripción (SUCS): Arena limosa	
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	90.53	23.08	29.81	70.19	Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC: 0.000	
N° 16	1.190					CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 6.73 Arena N°4 - N° 200 : 71.60 Finos < N° 200 : 21.67 %>3" 0.0%	
N° 20	0.840	59.62	15.20	45.02	54.98		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	43.90	11.19	56.21	43.79		
N° 50	0.300	32.60	8.31	64.52	35.48		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	23.92	6.10	70.62	29.38		
N° 200	0.075	30.23	7.71	78.33	21.67		
< N° 200	FONDO	84.99	21.67	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

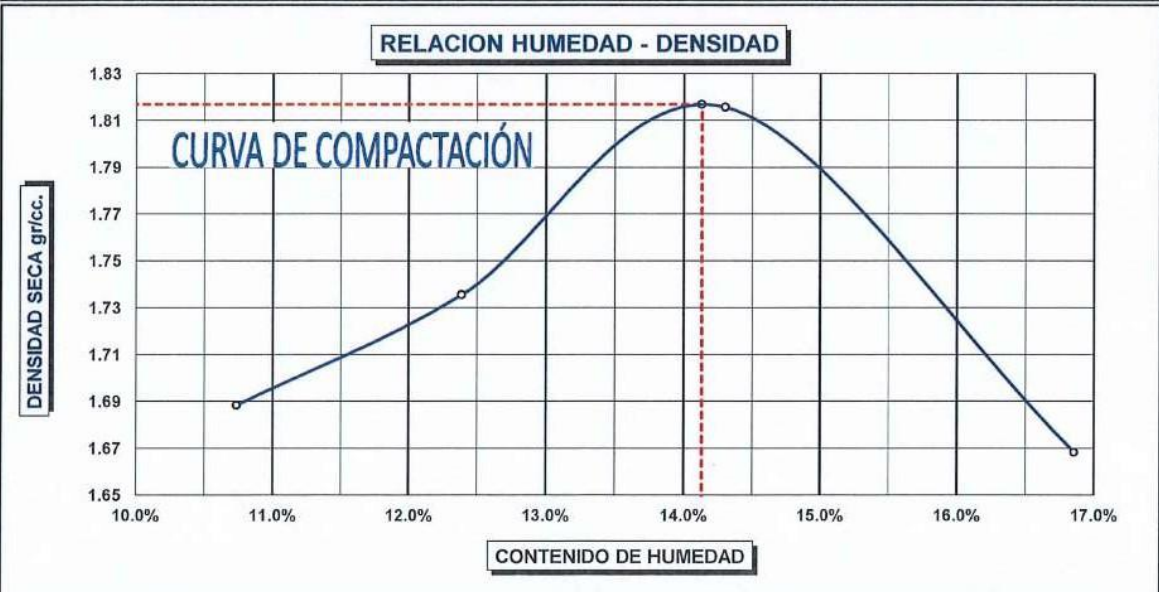
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 45% CRF
CALICATA : C - 03
PROFUNDIDAD : 1.50 m **ALT. ESTR** : 0.80 - 1.50 mt.

MOLDE No :	1	VOLUMEN DEL MOLDE :	953.0586 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5395	5472	5591	5471
Peso del Molde	gr.	3613	3613	3613	3613
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1782	1859	1978	1858
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.870	1.951	2.075	1.950

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	327.26	293.27	301.83	315.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	298.64	264.31	267.98	274.12
Peso del Agua	gr.	28.62	28.96	33.85	41.13
Peso de la Capsula	gr.	32.14	30.52	31.29	30.10
Peso del Suelo Seco	gr.	266.50	233.79	236.69	244.02
% de Humedad	%	10.74%	12.39%	14.30%	16.86%
Promedio de Humedad	%	10.74%	12.39%	14.30%	16.86%
Densidad del Suelo Seco	%	1.688	1.736	1.816	1.668

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.817 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	14.13 %



(Firma manuscrita)

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

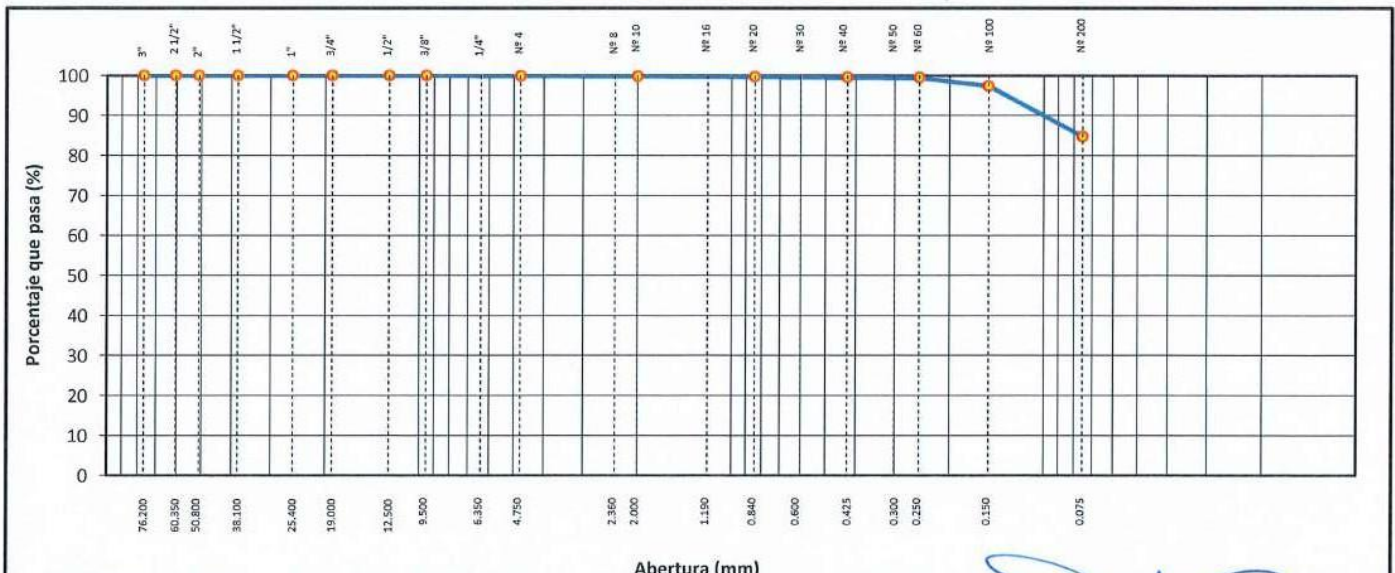
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO	: 0.20 - 0.80 m
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 444.10 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 8.57 TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 30.67 Límite Plástico (LP): 25.88 Índice Plástico (IP): 4.79 Clasificación (SUCS) : ML Clasificación (AASHTO) : A-4 (9) Índice de Consistencia : 4.61 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): REG-MALO Descripción (SUCS): Limo de baja plasticidad con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 0.10 Arena N°4 - N° 200 : 15.16 Finos < N° 200 : 84.74 %>3" : 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	0.44	0.10	0.10	99.90		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	0.46	0.10	0.20	99.80		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	0.50	0.11	0.32	99.68		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	0.68	0.15	0.47	99.53		
N° 50	0.300	0.45	0.10	0.57	99.43		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	9.22	2.08	2.65	97.35		
N° 200	0.075	56.02	12.61	15.26	84.74		
< N° 200	FONDO	376.33	84.74	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

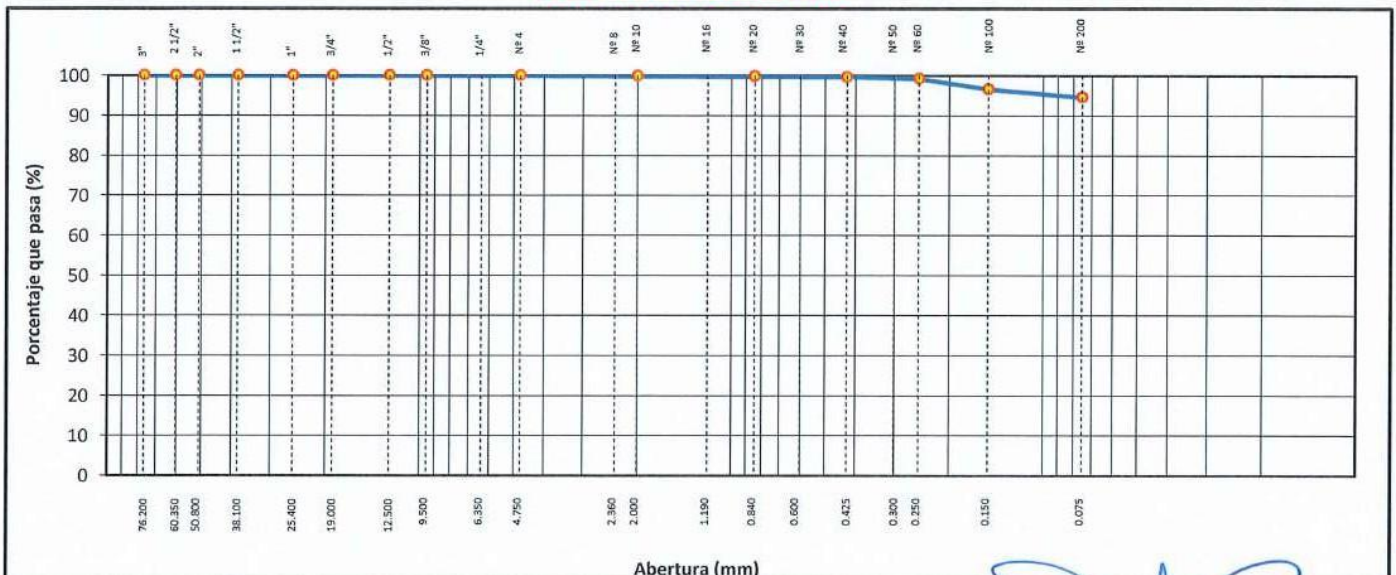
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
FECHA	:		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO	: 0.80 - 1.55 mt.
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 348.32 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%): 10.27
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MAXIMO : N° 8
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 49.21
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP): 25.73
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP): 23.48
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS): CL
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO): A-7-6 (15)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : 1.66
1/4 in.	6.350						DESCRIPCION DEL SUELO
N° 4	4.750						Descripción (AASHTO): MALO
N° 8	2.360				100.00		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad
N° 10	2.000	0.32	0.09	0.09	99.91		Materia Orgánica :
N° 16	1.190						Turba : --
N° 20	0.840	0.42	0.12	0.21	99.79		CU : 0.000 CC: 0.000
N° 30	0.600						CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS
N° 40	0.425	0.52	0.15	0.36	99.64		Grava > 2" : 0.00
N° 50	0.300	1.34	0.38	0.75	99.25		Grava 2" - N° 4 : 0.00
N° 60	0.250						Arena N°4 - N° 200 : 5.42
N° 100	0.150	9.16	2.63	3.38	96.62		Finos < N° 200 : 94.58
N° 200	0.075	7.11	2.04	5.42	94.58		%>3" 0.0%
< N° 200	FONDO	329.45	94.58	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

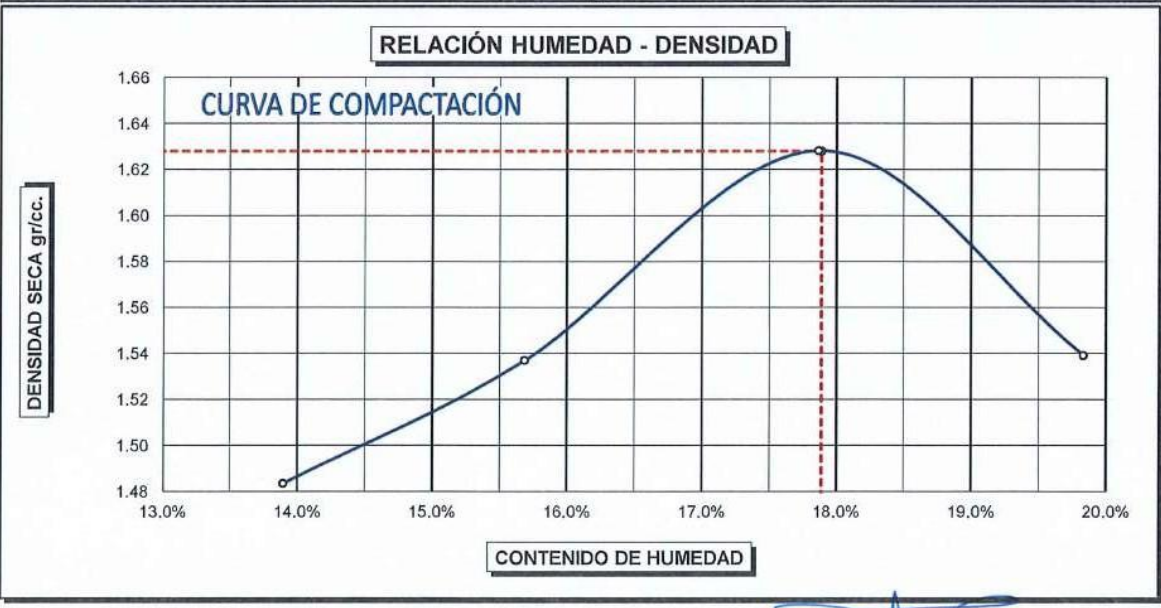
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL
CALICATA : C - 04
PROFUNDIDAD : 1.55 m **ALT. ESTRATO** : : 0.80 - 1.55 mt.

MOLDE No : 3 **VOLUMEN DEL MOLDE** : 949.881 cc
No DE CAPAS : 5 **GOLPES POR CAPA** : 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5265	5349	5483	5412
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1605	1689	1823	1752
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.690	1.778	1.919	1.844

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	296.37	326.52	295.41	314.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	263.43	286.33	255.08	267.20
Peso del Agua	gr.	32.94	40.19	40.33	47.05
Peso de la Capsula	gr.	26.36	30.14	29.36	30.03
Peso del Suelo Seco	gr.	237.07	256.19	225.72	237.17
% de Humedad	%	13.89%	15.69%	17.87%	19.84%
Promedio de Humedad	%	13.89%	15.69%	17.87%	19.84%
Densidad del Suelo Seco	%	1.484	1.537	1.628	1.539

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A" **MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.628 gr/cc
HUMEDAD OPTIMA : 17.89 %



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

REGISTRO DE ESTRATIGRAFIA

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRÍA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA	MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN	PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA	24 DE JULIO DEL 2024
MUESTREO	: ALTERADO
CALICATA	: C - 04
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD	: 1.55 m
NIVEL FREÁTICO	: :

COTA	PROF. (m)	MUESTRA	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION	
	0.00 0.20				MATERIAL ORGANICO	
	0.80	M - 01	ML	A-4 (9)	MATERIAL LIMOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON CLARO	
	1.55	M - 02	CL	A-7-6 (15)	MATERIAL ARCILLOSO INORGANICO DE MEDIANA A BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON	

OBSERVACIÓN: las muestras fueron extraidas de las calicatas a cielo abierto.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

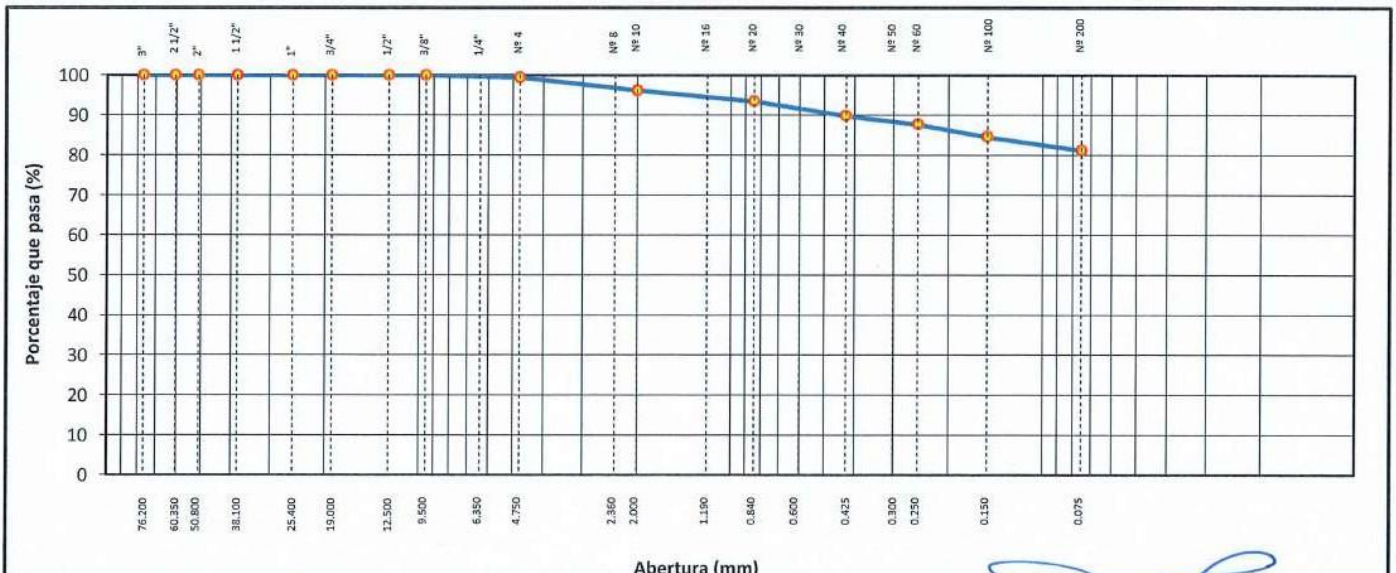
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
TITULO	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 5% DE CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.55 m
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMAÑO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						Peso inicial seco : 373.60 gr.
4"	101.600						Peso Global : 0.00 gr.
3 in.	76.200						CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO
2 1/2 in.	60.350						Contenido de Humedad (%) :
2 in.	50.800						TAMAÑO MAXIMO : 1/4 in.
1 1/2 in.	38.100						Límite Líquido (LL): 47.80
1 in.	25.400						Límite Plástico (LP): 26.12
3/4 in.	19.000						Índice Plástico (IP): 21.69
1/2 in.	12.500						Clasificación (SUCS) : CL
3/8 in.	9.500						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (14)
1/4 in.	6.350				100.00		Índice de Consistencia : 1.79
N° 4	4.750	2.33	0.62	0.62	99.38		DESCRIPCION DEL SUELO
N° 8	2.360						Descripción (AASHTO): MALO
N° 10	2.000	12.05	3.23	3.85	96.15		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	9.95	2.66	6.51	93.49		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 cc: 0.000
N° 40	0.425	13.59	3.64	10.15	89.85		CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS
N° 50	0.300	8.04	2.15	12.30	87.70		Grava > 2" : 0.00
N° 60	0.250						Grava 2" - N° 4 : 0.62
N° 100	0.150	11.62	3.11	15.41	84.59		Arena N°4 - N° 200 : 18.20
N° 200	0.075	12.74	3.41	18.82	81.18		Finos < N° 200 : 81.18
< N° 200	FONDO	303.28	81.18	100.00			%>3" 0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: - Las muestras fueron obtenidas mediante muestreo IN SITU, de calicata aperturada con maquinaria.



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

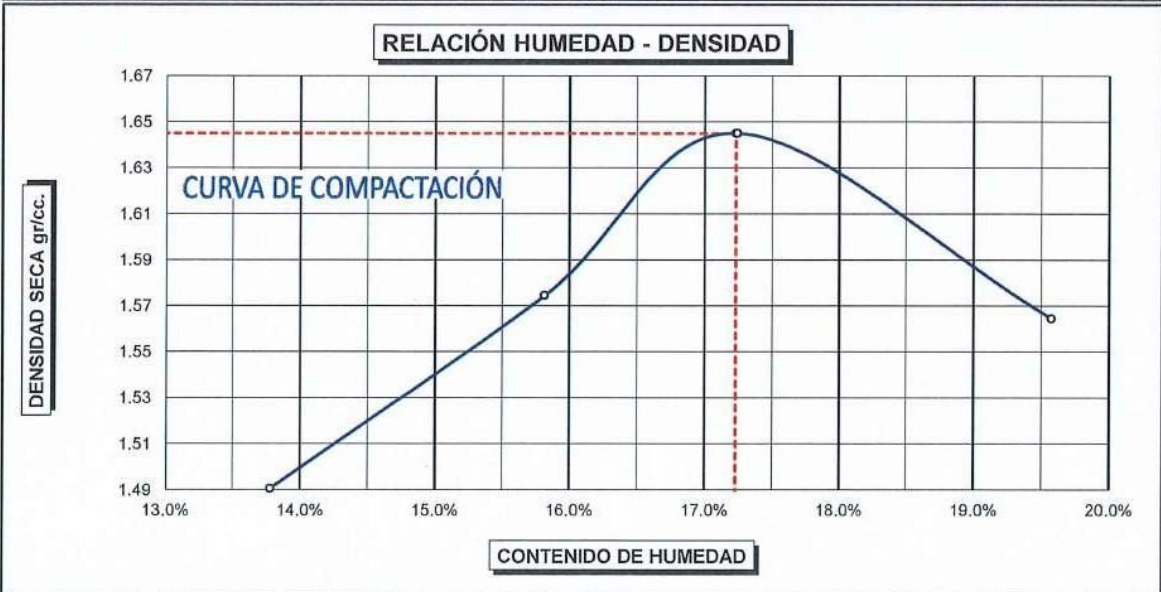
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 5% CONCRETO RECICLADO FINO
CALICATA : C - 04
PROFUNDIDAD : 1.55 m **ALT. ESTRATO** : : 0.80 - 1.55 mt.

MOLDE No :	3	VOLUMEN DEL MOLDE :	949.881 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5271	5392	5492	5437
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1611	1732	1832	1777
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.696	1.823	1.929	1.871

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	324.74	316.30	305.69	300.63
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	289.07	277.38	265.01	256.36
Peso del Agua	gr.	35.67	38.92	40.68	44.27
Peso de la Capsula	gr.	30.18	31.28	29.06	30.19
Peso del Suelo Seco	gr.	258.89	246.10	235.95	226.17
% de Humedad	%	13.78%	15.81%	17.24%	19.57%
Promedio de Humedad	%	13.78%	15.81%	17.24%	19.57%
Densidad del Suelo Seco	%	1.491	1.574	1.645	1.565

METODO: ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.645 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :	17.23 %





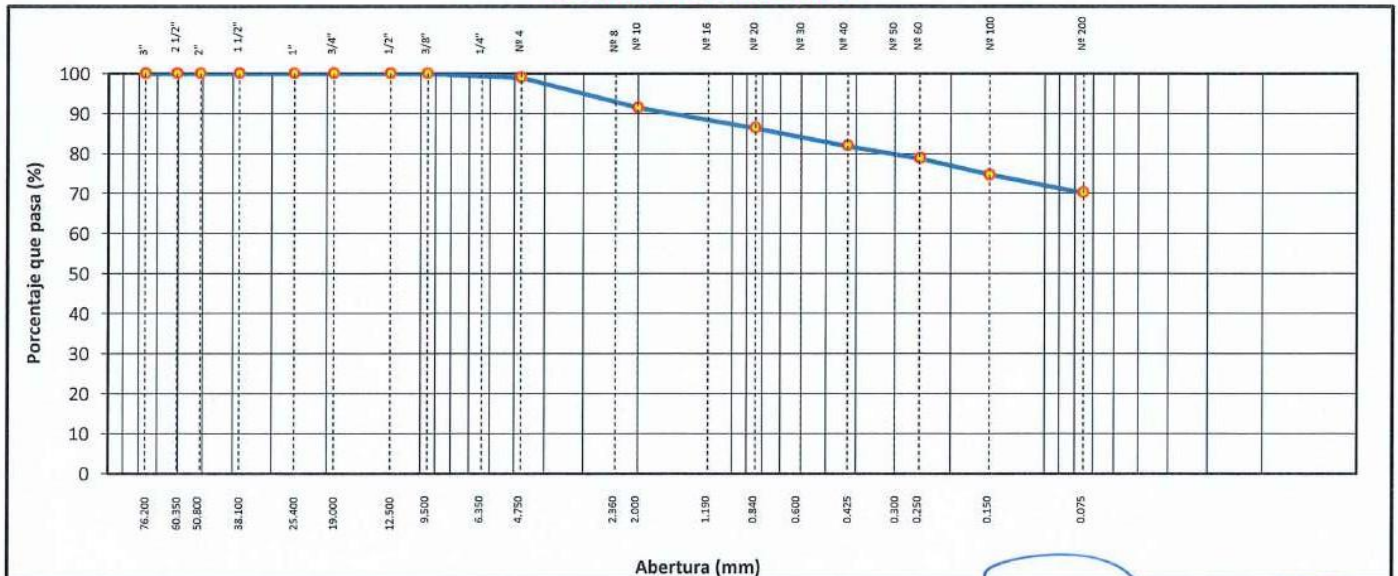
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.55 mt.
MUESTRA	: E- 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREÁTICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 358.48 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						Contenido de Humedad (%):
2 1/2 in.	60.350						TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in.
2 in.	50.800						Límite Líquido (LL): 45.16
1 1/2 in.	38.100						Límite Plástico (LP): 25.99
1 in.	25.400						Índice Plástico (IP): 19.16
3/4 in.	19.000						Clasificación (SUCS): CL
1/2 in.	12.500						Clasificación (AASHTO): A-7-6 (12)
3/8 in.	9.500						Índice de Consistencia : 1.82
1/4 in.	6.350				100.00		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
N° 4	4.750	3.66	1.02	1.02	98.98		
N° 8	2.360						Descripción (AASHTO): MALO
N° 10	2.000	26.92	7.51	8.53	91.47		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840	18.30	5.10	13.64	86.36		Turba : --
N° 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	15.92	4.44	18.08	81.92		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
N° 50	0.300	11.23	3.13	21.21	78.79		
N° 60	0.250						Grava > 2" : 0.00
N° 100	0.150	14.72	4.11	25.32	74.68		Grava 2" - N° 4 : 1.02
N° 200	0.075	16.23	4.53	29.84	70.16		Arena N°4 - N° 200 : 28.82
< N° 200	FONDO	251.50	70.16	100.00			Finos < N° 200 : 70.16
							%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

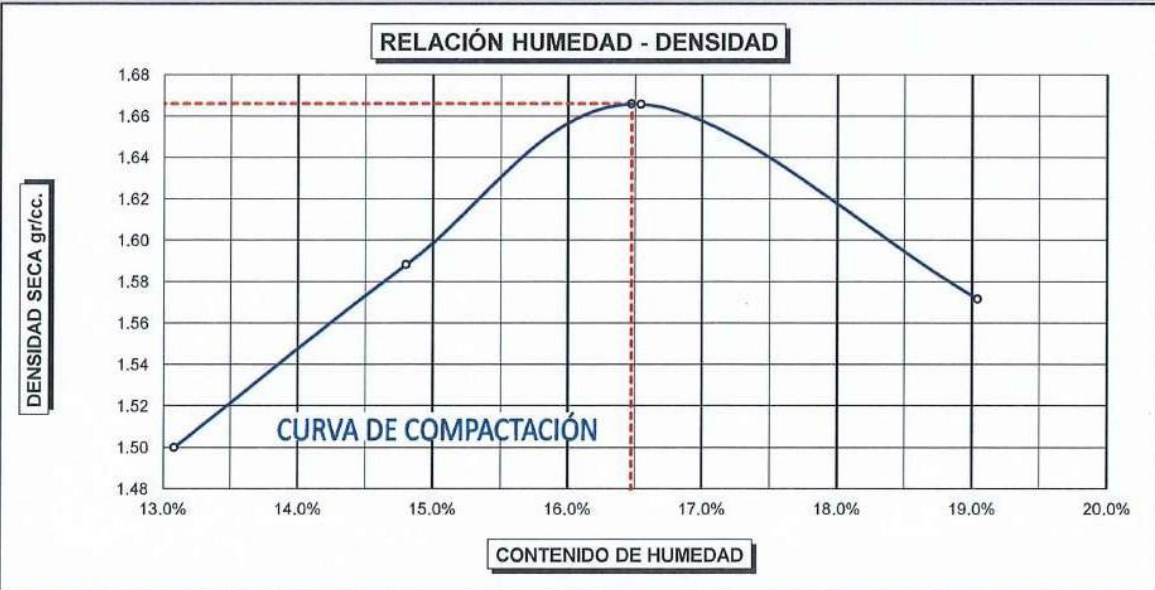
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 15% CONCRETO RECICLADO FINO
CALICATA : C - 04
PROFUNDIDAD : 1.55 m **ALT. ESTRATO** : : 0.80 - 1.55 mt.

MOLDE No	:	3	VOLUMEN DEL MOLDE	:	949.881 cc
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5271	5392	5504	5437
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1611	1732	1844	1777
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.696	1.823	1.941	1.871

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	307.80	284.37	306.26	317.48
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	275.96	251.59	267.13	271.38
Peso del Agua	gr.	31.84	32.78	39.13	46.10
Peso de la Capsula	gr.	32.56	30.17	30.59	29.28
Peso del Suelo Seco	gr.	243.40	221.42	236.54	242.10
% de Humedad	%	13.08%	14.80%	16.54%	19.04%
Promedio de Humedad	%	13.08%	14.80%	16.54%	19.04%
Densidad del Suelo Seco	%	1.500	1.588	1.666	1.572

METODO:	ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.666 gr/cc
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.47 %



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

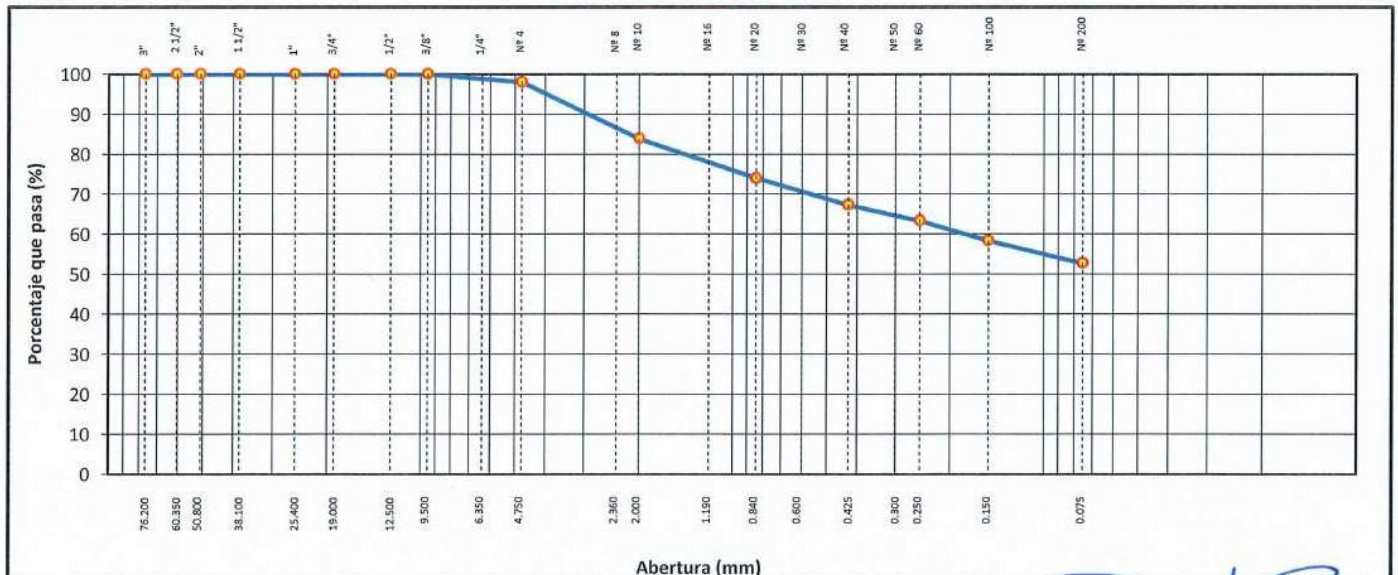
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.55 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 294.19 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 44.19 Límite Plástico (LP): 26.52 Índice Plástico (IP): 17.66 Clasificación (SUCS): CL Clasificación (AASHTO): A-7-6 (7) Índice de Consistencia: 1.92
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
N° 4	4.750	5.84	1.99	1.99	98.01		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	41.74	14.19	16.17	83.83		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	29.00	9.86	26.03	73.97		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	19.74	6.71	32.74	67.26		
N° 50	0.300	11.70	3.98	36.72	63.28		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	14.60	4.96	41.68	58.32		
N° 200	0.075	16.60	5.64	47.32	52.68		
< N° 200	FONDO	154.97	52.68	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR
NORMA (AASHTO - T - 180 ,ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.					
TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.					
TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA					
UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.					
FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024					
PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 25% CONCRETO RECICLADO FINO					
CALICATA : C - 04					
PROFUNDIDAD : 1.55 m ALT. ESTRATO : : 0.80 - 1.55 mt.					
MOLDE No :	3	VOLUMEN DEL MOLDE :	949.881 cc		
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5328	5429	5562	5470
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1668	1769	1902	1810
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.756	1.862	2.002	1.906
Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	304.28	298.38	327.73	296.73
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	274.58	264.78	286.47	255.38
Peso del Agua	gr.	29.70	33.60	41.26	41.35
Peso de la Capsula	gr.	29.48	31.04	28.68	30.46
Peso del Suelo Seco	gr.	245.10	233.74	257.79	224.92
% de Humedad	%	12.12%	14.37%	16.01%	18.38%
Promedio de Humedad	%	12.12%	14.37%	16.01%	18.38%
Densidad del Suelo Seco	%	1.566	1.628	1.726	1.610
METODO:	ASTM D-1557-91 MODIFICADO "A"		MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.726 gr/cc	
			HUMEDAD OPTIMA :	15.95 %	



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

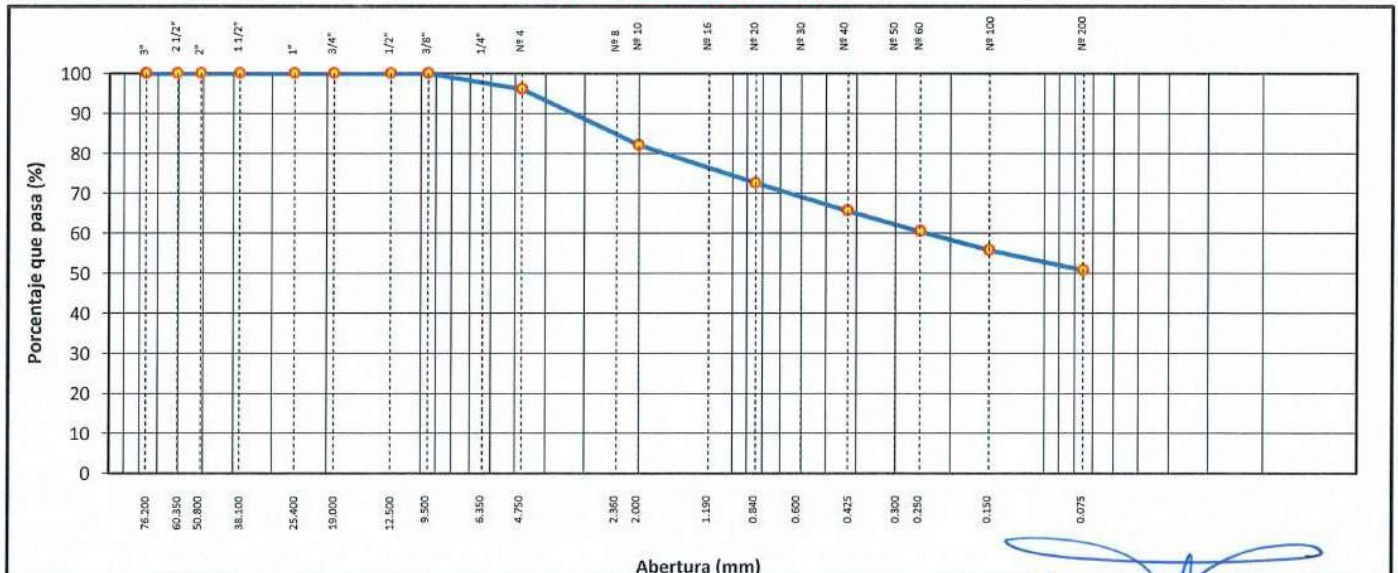
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 35% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO :	: 0.80 - 1.55 mt.
MUESTRA	: B - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 396.53 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 39.47 Límite Plástico (LP): 26.24 Índice Plástico (IP): 13.23 Clasificación (SUCS): ML Clasificación (AASHTO): A-6 (4) Índice de Consistencia : 2.21
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350						
N° 4	4.750	15.69	3.96	3.96	96.04		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	55.47	13.99	17.95	82.05		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	37.60	9.48	27.43	72.57		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	27.47	6.93	34.36	65.64		
N° 50	0.300	20.63	5.20	39.56	60.44		
N° 60	0.250						
N° 100	0.150	18.64	4.70	44.26	55.74		
N° 200	0.075	19.60	4.94	49.20	50.80		
< N° 200	FONDO	201.43	50.80	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



(Firma manuscrita)



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

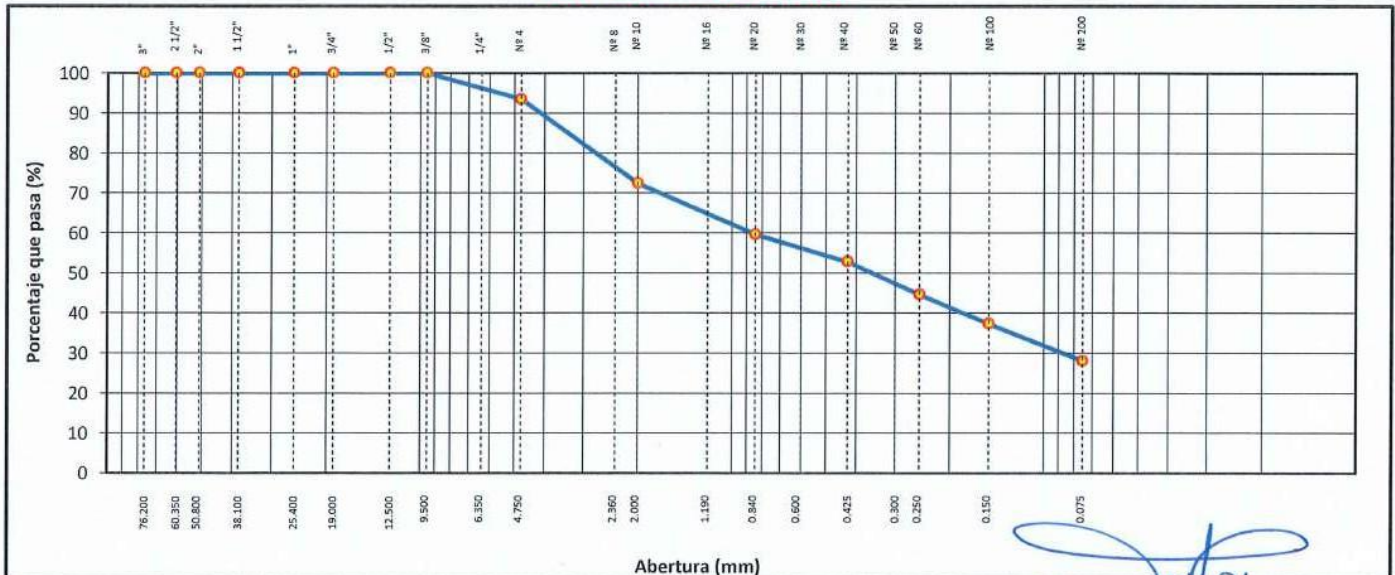
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO	: TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.		
SOLICITA	: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.		
TESISTA	: MARY LUZ APAZA APAZA		
UBICACIÓN	: PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.		
FECHA	: 24 DE JULIO DEL 2024		
PROCEDENCIA	: MEZCLA SUELO NATURAL + 45% CONCRETO RECICLADO FINO		
CALICATA	: C - 04	ALT. ESTRATO	: 0.80 - 1.55 mt.
MUESTRA	: E - 2 + CRF	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.55 m	NIVEL FREATICO	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Peso inicial seco : 372.49 gr. Peso Global : 0.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in. Límite Líquido (LL): 37.93 Límite Plástico (LP): 26.63 Índice Plástico (IP): 11.30 Clasificación (SUCS): SM Clasificación (AASHTO): A-2-6 (0) Índice de Consistencia : 2.46 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): REGULAR Descripción (SUCS): Arena limosa Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 6.51 Arena Nº 4 - Nº 200 : 65.47 Finos < Nº 200 : 28.02 %>3" : 0.0%
4"	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	24.25	6.51	6.51	93.49		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	78.47	21.07	27.58	72.42		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	47.83	12.84	40.42	59.58		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	25.37	6.81	47.23	52.77		
Nº 50	0.300	30.31	8.14	55.37	44.63		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	27.40	7.36	62.72	37.28		
Nº 200	0.075	34.48	9.26	71.98	28.02		
< Nº 200	FONDO	104.38	28.02	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYOS EN MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS - CONTROL Y CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

NORMA (AASHTO - T - 180, ASTM 1557, MTC E 115)

PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA EN GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

TITULO : INFLUENCIA DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MAXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024.

TESISTA : MARY LUZ APAZA APAZA

UBICACIÓN : PREDIO RURAL SARA Y MUCRA I, II - PARCELA N° L - B - 9, DISTRITO DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO DE PUNO.

FECHA : 02 DE AGOSTO DEL 2024

PROCEDENCIA SUELO NATURAL + 45 % CONCRETO RECICLADO FINO

CALICATA : C - 04

PROFUNDIDAD : 1.55 m

ALT. ESTRATO : : 0.80 - 1.55 mt.

MOLDE No :	3	VOLUMEN DEL MOLDE :	949.881 cc
No DE CAPAS :	5	GOLPES POR CAPA :	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5409	5541	5673	5596
Peso del Molde	gr.	3660	3660	3660	3660
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1749	1881	2013	1936
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.841	1.980	2.119	2.038

Capsula No	No				
Suelo Humedo + Capsula	gr.	296.39	315.62	304.26	297.58
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	272.52	286.63	271.97	262.17
Peso del Agua	gr.	23.87	28.99	32.29	35.41
Peso de la Capsula	gr.	29.48	33.03	30.47	29.40
Peso del Suelo Seco	gr.	243.04	253.60	241.50	232.77
% de Humedad	%	9.82%	11.43%	13.37%	15.21%
Promedio de Humedad	%	9.82%	11.43%	13.37%	15.21%
Densidad del Suelo Seco	%	1.677	1.777	1.869	1.769

METODO: ASTM D-1557-91	MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.870 gr/cc
MODIFICADO "A"	HUMEDAD OPTIMA :	13.32 %



(Handwritten signature and stamp)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMA-285-2024

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2024/12/14
Solicitante	A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. SAN CRUZ LOTE. D BAR. SANTA CRUZ - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	BALANZA
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	620 g
División de escala Resolución	0.01 g
División de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	NV622
N° de serie	8542450109
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/12/14

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andres Arevalo Flores
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMA-285-2024

Página 2 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1513-LM-2024
CADENT S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1514-LM-C-2024
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1590-MPES-C-2024
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1591-MPES-C-2024

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 13 °C Final: 13 °C
 Humedad Relativa Inicial: 57 %hr Final: 57 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

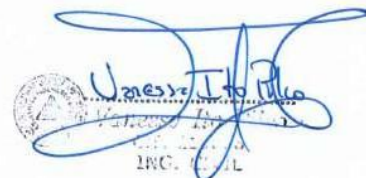
Medición N°	Carga L1= 310 g			Carga L1= 620 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	310.0	0.002	-0.002	620.1	0.002	-0.001
2	310.0	0.002	-0.001	620.1	0.003	0.003
3	310.0	0.003	0.001	620.1	0.001	0.005
4	310.0	0.001	0.003	620.1	0.003	0.004
5	310.0	0.001	0.001	620.1	0.005	-0.007
6	310.0	0.006	-0.002	620.0	0.004	0.002
7	310.0	0.003	0.003	620.0	0.003	0.004
8	310.1	0.002	0.001	620.0	0.003	0.003
9	310.1	0.001	-0.002	620.0	0.001	0.002
10	310.1	0.004	-0.001	620.0	0.006	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
310.1	0		0.05			
620.0	0		0.3			



ARSOU GROUP S.A.C.

Josef Andres Arevalo Florio
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-285-2024

Página 3 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		500	0.001	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		500	0.002	-0.002	-0.001
4		1	0.007	0.001		500	0.001	0.001	0.003
5		1	0.009	-0.002		500	0.005	0.004	0.001

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.5	0.5	0.003	-0.002	-0.001					
1.0	1.0	0.002	-0.001	-0.003	1.0	0.002	0.003	-0.001	0.05
5.0	5.0	0.005	0.003	0.002	5.0	0.003	0.002	0.002	0.05
10.0	10.0	0.006	0.002	0.005	10.0	0.004	0.001	0.006	0.05
100.0	100.0	0.002	0.005	0.002	100.0	0.002	-0.002	0.002	0.05
200.0	500.0	0.003	0.006	-0.004	200.0	0.003	-0.001	0.004	0.05
300.0	1000.1	0.004	0.004	0.001	300.0	0.006	-0.006	0.002	0.05
400.0	2000.1	0.002	-0.002	0.003	400.0	0.002	0.006	0.004	0.05
500.0	5000.0	0.005	-0.001	0.005	500.0	0.004	0.007	0.003	0.3
600.0	6000.0	0.003	0.006	0.004	600.0	0.002	0.005	0.001	0.3
620.0	6199.9	0.004	0.005	-0.003	620.0	0.009	0.004	-0.009	0.3

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00177 \text{ g}^2 + 0.0000000078065 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 6.905875868 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.
Joshua Andrés Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1004-2024

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2024/12/14

Solicitante A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS E.I.R.L.

Dirección JR. SAN CRUZ LOTE. D BAR. SANTA CRUZ - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición TAMIZ N° 10

Identificación NO INDICA

Marca ORION

Modelo NO INDICA

Serie 19Q03

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2024/12/14

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
[Signature]
Joshef Andes Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1004-2024

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0072-2024

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 13 °C Final: 13 °C
 Humedad Relativa Inicial: 57 %hr Final: 57 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
2.00	2.01	1.98	1.99	1.98	2.00	2.00	1.99	2.00	-0.01	0.015
2.00	1.98	2.00	1.99	1.98	2.00	2.01				
2.00	1.97	2.00	2.00	1.95	2.00					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andrés Arevalo Flores
 Josep Andrés Arevalo Flores
 METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1005-2024

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2024/12/14
Solicitante	A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. SAN CRUZ LOTE. D BAR. SANTA CRUZ - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	TAMIZ N° 4
Identificación	NO INDICA
Marca	GRANOTEST
Modelo	NO INDICA
Serie	26275
Diámetro	8"
Estructura	BRONCE
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/12/14

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Josep Andres Arevalo Flores
Josep Andres Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1005-2024

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0072-2024

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 13 °c Final: 13 °c
 Humedad Relativa Inicial: 57 %hr Final: 57 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
4.79	4.82	4.75	4.81	4.74	4.80	4.68	4.78	4.75	0.03	0.035
4.75	4.78	4.80	4.81	4.75	4.78	4.81				
4.78	4.81	4.78	4.76	4.80	4.82					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Josep Andrés Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1000-2024

Página 1 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2024/12/14
Solicitante	A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. SAN CRUZ LOTE. D BAR. SANTA CRUZ - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	TAMIZ N° 200
Identificación	NO INDICA
Marca	GRANOTEST
Modelo	NO INDICA
Serie	23727
Diámetro	8"
Estructura	BRONCE
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/12/14

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Joshay Arevalo Flores
Joshay Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ING. C. A. L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-1000-2024

Página 2 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CALITEST S.A.C.	RETÍCULA DE MEDICIÓN	CCA-601-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 13 °C Final: 13 °C
 Humedad Relativa Inicial: 57 %hr Final: 57 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
77	78	75	78	77	79	74	75.71	75.00	0.71	2.001
76	72	74	75	75	76	77				
76	74	78	75	73	73	74				
74	72	72	75	78	74	74				
75	72	72	73	80	76	75				
76	76	76	76	77	77	72				
72	74	79	71	73	74	75				
75	77	74	73	80	74	78				
77	78	80	75	74	77	76				
78	75	75	74	77	78	77				
75	76	77	75	76	77	78				
78	79	75	74	80	78	75				
79	78	74	76	77	72	75				
78	78	77	76	75	76	78				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Joshep Andres Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com



ING. J. J. L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LLA-999-2024

Página 1 de 2

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2024/12/14
Solicitante	A & M GEOLAB SOIL INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección	JR. SAN CRUZ LOTE. D BAR. SANTA CRUZ - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	TAMIZ N° 40
Identificación	NO INDICA
Marca	GRANOTEST
Modelo	NO INDICA
Serie	29051
Diámetro	8"
Estructura	BRONCE
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación Lugar de calibración	Laboratorio de suelos Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/12/14

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

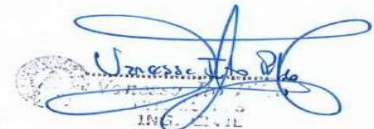
Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Joshua Andrés Arevalo Flores
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 23/09/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MARY LUZ APAZA APAZA

Dirección: JR. SANTA CRUZ LT. D

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41007089

Teléfono: 950678204 email: maryluz@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO FINO EN LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DE LOS SUELOS COHESIVOS, JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): ADICIÓN, CONCRETO RECICLADO FINO, DENSIDAD SECA.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1,2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

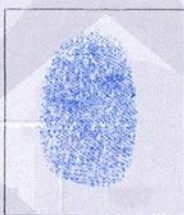
En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50

Firma de Autor



huella digital

23 Setiembre del 2025

Fecha